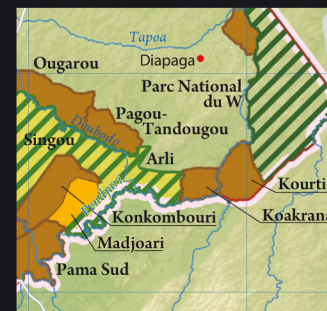
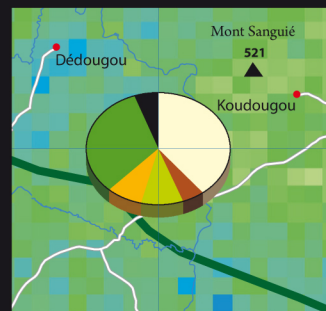
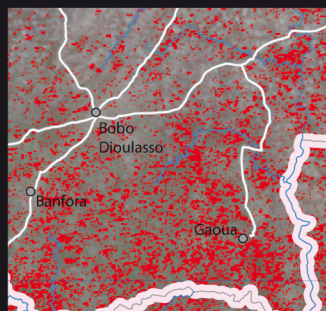




Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest TOME II
 Biodiversity Atlas of West Africa VOLUME II

Burkina Faso

Adjima Thiombiano & Dorothea Kampmann (eds)



Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest

Biodiversity Atlas of West Africa

TOME | VOLUME I: BENIN

Sinsin B & Kampmann D (eds)

Cotonou & Frankfurt/Main

ISBN 978-3-9813933-0-9, hardcover

ISBN 978-3-9813933-3-0, paperback

TOME | VOLUME II: BURKINA FASO

Thiombiano A & Kampmann D (eds)

Ouagadougou & Frankfurt/Main

ISBN 978-3-9813933-1-6, hardcover

ISBN 978-3-9813933-4-7, paperback

TOME | VOLUME III: COTE D'IVOIRE

Konaté S & Kampmann D (eds)

Abidjan & Frankfurt/Main

ISBN 978-3-9813933-2-3, hardcover

ISBN 978-3-9813933-5-4, paperback



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FINANCEMENT | FUNDING

Federal Ministry of Education and Research (BMBF)
Berlin



ADMINISTRATION DU PROJET

PROJECT ADMINISTRATION

Project management agency of the German Aerospace Center
(PT-DLR), Environment, Culture, Sustainability
Bonn

FINANCEMENT ADDITIONNEL

ADDITIONAL FINANCING



BiK-F, Frankfurt

Biodiversity and Climate Research Centre
Frankfurt/Main



IPG, Frankfurt

Institute of Physical Geography, Frankfurt University
Frankfurt/Main



UICN Burkina Faso

Union Internationale pour la Conservation de la Nature
Ouagadougou

CARTOGRAPHIE | CARTOGRAPHY

Joachim Eisenberg

GRAPHIQUES & MISE EN FORME

GRAPHIC DESIGN & LAYOUT

Joachim Eisenberg & Dorothea Kampmann

IMPRIMÉ | PRINTED

Druckerei Grammlich, Pliezhausen, Germany

FONT | FONTE

Français: Arno Display | **English:** Myriad Pro

CITATION | CITATION

Français: Thiombiano A & Kampmann D (eds). 2010 : Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Tome II : Burkina Faso. Ouagadougou & Frankfurt/Main.

English: Thiombiano A & Kampmann D (eds). 2010: Biodiversity Atlas of West Africa, Volume II: Burkina Faso. Ouagadougou & Frankfurt/Main.

DISCLAIMER

The contents of this volume do not necessarily reflect the views of the editors. The editors reserve the right not to be responsible for the topicality, correctness, completeness or quality of the information provided. The editors intended not to use any copyrighted material or texts, and where not possible, to indicate the copyright of the respective object. Failure to do so lies solely with the author.



Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest TOME II
Biodiversity Atlas of West Africa VOLUME II

Burkina Faso

Adjima Thiombiano &
Dorothea Kampmann (eds)

Explications des illustrations de la couverture | Explanations of the illustrations on the cover

Les images correspondent chacune avec une carte située juste en dessous:

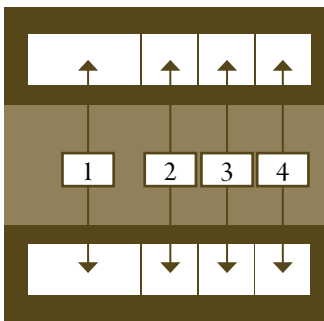
The images each correspond to the map located exactly below:

1 : Aperçu d'un paysage du Burkina Faso (image); La carte illustrant une partie du transect BIOTA au Burkina Faso (carte). | View over a landscape of Burkina Faso (picture); The map illustrates a part of the BIOTA transect in Burkina Faso.

2 : Impacts de l'Homme sur la biodiversité illustrés ici par les feux de brousse (image); L'intensité des feux au sud-ouest du Burkina Faso (carte). | Human impact on biodiversity by fire (picture); Intensity of fires in south-west Burkina Faso (map).

3 : La biodiversité du Burkina Faso symbolisée ici par le baobab (image); Carte de richesse spécifique du Burkina Faso (carte). | Biodiversity of Burkina Faso symbolized by the baobab (picture); Specific species richness found in Burkina Faso (map).

4 : Les aires de conservation de la biodiversité au Burkina Faso, ici le parc national du W (image); Carte de quelques aires protégées du sud-est du Burkina Faso (carte). | Areas of biodiversity conservation in Burkina Faso, here the national park W (picture); Map of protected areas in the south-east of Burkina Faso.



POUR LES FUTURES GENERATIONS COMME:

Manumpugdiba Armémie et Kanlanfé Mélya
Annika und Henni

PREFACES* | PREFACES*

* Toutes les préfaces ont été traduites avec une attention particulière. Ces traductions n'engagent pas cependant la responsabilité des auteurs initiaux.
* All prefaces have been translated with care. However, the translations are not authorized by the original authors.

Prof. Dr. Annette SCHAVAN, MdB
Ministre Fédérale de l'Éducation et de la Recherche d'Allemagne

Biodiversität umfasst die Fülle des Lebens in allen ihren Formen. Ihr Schutz und ihre nachhaltige Nutzung müssen daher integraler Bestandteil einer zukunftsorientierten Politik sein und verstärkt im politischen und öffentlichen Bewusstsein verankert werden. Voraussetzung dafür ist ein besseres Verständnis der Auswirkungen menschlichen Handelns auf die biologische Vielfalt und ein genaueres Wissen um ihren Wert.

Wissenschaft und Forschung leisten einen unverzichtbaren Beitrag für den Erhalt der Vielfalt von Lebensräumen, Arten und Genen. Die Forschung stellt nicht nur die notwendige Wissensbasis bereit, um den fortschreitenden Biodiversitätsverlust aufzuhalten. Es sind gleichzeitig auch die Forschenden selbst, die gemeinsam mit ihren lokalen Partnern Strategien für den nachhaltigen Umgang mit der biologischen Vielfalt entwickeln.

Die Flora und Fauna des afrikanischen Kontinents zu erforschen und Veränderungen in den Naturräumen zu messen und zu mindern, ist die Aufgabe von BIOTA (Biodiversity Monitoring Transect Analysis in Africa). Das Forschungsnetzwerk wurde 1999 gemeinsam von afrikanischen und deutschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ins Leben gerufen. Aufgrund der hohen Relevanz von BIOTA beteiligen sich neben dem Bundesministerium für Bildung und Forschung mittlerweile auch mehrere afrikanische Staaten und Partnerinstitutionen an der Finanzierung der Initiative.

„BIOTA West“ wurde Anfang 2001 gestartet. Neben dem Biodiversitätszentrum in Ouagadougou (Burkina Faso) ist auch der vorliegende „BIOTA West“-Atlas ein Ergebnis dieser erfolgreichen Zusammenarbeit. Ich freue mich, dass mit diesem Atlas eine umfassende und zugleich allgemein verständliche Übersicht der zahlreichen Forschungsergebnisse und Handlungsempfehlungen vorgelegt werden kann. Denn Biodiversität ist eine unerlässliche Voraussetzung für das Funktionieren des Ökosystems und so Grundlage für menschliches Leben und Wirtschaften.



Prof. Dr. Annette Schavan, MdB
Bundesministerin für Bildung und Forschung

La biodiversité comprend la plénitude de la vie dans toutes ses formes. Sa protection et son usage durable doivent ainsi être une partie intégrante d'une politique orientée vers l'avenir et ancrer de plus en plus dans la conscience politique et publique. La condition préalable pour cela est une meilleure compréhension des effets des actions humaines sur la biodiversité et une connaissance plus approfondie de sa valeur.

La recherche scientifique contribue de façon indispensable à la préservation des biomes, des espèces et gènes. Elle ne se limite pas à fournir les connaissances fondamentales qui sont nécessaires pour arrêter le progrès de la disparition de la biodiversité. Bien plus, ce sont les chercheurs eux-mêmes qui, ensemble avec leurs partenaires locaux, élaborent des stratégies pour un usage durable de la biodiversité.

Explorer la flore et la faune du continent africain, et mesurer les changements observés dans leur milieu naturel afin de les réduire, tels sont les objectifs de BIOTA (Biodiversity Monitoring Transect Analysis in Africa / Transect d'Analyse du suivi de la Biodiversité en Afrique de l'Ouest). Ce réseau de recherche a été créé en 1999 ensemble par les chercheurs africains et allemands. Vu la grande importance de BIOTA, cette initiative est non seulement financée par le Ministère fédérale de l'Education et de la Recherche, mais entre-temps aussi par plusieurs Etats africains et institutions partenaires.

«BIOTA Ouest» a été lancé au début de 2001. Parmi les résultats de cette coopération réussie figurent le centre de biodiversité à Ouagadougou (Burkina Faso) et l'Atlas «BIOTA Ouest» actuel. Je me réjouis de l'apparition de cet atlas, qui constitue une vue d'ensemble compréhensive aussi bien que compréhensible des nombreux résultats de recherche et recommandations pratiques, car la biodiversité est une condition essentielle pour le fonctionnement de l'écosystème et, partant, le fondement de la vie humaine et de l'activité économique.

Biodiversity encompasses the abundance of life in all its forms. Therefore, its protection and sustainable use have to be an integral part of future-oriented politics and must increasingly be incorporated in political and public awareness. The prerequisite for this is a better understanding of the effects of human actions on biological diversity and a more accurate knowledge of its value.

Science and research contribute an indispensable share to the preservation of the diversity of habitats, species and genes. Not only does research provide the necessary basis of knowledge to prevent the ongoing loss of biodiversity. But it is the researchers themselves, who, at the same time develop strategies for the sustainable use of biological diversity, together with their local partners.

To explore the flora and fauna of the African continent and to assess and mitigate changes in these regions is the challenge of BIOTA (Biodiversity Monitoring Transect Analysis in Africa). This research network was launched in 1999 by African and German scientists. Due to the high relevance of BIOTA, the Federal Ministry of Education and Research (BMBF), along with several African states and partner institutions, are jointly sponsoring this initiative.

"BIOTA West" was launched in the beginning of 2001. Apart from the Biodiversity Centre in Ouagadougou (Burkina Faso), the "BIOTA West"-Atlas, as presented here, is a result of this successful collaboration. I am pleased, that with this Atlas a comprehensive and at the same time generally understandable overview of the numerous research results and recommendations can be presented. Biodiversity is an indispensable prerequisite for the functioning of ecosystems and, hence, the foundation for human livelihood and economic activities.

Pr Joseph PARÉ

Ministre des Enseignements Secondaire, Supérieur et de la Recherche Scientifique du Burkina Faso
Officier de l'Ordre national

Cet atlas s'inscrit en droite ligne des recommandations du Sommet de Rio de Janeiro sur la biodiversité (en 1992) et de la politique du Burkina Faso qui met en avant l'utilisation durable de la biodiversité pour garantir des lendemains meilleurs pour les générations à venir.

La biodiversité qui est au cœur de tous les débats actuels, constitue le fondement même de notre existence. Toute notre existence et notre développement sont rendus possibles grâce à cette biodiversité. Lorsque les connaissances dans ce domaine sont vagues et imprécises, on ne peut pas mesurer les pressions exercées sur la biosphère et encore moins mettre en place des techniques adéquates de conservation et de restauration de la biodiversité. L'atlas sur la Biodiversité du Burkina Faso réunit dans un seul ouvrage les résultats de recherches dans plusieurs disciplines (botanique, zoologie, sociologie, économie, géographie, climatologie, géologie, pédologie, etc.). Il constitue en outre un exemple de coopération entre les chercheurs du Nord et du Sud (Universités et Centres de Recherche) et les acteurs de terrain (agents forestiers, gestionnaires des aires protégées) tous engagés dans un effort commun de conservation des ressources biologiques.

Cet ouvrage qui paraît en cette année 2010, année dédiée à la biodiversité, vient combler les lacunes sur la connaissance des ressources biologiques tant au plan qualitatif que quantitatif. Outil important d'information et de sensibilisation, à travers un langage simple et accessible, cet atlas s'adresse au monde de la recherche et aux élèves, aux étudiants, aux enseignants, aux agents techniques, aux ONG, aux partenaires au développement et aux décideurs politiques. Par ailleurs, avec cet atlas, le Burkina Faso répond à une obligation de la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) qui consiste à mettre à la disposition de la communauté internationale de données fiables et actualisées sur sa biodiversité.

Je remercie tous les initiateurs et les acteurs de cette œuvre tant au niveau du Burkina Faso que de l'Allemagne. Cela constitue une preuve manifeste de la bonne collaboration entre les deux pays. Le Burkina Faso est reconnaissant au programme BIOTA (Biodiversity Transect Analysis in Africa) et au BMBF (Ministère allemand pour la recherche et l'éducation) qui ont financé la plupart des travaux de recherche et l'édition du présent ouvrage.



Pr Joseph Paré

This atlas is thoroughly consistent with the Rio de Janeiro Biodiversity Summit recommendations (1992) and Burkina Faso's policy of emphasizing the sustainable use of biodiversity to guarantee better leaving for future generations.

Biodiversity is at the core of all current debate and is the base of our existence. Our entire existence and development are made possible thanks to this biodiversity. When knowledge in this area is vague and imprecise, we cannot measure the pressures exerted on the biosphere and worse, to implement appropriate techniques to conserve and restore biodiversity. The Burkina Faso Biodiversity Atlas brings the results of research in several disciplines (botany, zoology, sociology, economy, geography, climatology, geology, pedology, etc.) together in a single work. Furthermore, it constitutes an example of cooperation between researchers in the North and in the South (Universities and Research Centres) and the field actors (foresters, protected area managers), all of whom are involved in a common effort to conserve biological resources.

Appearing in 2010, a year dedicated to biodiversity, this book fills the biological resource knowledge gaps on both a qualitative and quantitative levels. This atlas is an important tool for informing and raising awareness and is written in simple and accessible language. It is addressed to researchers and students, to secondary school, to technicians, to NGOs, to development partners and policy decision makers. Furthermore, with this atlas, Burkina Faso is fulfilling the Convention on Biological Diversity (CBD) requirement that consists in making reliable and updated data on biodiversity available to the international community.

I would like to thank all those who instigated and participated in this work, both in Burkina Faso and in Germany. This represents clear proof of good collaboration between the two countries. Burkina Faso is grateful to the BIOTA (Biodiversity Transect Analysis in Africa) programme and the BMBF (Federal Ministry of Education and research of Germany) - who financed the majority of the research as well as publication of this atlas.

Pr Sita GUINKO

Université de Ouagadougou, Officier de l'Ordre des palmes Académiques
Secrétaire Général de l'A.B.A.O.

Depuis la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement écologiquement rationnel et durable tenue les 3 et 4 juin 1992 à Rio de Janeiro (Brésil), le monde entier s'efforce d'appliquer les résolutions et les conventions adoptées. L'une des conventions élaborées porte sur la conservation et la diversité biologique ou biodiversité (terme équivalent). Selon les dispositions de cette convention, chaque Etat a obligation de développer des stratégies pour connaître et conserver sa biodiversité.

A l'occasion du séminaire constitutif de l'Association des Botanistes de l'Afrique de l'Ouest (A.B.A.O.) tenu du 11 au 13 septembre 1997 à Ouagadougou (Burkina Faso), le Professeur Edouard ADJANOHOUN, Doyen des Botanistes africains, dans sa communication sur la « botanique par les africains », lançait l'appel suivant : « ne soyons pas réticents pour prendre le train de la biodiversité, même s'il roule déjà vite. Il y va de notre engagement à sauver ce qui reste de nos formations végétales dégradées malgré nous, mutilées malgré nous, surexploitées malgré nous. Toute préservation, toute conservation, toute protection, toute action de développement durable relative à notre environnement passe par la connaissance approfondie de la biodiversité végétale et animale ».

Je considère que la connaissance de notre patrimoine végétal et animal constitue un investissement capital à long terme, dans la mesure où cela permettra de mieux appréhender les mesures à prendre pour la préservation du milieu naturel, dans le cadre des opérations de développement rural impérativement nécessaires pour la survie de nos populations.

Le présent atlas sur la biodiversité du Burkina Faso, qui rassemble dans un seul ouvrage solide les résultats de recherches menées par soixante six (66) chercheurs dans plusieurs spécialités de la biodiversité, me réjouit. C'est un document qui contient des informations détaillées et précises car les données, récoltées pour la plupart dans le cadre des mémoires d'ingénieur, des diplômes d'études approfondies et de thèses de doctorat, sont traitées suivant des méthodes de recherche appropriées et rigoureuses. Le lecteur pourra ainsi, à travers ce document, connaître le potentiel biologique du Burkina Faso (sa faune, sa flore, ses écosystèmes), les stratégies de conservation de la biodiversité adoptées par les structures étatiques ainsi que celles conçues par les populations elles-mêmes. Plus qu'un traité, j'ose croire que cet atlas contribuera sûrement à accroître l'attention des différentes couches sociales du pays sur la valeur insoupçonnée de notre biodiversité, son exploitation raisonnable et sa préservation pour les générations futures.

Par ailleurs, au niveau de l'Association des Botanistes de l'Afrique de l'Ouest (A.B.A.O.), cet atlas de biodiversité du Burkina Faso donne satisfaction à un des objectifs spécifiques qui préconise : « l'adoption d'une méthode commune dans l'étude de la flore et des formations naturelles des pays et l'établissement, pour chaque pays, d'un catalogue des espèces vasculaires et non vasculaires ».

Je suis convaincu que pour longtemps, cet ouvrage, abondamment illustré de photographies afin de rompre la monotonie de la systématique et de familiariser le novice avec les silhouettes les plus courantes, restera l'indispensable compagnon de tous ceux qui, à quelque titre que ce soit, veulent ou doivent s'efforcer de mieux connaître notre biodiversité.



Pr Sita GUINKO

Since the United Nations Conference on the Environment and Ecologically Rational and Sustainable Development held on 3rd and 4th June 1992 in Rio de Janeiro (Brazil), the whole world has been endeavouring to implement the resolutions and agreements. One of the agreements drawn up concerns conservation and biological diversity or biodiversity (equivalent term). According to the clauses of this agreement, each State is required to develop strategies aimed at understanding and conserving its biodiversity.

At the constituent seminar of the West African Botanists' Association (Association des Botanistes de l'Afrique de l'Ouest or A.B.A.O.) held from 11th to 13th September 1997 in Ouagadougou (Burkina Faso), Professor Edouard Adjanooun, Doyen of African Botanists, in his statement on "botany by Africans", made the following appeal: "let us not be slow to climb aboard the biodiversity train, even if it is already travelling at speed. It is part of our commitment to save what remains of our plant communities, which have been damaged, mutilated and over-exploited despite our efforts. Any preservation, conservation, protection or action for sustainable development relating to our environment comes as a result of thorough knowledge on plant and animal diversity".

I believe that knowledge of our plant and animal assets is a long-term capital investment insofar as it enables us to better understand what measures we need to take to preserve the natural environment within the framework of the rural development operations essential to the survival of our populations.

I am delighted with this atlas of Burkina Faso's biodiversity which unites, in one solid work, the results of research carried out by sixty-six (66) researchers in several biodiversity specialities. This document contains detailed and precise information because the majority of the data, collected from engineering masters' theses, diplomas resulting from in-depth study and doctoral theses, was processed in using appropriate and rigorous research methods. Through this document, the reader will become familiar with Burkina Faso's biological potential (its fauna, flora and ecosystems), the biodiversity conservation strategies adopted by government bodies and those designed by the people themselves. I would go as far as to say that this atlas is more than just a treatise, and that it will surely help increase the attention of the country's various social strata on the extraordinary value of our biodiversity and its reasonable exploitation and preservation for future generations.

Furthermore, for the West African Botanists' Association (Association des Botanistes de l'Afrique de l'Ouest or A.B.A.O.), this atlas of Burkina Faso's biodiversity meets one of the specific objectives, which recommends: "adoption of a common method for the study of a country's flora and natural vegetation and the creation of a catalogue of vascular and non-vascular plants for each country".

I am convinced that, for a long time, this work, which is widely illustrated with photographs in order to break up the monotony of the systematic approach and familiarize the novice with the most common profiles, will be the indispensable companion of anybody who, for whatever any reason, wishes or needs to try to better understand our biodiversity.

REMERCIEMENTS | ACKNOWLEDGEMENTS

Nous remercions vivement la générosité du Ministère fédéral de l'Education et de la Recherche dont le financement a rendu possible les travaux de recherche en Afrique de l'Ouest pendant 10 années sur lesquels se base le présent Atlas. Nous remercions sincèrement le Prof. Dr. K. E. Linsenmair, de l'Université de Würzburg pour avoir dirigé avec succès les nombreux acteurs de recherche du projet. Minnattallah Boutros, Université de Würzburg, coordinatrice administrative du projet BIOTA Afrique de l'Ouest, a soutenue le projet d'Atlas avec un engagement exceptionnel contre vents et marées et durant toutes les phases. Nous lui en sommes reconnaissants. Nous remercions également toutes les universités ayant pris part au projet et les nombreuses personnes qui ont permis à cet ouvrage d'être une réalité. Parmi celles-ci il y a 105 auteurs dont les descriptifs se trouvent dans la section Appendix « A propos des auteurs » et 56 chercheurs qui ont généreusement contribué avec toutes les photographies.

We gratefully acknowledge the generosity of the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF), whose funding enabled biodiversity research in West Africa for 10 years and, based thereon, the production of this Atlas. And we sincerely thank Prof. Dr. K. E. Linsenmair, University of Würzburg, for leading the numerous involved researchers with zeal and expertise through the project. Minnattallah Boutros, University of Würzburg, administrative coordinator of BIOTA West, supported the Atlas project with exceptional commitment against all odds and throughout all phases. We are grateful for this. We would also like to thank all participating Universities and the many, many individuals who have made this book become a reality. Among these are 105 authors, portrayed in the Appendix section: "About the Authors", and 56 researchers generously contributing photographs.

Pour la réalisation de l'Atlas Volume II : Burkina Faso, nous sommes redevables à : **For the realization of the Atlas Volume II: Burkina Faso we are indebted to:**

■ Oumarou OUÉDRAOGO

Pour toute l'assistance capitale dans le travail d'édition ; spécialement dans la compilation et la correction des manuscrits, dans ses promptes réactions face aux sollicitudes de dernières minutes.
For comprehensive editorial assistance; especially compiling and correcting manuscripts, and facilitating endless requests for last minute changes.

■ Fidèle BOGNOUNOU et Blandine NACOULMA

Pour toutes les corrections dans la dernière phase.
For correcting the manuscript in the last step.

■ Joachim EISENBERG

Qui a agi comme assistant éditeur du côté allemand.
For acting as editor assistant on the German side.

■ Urbain BELEMSOBGO, A. Basile ADOUABOU, Pierre KAFANDO et Somanégré NANA
Tous les forestiers du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, particulièrement ceux qui ont contribué dans le présent Atlas. | All foresters of the Ministry of Environment, particularly those contributing to the Atlas.

■ Soumaïla OUÉDRAOGO, Lambert SAWADOGO et Louis SAWADOGO
Pour la correction des manuscrits avec surtout une attention particulière sur la compréhension des textes au regard du public cible. | For correcting the manuscripts and paying attention that contributions are comprehensible for the public in focus.

■ Cheikh A. T. ANNE, Fidèle BOGNOUNOU, Blandine NACOUлма, Oumarou OUÉDRAOGO, Louis SAWADOGO, Marco SCHMIDT et Abdoulaye SENGHOR
«L'équipe de rédaction finale» pour avoir accepté la forte pression. | The team "de rédaction finale" for accepting the high pressure.

■ Le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie et spécialement la « Direction du Suivi Ecologique et des Statistiques (DSES) » pour nous avoir autorisé l'utilisation des données SIG et la « Direction de la Faune et de la Chasse (DFC) » pour avoir fourni toutes les informations sur la faune.
The Ministry of Environment and especially the "Direction du Suivi Ecologique et des Statistiques (DSES)" for giving permission to use GIS data and the "Direction de la Faune et de la Chasse" (DFC) for all information released on fauna.

■ Karen HAHN-HADJALI
Pour tout le soutien et les discussions constructives sur certaines contributions. | For all support and constructive discussions on some contributions.

**L'appui considérable à l'équipe éditoriale de Frankfurt/Main a été assuré par :
Considerable help to the editorial team in Frankfurt/Main was provided by:**

■ Achille ASSOGBADJO, Kanvaly DOSSO, Marius EKUE, Dethardt GOETZE, François KOUAMÉ, Oumarou OUÉDRAOGO, Oscar TEKA
Aide inestimable et spécialement dans la traduction des textes. | Invaluable overall help, especially linguistic support.

■ Karen HAHN-HADJALI
Soutien et conseils. | Support and advice.

■ Dethardt GOETZE
La préparation du Glossaire. | Preparation of the Glossary.

■ Konstantin KÖNIG
Les tâches d'édition en 2007 et 2008. | Editorial tasks in 2007 and 2008.

■ Elisabeth KALKO et Annick KOULIBALY (Glossaire), Laurent GRANJON (Chauves-souris)
Révision linguistique. | Linguistic revisions.

UNIVERSITES ET INSTITUTIONS AYANT PARTICIPE DANS BIOTA OUEST UNIVERSITIES AND INSTITUTIONS PARTICIPATING IN BIOTA WEST



ALLEMAGNE | GERMANY

Julius-Maximilians-Universität Würzburg (Coordination)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
Georg-August-Universität Göttingen
Goethe Universität Frankfurt am Main
Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
Justus-Liebig-Universität Gießen
Museum für Naturkunde, Berlin
Phillipps-Universität Marburg
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Senckenberg Forschungsinstitut, Frankfurt am Main
Technische Universität Braunschweig
Universität Osnabrück
Universität Regensburg
Universität Rostock
Universität Ulm
Zentrum für Entwicklungsforschung, Bonn



BENIN

Université Abomey-Calavi, Cotonou (Coordination)

Université de Parakou, Parakou



BURKINA FASO

Université de Ouagadougou, Ouagadougou (Coordination)

Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso



COTE D'IVOIRE

Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan (Coordination)

Université de Cocody, Abidjan
Université de Bouaké, Bouaké/Abidjan

AVANT-PROPOS | FOREWORD

Prof. Dr. K. Eduard LINSENMAIR

Coordinateur Scientifique du projet BIOTA Afrique de l'Ouest

Scientific Coordinator of BIOTA West Africa

BIOTA AFRICA, funded from 2000 to 2010 by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) with "BIOTA West Africa" as one of four regional subprojects, represents an up to date worldwide unique programme on the study of African biodiversity. It aimed on the one hand at assessing and understanding the still existing West African biological richness, being the indispensable basis for the provision of vital ecosystem services and goods upon which the local populations depend. On the other hand it focused also on the aspects of the massive endangerment of Africa's biodiversity in general and that of West Africa in particular, the causes of which are a plethora of increasingly negative anthropogenic impacts, as e.g. a strong population growth in combination with unsustainable land use. BIOTA did not only analyse the present situation but strived for offering (1) applicable solutions to the problems caused by unsustainable use of natural resources and (2) more efficient means for the preservation of biodiversity by e.g. providing species lists and ecological knowledge, by developing improved management recommendations and by pointing to important gaps in the network of protected areas. The BIOTA programme fits the requirements of the CBD (Rio de Janeiro Declaration of 1992 on the Convention on Biological Diversity) accurately, in particular in regard to the CBD-required support to be lent to developing countries for assessing, sustainably using and preserving their biodiversity.

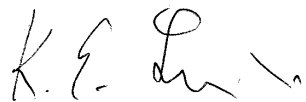
The especially remarkable aspects of BIOTA West Africa concern inter alia:

- (1) the broad inter- and transdisciplinary scope of the treated issues (from climate, soils, land use systems to a wide spectrum of botanical and zoological taxa of importance for e.g. direct use or as indicators),
- (2) the large geographical and land use range covered, spanning from the Guinean rain forest to the southern rim of the Sahara, and from still natural settings along an intensified use gradient to totally degraded land,
- (3) the fully equitable African-German cooperation to the great benefit of both parties,
- (4) the time frame of nearly ten years,
- (5) the concerted combination of basic and applied research approaches to pressing problems and not the least
- (6) the finances allocated to the project, that not only allowed a rather large number of working groups to execute effective investigations but also enabled a very successful technical and scientific capacity building in the three African Countries as well as in Germany. This includes also heavy investments into the infrastructure of our counterparts' institutions (e.g. the construction of a large "Biodiversity Information Centre" at the University of Ouagadougou or the "Data Nodes" in each country to just mention two among many other durable achievements).

The present "Biodiversity Atlas" bears ample witness to the broad scope of the BIOTA programme and the great success of our cooperative research. We hope that the three country-specific atlases will have a very wide distribution and will help stakeholders in solving problems on very different levels. We are very well aware of the many small and also very large gaps in our knowledge which are also evident from the atlases' contents. Hopefully these gaps will instigate many - especially of

the young - scientists in Africa to endeavour closing them, where this is possible. But some questions - especially our most important ones: sustainable land use and preservation of biodiversity - will never be definitely answered, since we can - in a changing world - only try to always keep track and to come closest to the momentary solution which will often some time later be obsolete.

We are deeply indebted to the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) for the generous support of this programme of biodiversity research on the African continent which is predicted to suffer most under Global Change, therefore being in particularly urgent need of recipes for mitigation. The Project Management Agency Team (PT-DLR: Environment, Culture, Sustainability, Bonn) merits sincerest thanks for their patience and their great helpfulness during all the years. Without the Ministry's and the PT's additional financial aid the atlases could not have been produced and printed. We thank the Ministère de l'Environnement et Protection de la Nature in Benin, the Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie in Burkina Faso, and the Ministère de l'Environnement et des Eaux et Forêts in Côte d'Ivoire for their help, for granting all the necessary permissions and their general willingness for cooperation. Most - also very personal - sincere thanks go to our African BIOTA coordinators: Brice Sinsin, Adjima Thiombiano, and Souleymane Konaté for their invaluable help and friendship. We are also very grateful to Dorothea Kampmann and Joachim Eisenberg: They have done a great and sometimes nerve-racking job in the production of the atlas. We are furthermore indebted to all people in Africa, stakeholders on all levels, park managers and rangers, farmers, herders, fishermen, who helped us and thus made our research principally possible. We thank the BIOTA team for the assessment and the provision of their data for the atlases. We - and especially I myself - are utmost grateful for the outstanding engagement and the steady and extremely valuable help of Minnattallah Boutros in coordinating the project. She was not only a very effective administrative coordinator, she became already very early an irreplaceable spirit of the project and an exceptionally gifted mediator between the African and German participants.



Prof. Dr. K. Eduard LINSENMAIR

Le projet de recherche scientifique BIOTA Afrique, financé de 2000 à 2010 par le Ministère fédéral de l'Éducation et de la Recherche d'Allemagne (BMBF) avec "BIOTA West Africa" comme l'un des 4 projets sous-régionaux, représente un programme unique pour l'étude de la Biodiversité Africaine. Son objectif était d'une part d'évaluer et de comprendre la richesse biologique qui subsiste encore en Afrique de l'Ouest et qui est indispensable pour la provision des services et des biens des écosystèmes dont dépendent les populations locales. D'autre part, le projet s'était focalisé sur les aspects de menaces sur la biodiversité Africaine en général et celle de l'Afrique de l'Ouest en particulier, les causes grandissantes et négatives des pressions anthropiques, comme par exemple la croissance démographique galopante bien corrélée à l'utilisation non durable des terres.

Le projet BIOTA ne s'est pas seulement focalisé sur la situation actuelle mais s'est efforcé à procurer (1) des solutions pratiques aux problèmes causés par l'utilisation non durable des ressources naturelles et (2) des moyens plus efficaces pour la préservation de la biodiversité en procurant par exemple la liste des espèces et des connaissances écologiques, en développant des outils améliorés de gestion des ressources naturelles et en procurant d'importantes données manquantes sur le réseau des aires protégées. Le projet BIOTA répond globalement aux exigences de la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) et particulièrement en son point qui invite à un soutien en direction des pays en développement en ce qui concerne l'utilisation et la conservation durable de leur biodiversité.

Les aspects remarquables du projet BIOTA Afrique de l'Ouest concernent entre autres :

- (1) l'interdisciplinarité et la transdisciplinarité des domaines abordés (en partant du climat, sols, système d'utilisation des terres, jusqu'aux larges spectres des taxons zoologiques et botaniques d'importances avec un accent particulier sur les usages directes et les indicateurs),
- (2) la grande couverture géographique et différents types du système d'utilisation des terres, s'étalant de la forêt humide Guinéenne jusqu'en bordure du Sud Sahara, et des écosystèmes encore naturels jusqu'à ceux totalement dégradés,
- (3) un partenariat équitable et bénéfique entre partenaires Africains et Allemands,
- (4) la longue durée d'environ 10 ans de projet,
- (5) la combinaison des sciences appliquées et de base dans la recherche de solutions aux problèmes pas des moindres,
- (6) les finances allouées au projet, qui ont non seulement permis à de nombreux groupes de travail d'exécuter effectivement des investigations mais aussi ont permis un réel succès quant au renforcement des capacités techniques et scientifiques dans les trois pays Africains concernés mais aussi en Allemagne. Le projet a également permis d'exécuter d'importants investissements pour la construction des infrastructures dans les institutions partenaires (Exemples : la construction d'un grand Centre d'Information sur la Biodiversité à l'Université de Ouagadougou (Burkina Faso) ou les « Data Nodes » dans chaque pays pour ne mentionner que ces deux parmi de nombreuses autres réalisations durables dans le cadre du projet).

Le présent «Atlas de Biodiversité» rentre dans la droite ligne d'action du programme BIOTA et est un grand succès de la recherche collaborative. Nous pensons que les trois Atlas spécifiques à chaque pays,

auront une large portée au sein des populations et aideront les parties prenantes à résoudre leurs problèmes à différents niveaux. Nous sommes bien conscients des nombreuses lacunes dans nos connaissances qui transparaissent aussi dans ces atlas. Nous espérons que ces lacunes vont susciter la curiosité –spécialement des jeunes- des scientifiques Africains qui vont chercher à les combler, là où cela est encore possible. Cependant, certaines de nos questions les plus importantes telles que l'utilisation durable des terres et la préservation de la biodiversité ne seront jamais définitivement résolues, car nous pouvons -dans un monde en changement- seulement essayer de toujours approcher des solutions temporaires qui peuvent se révéler obsolètes plus tard.

Nous sommes profondément reconnaissants au Ministère fédéral de l'Education et de la Recherche (BMBF) pour sa générosité à l'endroit de ce programme de recherche sur la biodiversité du continent Africain, qui souffrirait des effets des changements globaux, et donc de ce fait nécessite urgemment des recettes pour une atténuation des facteurs de menace. L'équipe de gestion du projet (PT-DRL: Environnement, Culture, Durabilité, Bonn) mérite nos sincères remerciements pour leur patience et leur aide remarquable pendant toutes les années de mise en œuvre du projet. Sans le Ministère et le PT et le financement additionnel, les atlas n'auraient pas pu être édités. Nous remercions le Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature du Bénin, le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie du Burkina Faso et, le Ministère de l'Environnement et des Eaux et Forêts de la Côte d'Ivoire pour leur aide et coopération, et pour avoir donné leur permission à la réalisation des travaux. De plus et aussi très personnel, mes sincères remerciements à l'endroit des coordinateurs Africains de BIOTA : Brice Sinsin, Adjima Thiombiano et Souleymane Konaté pour leur aide inestimable et leur fraternité. Nous sommes aussi reconnaissants à Dorothea Kampmann et Joachim Eisenberg : ils ont effectué un travail merveilleux et éprouvant pour la production de l'Atlas. Nous sommes par ailleurs reconnaissants à tous les peuples en Afrique, les parties prenantes à tous les niveaux, les gestionnaires de Parcs Nationaux, les gardes faunes, les paysans, les éleveurs de bétail, les pêcheurs, qui ont procuré leur aide et donc rendu possibles nos recherches de terrain. Nous remercions l'équipe de BIOTA pour l'évaluation et la provision de leurs données à la réalisation des atlas. Nous, spécialement moi-même, sommes particulièrement reconnaissants à l'engagement et à l'aide remarquable et régulière de Minnattallah Boutros en tant que coordinatrice du projet BIOTA Afrique de l'Ouest. Elle a été non seulement une véritable coordinatrice administrative, mais aussi a fait preuve d'une compétence exceptionnelle de médiation entre les partenaires Africains et Allemands du projet BIOTA.

TABLE DES MATIERES

Préfaces

Remerciements

Avant-Propos

1 INTRODUCTION DE L'ATLAS

- 1.1 L'Atlas de BIOTA Ouest 2
- 1.2 Cartes de l'Atlas de la Biodiversité 8

2 DETERMINISMES ENVIRONNEMENTAUX DE LA BIODIVERSITÉ EN AFRIQUE DE L'OUEST

- 2.1 Diversité biologique de l'Afrique de l'Ouest : Importance, menaces et valorisation 14
 - Objectifs de la déclaration du Millénaire et état de la biodiversité en Afrique de l'Ouest 30
- 2.2 Milieu humain 34
- 2.3 Climat et précipitations de l'Afrique de l'Ouest subsaharienne 44
 - Reconstruction du climat à partir d'échantillons de bois 52
 - Changement climatique en Afrique de l'Ouest 54
- 2.4 Les sols de l'Afrique de l'Ouest : contraintes agronomiques et dégradation 56
- 2.5 Le feu comme agent pour la structure végétale et la diversité 64
 - Influence des feux sur la biodiversité des savanes ouest africaines 72
- Bibliographie 74

3 ETAT ACTUEL DE LA BIODIVERSITE EN AFRIQUE DE L'OUEST

- 3.1 La végétation de l'Afrique de l'Ouest 78
- 3.2 Fragmentation de la forêt tropicale humide – Biodiversité en danger 86

- 3.3 Changement de la couverture terrestre d'après les observations par télédétection satellitaire 92
 - Données constantes dérivées de la télédétection sur la densité des arbres 98
- 3.4 Amphibiens de l'Afrique de l'Ouest 102
 - Utilisation non durable des grenouilles en Afrique de l'Ouest 108
- 3.5 Les chauves-souris d'Afrique de l'Ouest 110
- Bibliographie 118

4 PRINCIPAUX FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX DU BURKINA FASO

Le milieu biophysique

- 4.1 Le climat 122
- 4.2 La géologie et la géomorphologie 126
- 4.3 Les sols 130
- 4.4 L'hydrologie 134

Le milieu humain

- 4.5 Données démographiques 138
- 4.6 Indicateurs socioculturels et socioéconomiques 142
- Bibliographie 149

5 DECOUPAGE BIOGEOGRAPHIQUE DU BURKINA FASO

- 5.1 Les territoires phytogéographiques 152
- 5.2 Distribution géographique de la faune 156
- Bibliographie 161

6 ETAT ACTUEL DE LA BIODIVERSITE DU BURKINA FASO

LA FLORE

6.1 Les plantes non vasculaires: Les Micro-algues	166
6.2 Les plantes vasculaires : Les Fougères	174
6.3 Les plantes vasculaires : Les plantes à fleurs	184

Aperçu sur quelques taxons d'importance écologique et/ou socio-économique

6.4 Les Palmiers	194
6.5 Les Orchidées	198
6.6 Les Loranthaceae	200
6.7 <i>Adansonia digitata</i> L. (Le Baobab)	204
6.8 <i>Guibourtia copallifera</i> Benn. (Caesalpinaceae) : une espèce guinéenne relique	206
6.9 <i>Dialium guineense</i> Willd. ou tamarin noir d'Afrique ou Mag-pussa en mooré	210

Distribution de quelques espèces d'importance nationale

6.10 Herbacées	212
<i>Andropogon chinensis</i> A. Rich.	213
<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	214
<i>Andropogon pseudapricus</i> Stapf.	215
<i>Aristida kerstingii</i> Pilg.	216
<i>Aristida mutabilis</i> Trin. & Rupr.	217
<i>Cassia obtusifolia</i> L.	218
<i>Corchorus tridens</i> L.	219
<i>Ctenium elegans</i> Kunth	220
<i>Ctenium newtonii</i> Hack.	221
<i>Cymbopogon giganteus</i> Chiov.	222
<i>Cymbopogon schoenanthus</i> (L.) Spreng.	223
<i>Eragrostis tremula</i> Steud.	224
<i>Hyparrhenia involucrata</i> Stapf.	225
<i>Loudetia simplex</i> (Nees) C. E. Hubb.	226
<i>Panicum laetum</i> Kunth	227
<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston	228
<i>Schoenefeldia gracilis</i> Kunth	229
<i>Sporobolus pyramidalis</i> P. Beauv.	230
6.11 Ligneux	232
<i>Acacia macrostachya</i> Reichenb. ex DC.	233
<i>Adansonia digitata</i> L.	234
<i>Afzelia africana</i> Sm.	235
<i>Anogeissus leiocarpa</i> (DC.) Guill. & Perr.	236

<i>Bombax costatum</i> Pellegr. & Vuillet	237
<i>Combretum micranthum</i> G. Don	238
<i>Combretum nigricans</i> Lepr. ex Guill. & Perr.	239
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel. ex G. Don) Benth.	240
<i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. & Dalz.	241
<i>Detarium microcarpum</i> Guill. & Perr.	242
<i>Isobertinia doka</i> Craib & Stapf	243
<i>Lannea microcarpa</i> Engl. & Krause	244
<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R. Br. ex. Benth.	245
<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	246
<i>Pterocarpus lucens</i> Guill. & Perr.	247
<i>Sterculia setigera</i> Del.	248
<i>Tamarindus indica</i> L.	249
<i>Vitellaria paradoxa</i> C. F. Gaertn.	250

Utilisation des terres

6.12 Systèmes et pratiques agroforestiers	252
6.13 Agrobiodiversité : Situation de la diversité biologique agricole	256

LE FAUNE

Les invertébrés

6.14 Le zooplancton des lacs artificiels	264
6.15 La diversité des insectes	270

Les vertébrés

6.16 Les grands mammifères	276
6.17 Les petits mammifères: Chauves-souris	288
6.18 Les Oiseaux	292
6.19 Les Amphibiens	298
6.20 Les Poissons	304

Aperçu sur quelques taxons d'importance écologique et/ou socio-économique

6.21 La diversité des Coléoptères Bruchidae	314
6.22 La chenille du karité, <i>Cirina butyrospermi</i> Vuillet	318
6.23 Termites et communautés de fourmis	324
6.24 Les termites ailés : une source insoupçonnée de valeurs nutritives	332
6.25 L'Abeille domestique (<i>Apis mellifera adansonii</i> Latreille) et son importance	334

Les champignons supérieurs

6.26 Les champignons supérieurs	336
Bibliographie	343

7 ZONES D'IMPORTANCE PARTICULIERE POUR LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE AU BURKINA FASO

7.1	Historique et mécanismes de gestion des aires protégées	350
7.2	Le réseau d'Aires Protégées	354
■	Le Parc National du W du Burkina Faso : un parc aux énormes potentialités	364
■	La Réserve Partielle de faune de Pama	368
■	La Forêt Classée du Kou: une aire protégée d'importance capitale	372
■	Le Parc urbain Bangr-Weoogo « Allons en brousse en plein coeur de Ouagadougou »	376
7.3	Les bois sacrés et les forêts communautaires	378
7.4	Dégradation et perspectives	386
7.5	Chaînes gréseuses/ Formations saxicoles	390
7.6	Cascades, galeries forestières, zones humides	396
	Bibliographie	401

8 STRATEGIES DE CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE AU BURKINA FASO

8.1	Politique nationale	404
8.2	Importance de la recherche scientifique dans la conservation	422
8.3	Les stratégies socioculturelles de conservation de la biodiversité	430
8.4	Restauration écologique des zones dégradées	434
8.5	Importance des aires protégées dans la conservation des espèces	444
8.6	Importance de la conservation <i>ex situ</i>	450
	Bibliographie	456

9 CONFLITS ET PERSPECTIVES DE LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ EN AFRIQUE DE L'OUEST

9.1	Développement de la biodiversité en réponse aux changements climatiques	462
■	Scénarii d'émission du Rapport Spécial du GIEC	466
9.2	Conflits entre l'utilisation des terres et de la biodiversité des prochaines décennies	472

■	Les grenouilles comme indicateurs de dégradation des forêts tropicales	480
■	Changer les régimes de pâture au centre du Bénin	482
9.3	Impact environnemental de la culture du coton	484
9.4	Le cacao et la diversité végétale	488
■	Zai – « Levez-vous tôt pour vous empresser de préparer votre terre »	496
9.5	Problématique de la conservation des aires protégées en Afrique de l'Ouest	498
	Bibliographie	510

10 METHODES DE COLLECTE DES DONNEES DE TERRAIN POUR L'EVALUATION ET LE SUIVI DE LA BIODIVERSITÉ

10.1	Collecte des données sur les plantes	514
10.2	Évaluation des communautés de termites et de fourmis	520
10.3	Recherches ichtyologiques dans les eaux douces	526
10.4	Échantillonnage des amphibiens	534
10.5	Échantillonnage de chauve-souris	540
	Bibliographie	546

APPENDIX

Glossaire	551
Index des espèces	569
Financement additionnel	573
Au sujet des éditeurs et des auteurs	575
Photographes	585
Index	587
Abréviations	592

TABLE OF CONTENTS

Prefaces

Acknowledgements

Foreword

1 INTRODUCTION TO THE ATLAS

- 1.1 The BIOTA West Atlas 2
- 1.2 Maps of the Biodiversity Atlas 8

2 DRIVING FORCES FOR BIODIVERSITY IN WEST AFRICA

- 2.1 Biological diversity of West Africa: Importance, threats and valorisation 14
 - Millennium development goals and the state of biodiversity in West Africa 31
- 2.2 Human environment 34
- 2.3 Sub-Saharan West Africa climate and precipitation regime 44
 - Climate reconstruction from wood samples 52
 - Climate change in West Africa 55
- 2.4 Soils of West Africa: agronomic constraints and degradation 56
- 2.5 Fire as an agent for vegetation structure and diversity 64
 - Influence of fire on West African savanna biodiversity 73
- Bibliography 74

3 CURRENT STATE OF BIODIVERSITY IN WEST AFRICA

- 3.1 Vegetation of West Africa 78
- 3.2 Fragmentation of rain forest - endangering biodiversity 86

- 3.3 Land cover change in West Africa as observed by satellite remote sensing 92
 - Continuous tree density data as derived by remote sensing 98
- 3.4 West African amphibians 102
 - Unsustainable use of frogs in West Africa 108
- 3.5 Bats of West Africa 110
- Bibliography 118

4 PRINCIPAL ENVIRONMENTAL FACTORS OF BURKINA FASO

The biophysical environment

- 4.1 Climate 122
- 4.2 Geology and geomorphology 126
- 4.3 Soils 130
- 4.4 Hydrology 134

The human environment

- 4.5 Demographic data 138
- 4.6 Sociocultural and socioeconomic indicators 142
- Bibliography 149

5 BIOGEOGRAPHIC ZONATION OF BURKINA FASO

- 5.1 The phytogeographic territories 152
- 5.2 Distribution of wildlife 156
- Bibliography 161

6 THE CURRENT STATE OF BIODIVERSITY OF BURKINA FASO

FLORA

6.1 Non-vascular plants: Microalgae	166
6.2 Vascular plants: Ferns	174
6.3 Vascular plants: Flowering plants	184

Outline of a few taxa of ecological and/or socioeconomic importance

6.4 Palm trees	194
6.5 Orchids	198
6.6 Loranthaceae	200
6.7 <i>Adansonia digitata</i> L. (Baobab)	204
6.8 <i>Guibourtia copallifera</i> Benn. (Caesalpiniaceae): a Guinean relic species	206
6.9 <i>Dialium guineense</i> (Black Tamarind)	210

6.10 Herbs	212
<i>Andropogon chinensis</i> A. Rich.	213
<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	214
<i>Andropogon pseudapricus</i> Stapf.	215
<i>Aristida kerstingii</i> Pilg.	216
<i>Aristida mutabilis</i> Trin. & Rupr.	217
<i>Cassia obtusifolia</i> L.	218
<i>Corchorus tridens</i> L.	219
<i>Ctenium elegans</i> Kunth	220
<i>Ctenium newtonii</i> Hack.	221
<i>Cymbopogon giganteus</i> Chiov.	222
<i>Cymbopogon schoenanthus</i> (L.) Spreng.	223
<i>Eragrostis tremula</i> Steud.	224
<i>Hyparrhenia involuocrata</i> Stapf.	225
<i>Loudetia simplex</i> (Nees) C. E. Hubb.	226
<i>Panicum laetum</i> Kunth	227
<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston	228
<i>Schoenefeldia gracilis</i> Kunth	229
<i>Sporobolus pyramidalis</i> P. Beauv.	230
6.11 Woody plants	232
<i>Acacia macrostachya</i> Reichenb. ex DC.	233
<i>Adansonia digitata</i> L.	234
<i>Azelia africana</i> Sm.	235
<i>Anogeissus leiocarpa</i> (DC.) Guill. & Perr.	236
<i>Bombax costatum</i> Pellegr. & Vuillet	237
<i>Combretum micranthum</i> G. Don	238

<i>Combretum nigricans</i> Lepr. ex Guill. & Perr.	239
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel. ex G.Don) Benth.	240
<i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. & Dalz.	241
<i>Detarium microcarpum</i> Guill. & Perr.	242
<i>Isoblerlinia doka</i> Craib & Stapf	243
<i>Lannea microcarpa</i> Engl. & Krause	244
<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R. Br. ex. Benth.	245
<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	246
<i>Pterocarpus lucens</i> Guill. & Perr.	247
<i>Sterculia setigera</i> Del.	248
<i>Tamarindus indica</i> L.	249
<i>Vitellaria paradoxa</i> C. F. Gaertn.	250

Land use

6.12 Agroforestry systems and practices	252
6.13 Agrobiodiversity: Situation of agricultural biological diversity	256

FAUNA

Invertebrates

6.14 Zooplankton in artificial lakes	264
6.15 Diversity of insects	270

Vertebrates

6.16 Large mammals	276
6.17 Small mammals: Bats	288
6.18 Birds	292
6.19 Amphibians	298
6.20 Fishes	304

Outline of a few taxa of ecological and/or socioeconomic importance

6.21 Diversity of Bruchidae Coleoptera	314
6.22 Shea Caterpillar, <i>Cirina butyrospermi</i> Vuillet	318
6.23 Termites and ant communities	324
6.24 Winged termites: an unsuspected source of nutritional value	332
6.25 Honeybee (<i>Apis mellifera adansonii</i> Latreille) and its importance	334

Macroscopic fungi

6.26 Macroscopic fungi	336
Bibliography	343

7 AREAS OF SPECIAL IMPORTANCE FOR BIODIVERSITY CONSERVATION IN BURKINA FASO

7.1	History and management mechanisms of protected areas	350
7.2	The network of Protected Areas	354
■	W National Park of Burkina Faso: a park with enormous potential	366
■	The Partial Fauna Reserve of Pama	369
■	The Classified Forest of Kou: a protected area of key importance	374
■	Bangr-Weoogo Urban Park "Let's go into the bush in the heart of Ouagadougou"	377
7.3	Sacred groves and community forests	378
7.4	Degradation and perspectives	386
7.5	Sandstone chains/ Saxicolous formations	390
7.6	Waterfalls, gallery forests, wetlands	396
	Bibliography	401

8 BIODIVERSITY CONSERVATION STRATEGIES IN BURKINA FASO

8.1	National policy	404
8.2	Importance of scientific research in conservation	422
8.3	Socio-cultural strategies of biodiversity conservation	430
8.4	Ecological restoration of degraded zones	434
8.5	Importance of protected areas in species conservation	444
8.6	Importance of <i>ex-situ</i> conservation	450
	Bibliography	456

9 CONFLICTS AND PERSPECTIVES OF BIODIVERSITY CONSERVATION IN WEST AFRICA

9.1	Biodiversity development in response to climate change	462
■	Emission Scenarios of the IPCC Special Report	466
9.2	Conflicts of land use and biodiversity of upcoming decades	472
■	Frogs as rain forest degradation indicators	481

■	Changing grazing regimes in Central Benin	482
9.3	Environmental impact of growing cotton	484
9.4	Cacao and plant diversity	488
■	Zai "Get up early and hurry to prepare your land"	496
9.5	Protected Areas conservation issues in West Africa	498
	Bibliography	510

10 FIELD METHODS FOR BIODIVERSITY ASSESSMENT AND MONITORING

10.1	Collecting field data: Plants	514
10.2	Assessment of termite and ant communities	520
10.3	Ichthyologic research in West African freshwaters	526
10.4	Sampling amphibians	534
10.5	Sampling bats	540
	Bibliography	546

APPENDIX

Glossary	560
Species index	569
Additional financing	573
About the editors and the authors	575
Photographers	585
Index	589
Abbreviations	592

1		3	4
2	5		6
	7	8	9

- 1 : Excursion dans la réserve forestière de la Lama. | Fieldtrip to the Lama Forest Reserve. Bénin, 2010. JEI
- 2 : Réalisation d'une fosse pédologique dans le parc national de la Pendjari. | Digging a soil profile in Pendjari National Park. Bénin, 2006. CAN
- 3 : Discussion sur la dynamique de la végétation dans le parc national de la Comoé. | Discussing vegetation dynamics in Comoé National Park. Côte d'Ivoire, 2002. JMU
- 4 : Lutte contre les obstacles dans le parc national de la Pendjari. | Fighting obstacles in Pendjari National Park. Bénin, 2005. TKO
- 5 : A la recherche de la meilleure image sur le fleuve Pendjari dans le parc national d'Arly. | In search of the best picture, on the Pendjari in Arly National Park. Bénin et Burkina Faso, 2005. MBO
- 6 : Inauguration du Centre d'Information sur la Biodiversité. | Inauguration of the Biodiversity Center. Ouagadougou, Burkina Faso, 2010. MWE
- 7 : Observation minutieuse des arthropodes. | Scrutinizing arthropods. Orodara, Burkina Faso, 2005. MBO
- 8 : Dans le parc national de la Pendjari. | In the Pendjari National Park. Bénin, 2007. MWE
- 9 : Pourquoi un Atlas ? | Why an Atlas? Natitingou, Bénin, 2007. MWE

I Introduction de l'Atlas Introduction to the Atlas



1.1

L'Atlas de BIOTA Ouest

Minnattallah BOUTROS
Dorothea KAMPMANN

BIOTA WEST AFRICA

BIOTA Africa⁷ (BIOdiversity Monitoring Transect⁷ Analysis in Africa) a démarré ses activités en 2000 comme un projet de recherche coopérative et interdisciplinaire, initié et financé par le Ministère de l'Education et de la Recherche de la République Fédérale d'Allemagne (BMBF).

Le projet s'est développé en un réseau unique constitué de scientifiques allemands et africains visant à créer un support scientifique pour les décideurs dans les plans de conservation et comme une contribution holistique pour une gestion réalisable et durable de la **biodiversité**⁷.

BIOTA Afrique répond aux obligations des conventions des Nations Unies sur la biodiversité (UNCBD) et sur les **changements climatiques**⁷ (UNFCCC), du Plan d'Action de Johannesburg du Sommet Mondial sur le Développement Durable (WSSD),

et le Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique (NEPAD).

Dans BIOTA Ouest, un des quatre sous projets régionaux, plus de 150 chercheurs ont collecté des données sur divers aspects de la biodiversité dans différents domaines scientifiques au Burkina Faso, au Bénin et en Côte d'Ivoire, en travaillant sur quatre sujets centraux :

1. L'analyse de la biodiversité dans les environnements naturels et anthropiques dans le réseau BIOTA Ouest (2001-2003)

La phase pilote de BIOTA Ouest avait pour objectif la collecte d'exemples d'informations précises sur l'état actuel de la biodiversité, particulièrement dans les parcs nationaux, considérés comme étant une meilleure référence pour ce qui est du potentiel de diversité dans la région.

2. Vers une gestion durable de la biodiversité (2004-2007)

Dans la phase II, nous avons comparé les sites exploités et non exploités afin de quantifier l'impact des activités humaines sur la biodiversité. Nous avons commencé par développer des plans d'aménagement et continué le suivi écologique de la biodiversité ré-

The BIOTA West Atlas

BIOTA WEST AFRICA

BIOTA Africa⁷ (BIOdiversity Monitoring Transect⁷ Analysis in Africa) Africa started in the year 2000 as a co-operative and interdisciplinary research project, initiated and funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF).

The project developed into a unique network of German and African scientists aiming at creating scientific support for decision makers for conservation planning and as a holistic contribution towards a feasible and sustainable use of **biodiversity**⁷.

BIOTA Africa meets the obligations of the UN conventions on biodiversity (UNCBD) and **climate change**⁷ (UNFCCC), of the Johannesburg Plan of Action of the World Summit on Sustainable Development (WSSD), and the New Partnership for Africa's Development (NEPAD).

In BIOTA West, one of four regional sub-projects, more than 150 researchers collected data on various aspects of biodiversity on different scientific fields in Burkina Faso, Benin and Côte d'Ivoire working in three different phases of the project:

1. Biodiversity analysis in natural and anthropogenically disturbed environments in the BIOTA West network (2001-2003):

The pilot phase of BIOTA West was aiming at the collection of sound exemplary information on the actual status of biodiversity, mainly in National Parks, serving as a proper reference for the potential diversity in the region.

2. Towards sustainable use of biodiversity (2004-2007):

In phase two we tried to compare used and unused sites to quantify the impact of human activities on biodiversity. We started to develop management plans and continued the monitoring of the regional biodiversity under the threats of a changing climate and increasing human impact.



Carte 1.1: Carte topographique de base indiquant les pays impliqués dans BIOTA Ouest et le transect BIOTA en Afrique de l'Ouest.
Map 1.1: Topographic base map showing BIOTA West target countries and the BIOTA transect in West Africa.



gionale en relation avec la menace des changements climatiques et de la croissance des impacts humains.

3. Support scientifique pour la conservation et la gestion durable de la biodiversité (2007-2010)

La phase III a été marquée par le développement des méthodes et outils pour une meilleure gestion durable des ressources naturelles ainsi que de solides informations de base sur la biodiversité et une meilleure approche régionale sur les différents aspects de conservation basés sur les résultats de près d'une décennie de recherche interdisciplinaire.

Pendant la durée de tout le projet, le renforcement des capacités a été une priorité majeure. Des aides institutionnelles pour les universités africaines partenaires et la formation des jeunes chercheurs africains à différent niveau a été une des conditions pour le succès de notre projet. En plus, divers produits ont été générés. Cet atlas, compilé pour un large public et structures à plusieurs niveaux, est un de ces produits pour renforcer les capacités en Afrique de l'Ouest.

3. Scientific support for conservation and sustainable use of biodiversity (2007-2010):

Phase three has been marked by the development of methods and tools for a more sustainable use of natural resources and the basis of sound information on biodiversity and a more regional approach on different conservation aspects based on the results of almost a decade of interdisciplinary research. During the duration of the whole project capacity building has been a major priority. Institutional support of the involved African universities and training of young African researchers at different levels has been elementary for the success of our project. Additionally, divers products have been generated. This Atlas,

Fig. 1.1: Chercheurs de BIOTA Ouest du Bénin (A), du Burkina Faso (B) et de la Côte d'Ivoire (C) à l'atelier initial sur l'atlas, échangeant sur le but et le contenu de l'atlas sur la biodiversité, Natitingou, Bénin, Octobre 2007. | BIOTA West researchers of Benin (A), Burkina Faso (B) and Côte d'Ivoire (C) at the initial Atlas workshop discussing the aim and contents of the Biodiversity Atlas, Natitingou, Benin, October 2007. MWE

POURQUOI UN ATLAS ?

Les données présentées dans l'Atlas de la Biodiversité proviennent de recherche BIOTA Ouest et complétée par des experts nationaux des pays africains impliqués. L'objectif général était de mieux comprendre la situation de la conservation, la distribution ou le mode de vie des différents groupes d'organismes, afin d'une gestion durable de la biodiversité présente et de restaurer les **écosystèmes**⁷ déjà dégradés. Sur la base de certaines études du projet, des recommandations ont été proposées pour une utilisation durable des organismes choisis. C'est une collection unique d'informations régionales sur la biodiversité en Afrique occidentale.

Les vastes données réunies dans le projet BIOTA Ouest ont été analysées et les résultats publiés dans plus de 600 articles scientifiques et de revues spécialisées dans différents domaines liés aux activités du projet. Mais BIOTA visait aussi une application large de ses recherches en s'appuyant sur les résultats et les recommandations. L'Atlas s'adresse aux ministères, ONG, directeurs de Parcs Nationaux ainsi qu'aux enseignants, étudiants et au public intéressé. Cet Atlas de la Biodiversité de l'Afrique occidentale a été élaboré afin de préserver les résultats du projet BIOTA et les rendre accessibles à la communauté de chercheurs externes, de traduire les résultats de

compiled for a broad public and stakeholders on several levels is one of them, a product to enforce capacity building in West Africa.

WHY AN ATLAS?

The data presented in the Atlas of Biodiversity is derived from BIOTA West research and is supplemented by national experts of the involved African countries. The overall goal was to better understand the conservation status, distribution or way of life of the different groups of organisms in order to sustain the high species richness still found or to restore already degraded **ecosystems**⁷. In some studies recommendations for sustainable use of selected organisms are proposed. It is a unique collection of regional information on biodiversity of West Africa. The expansive data collected in the BIOTA West project have been analysed and the results published in more than 600 scientific publications in journals specialized in the respective fields. But BIOTA was also aiming at a broad application of its research based results and recommendations. The Atlas therefore addresses ministries, NGOs, National Park managers as well as teachers, students and the interested public alike. In order to

recherche dans des langues simples et compréhensibles pour un public plus large.

STRUCTURE DE L'ATLAS

Chacun des trois pays concernés – Bénin, Burkina Faso et Côte d'Ivoire – se trouve face à des problèmes différents par rapport à la conservation de la biodiversité. L'Atlas est donc structuré en trois tomes avec un tome par pays.

Chacun des tomes contient des chapitres identiques (Chapitres 2 & 3) qui traitent des données fondamentales affectant la biodiversité au niveau de l'Afrique occidentale et l'état actuel de la biodiversité dans la sous région.

Les Chapitres 4 à 8 sont centrés sur les pays et renferment les informations relatives à l'état de la biodiversité nationale, les menaces majeures sur la biodiversité, les zones d'importance pour la conservation de la biodiversité et les stratégies futures à définir pour la conservation de la biodiversité nationale. Les changements anticipés sous la pression du climat et des changements liés à l'utilisation des terres pour tous les trois pays visés sont discutées au chapitre 9. Le dernier chapitre (Méthodes) donne un aperçu des méthodes de terrain utilisées dans les travaux de BIOTA pour étudier les

preserve this comprehensive data, to make it accessible outside of the research community and to transpose research results for a broader public, this Atlas of Biodiversity of West Africa was compiled.

STRUCTURE OF THE ATLAS

Each of the three involved countries - Benin, Burkina Faso and Côte d'Ivoire – is facing different problems to conserve its biodiversity. The Atlas is therefore organized in three national volumes.

Each volume contains identical chapters (Chapters 2 & 3) dealing with basic data affecting biodiversity at the West African level and the current state of biodiversity found there.

Chapters 4 to 8 have a national focus on biodiversity covering the major influences on biodiversity, the current state of biodiversity in the respective country, areas of special importance for conservation, and national conservation strategies of the future. Anticipated changes under the pressure of climate change and land use change for all three target countries alike are discussed in chapter 9. The last chapter (Methods) gives an insight into field methods used in the studies of BIOTA for surveying plants,

plantes, les fourmis et les termites, les poissons, les amphibiens et les chauves-souris.

L'appendice comprend un glossaire exhaustif expliquant les termes scientifiques et non scientifiques importants utilisés dans cet Atlas, afin d'aider à comprendre le sujet complexe de la biodiversité présentée dans l'Atlas. Le glossaire peut aussi servir de référence

générale à ce sujet. De plus le lecteur peut trouver un listing de tous les noms d'espèces scientifiques mentionnées dans l'Atlas, une brève description personnelle de tous les auteurs qui ont participé à l'ouvrage et une présentation des organisations qui ont financièrement contribué à l'édition de cet Atlas ainsi qu'à sa diffusion pour un plus grand impact.

Tab. 1.1: Structure de l'atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Volumes I- III. | Structure of the Biodiversity Atlas of West Africa, Volumes I - III.

Préfaces Prefaces		
Remerciements Acknowledgements		
Avant-propos Foreword		
1	Introduction Introduction	
2	Déterminismes environnementaux de la biodiversité Driving forces for biodiversity	
3	Etat actuel de la biodiversité Current state of biodiversity	
	I : BENIN	II : BURKINA FASO
4	Les principaux facteurs environnementaux Major environmental factors	Principaux facteurs environnementaux Major environmental factors
5	Utilisation des terres Land use	Découpage biogéographique Biogeographic subdivisions
6	Etat actuel de la biodiversité végétale au Bénin Current state of plant biodiversity	Etat actuel de la biodiversité Current state of biodiversity
7	Etat actuel de la biodiversité animale Current state of animal biodiversity	Zones d'importance écologique particulière pour la conservation de la biodiversité Areas of special importance for biodiversity conservation
8	Zones d'importance écologique particulière pour la conservation de la biodiversité Areas of special importance for biodiversity conservation	Stratégies de conservation de la biodiversité Strategies for biodiversity conservation
9	Conflits et perspectives de la conservation de la biodiversité Conflicts and perspectives of biodiversity conservation	
10	Méthodes : Collecte des données de terrain Methods: collecting field data	
Glossaire Glossary		
Index des espèces végétales & animales Index of plant & animal species		
Au sujet des auteurs About the authors		
Index Index		

ants and termites, fish, amphibians, and bats.

The appendix includes a comprehensive glossary explaining important scientific and non-scientific terms used in the Atlas to help understand the complex topic of biodiversity presented in the Atlas. The glossary can also serve as a general reference

for this topic. Further more the reader can find a listing of all scientific species names mentioned in the Atlas, a short personal description of all contributing authors, and a presentation of the organisations additionally donating money to increase the edition, and therefore the impact, of the Atlas.

1.2

Cartes de l'Atlas de la Biodiversité

Joachim EISENBERG

Toutes les cartes dans l'Atlas de la Biodiversité[®] ont été réalisées pour clairement satisfaire les demandes de visualisation des données complexes. Les données pour ces cartes ont été traitées dans un **Système d'Information Géographique (SIG)**[®] qui permet la superposition de plusieurs couches d'informations à référence spatiale.

Les informations montrées par toutes les cartes se composent d'une carte de base et d'informations spécifiques pour un thème donné dans une carte thématique.

CARTE DE BASE

La carte de base, qui se trouve dans différentes mesures comme une carte à l'appui des informations de base dans chaque carte, a été construite en trois éléments (groupes de couches, Fig 1.2) :

1. Carte topographique avec des informations sur la hauteur et la topographie de la surface des terres (pente, exposition) sur la base d'un **modèle numérique du terrain (MNT)**[®]
2. Frontières internationales et régionales, routes, endroits peuplés, cours d'eau et caractéristiques importantes du paysage comme **escarpements**[®], larges vallées, plateaux, montagnes, etc..
3. Graticule de carte (grille de latitude et longitude), et barre d'échelle.

CARTE THEMATIQUE

La situation des zones spécifiques d'intérêt (par ex. Les zones protégées dans le chapitre 9), les vues de terrain de certaines espèces de plantes ou d'animaux peuvent recevoir une référence spatiale en utilisant le **GPS**[®] (Système de Positionnement Global) ou moins précisément par référence aux coordonnées géographiques sur une carte. Elles peuvent être visualisées dans le SIG. De plus, dans certains pré-requis, les données de fréquence des espèces peuvent être traitées pour les informations explicites sur le plan spatial (par ex. cartes de diversité des espèces dans le chapitre 3). Les images satellites peuvent aussi être interprétées pour répondre aux questions

Maps of the Biodiversity Atlas

All maps in the Atlas of Biodiversity[®] were customized to meet the demands of visualizing complex data in a straight forward manner. The data for the maps were processed in a **Geographic Information System (GIS)**[®], which allows the overlying of several "layers" of information with spatial reference.

The information shown by all maps consists of a base map and specific information for a certain topic in a thematic map.

BASE MAP

The base map, which is found in different extents as the underlying basic information in each map, was constructed in three elements (layer groups, Fig 1.2):

1. Topographic map with information on elevation and the topography of the land surface (slope, exposition) on the basis of a **digital elevation model (DEM)**[®]

2. International and regional borders, roads, populated places, water bodies, and prominent landscape features, like **escarpments**[®], wide valleys, plateaus, mountains, etc.
3. Map graticule (grid of latitude and longitude) and scale bar.

THEMATIC MAP

The location of special areas of interest (e.g. Protected areas in chapter 9), field sightings of certain plant or animal species can be given spatial reference by the use of **GPS**[®] (Global Positioning System) or less accurately by reference to geographic coordinates in a map. These can be visualized in the GIS. Furthermore under certain prerequisites, species occurrence data can be processed to spatially explicit information (e.g. species diversity maps in chapter 3). Also satellite images can be interpreted to address questions of e.g. land use or fire occurrence (e.g. chapter 3.3 Landcover change). All this information can be combined into a map visualizing information on a certain topic. This is called a *thematic map* which is then combined with the base map.

concernant par exemple l'utilisation des terres et les incendies (par ex. le chapitre 3.3 Modification de couverture du terrain). Toutes ces informations peuvent être combinées dans une carte visualisant les informations sur un sujet donné. Cela s'appelle une carte thématique qui est ensuite combinée à la carte de base.

ELEMENTS DE LA CARTE DE BASE

Topographie : Altitude dérivée du modèle de hauteur numérique ; ombre de la colline (pente et exposition comme fonction de l'altitude)

Frontières : Les frontières les plus récentes des pays africains sont disponibles dans la Bibliothèque des Cartes (MLS). Corrections mineures, selon le cas, par connaissances d'experts.

Routes : Une partie du dossier routes de la Carte Numérique du Monde (DCW, Digital Chart of the World) de 1994 a servi de base pour cette couche. De plus, l'alignement actuel des routes a été discuté avec les coordonnateurs du projet local pour inclure les développements d'infrastructures en cours dans les pays d'Afrique occidentale.

Villes : Cette couche se compose de données provenant du Serveur de Noms GEOnet (GNS) et de DCW. Ces informations ont été

révisées par le responsable des pays africains. Cette couche contient toujours les capitales, préfectures et villes importantes, selon l'échelle des cartes mais également les villes moins importantes.

Cours d'eau et fleuves : Les bordures de mer, les fleuves et les cours d'eau les plus importants ont été pris à partir des données de cours d'eau et fleuves (SWBD) de la Mission de Topographie par Radar de Navette (SRTM, Shuttle Radar Topography Mission). Les plus petits cours d'eau et fleuves ont été extraits des données DCW conformément aux atlas de Jeune Afrique (Côte d'Ivoire, Burkina Faso).

Caractéristiques du paysage : Les montagnes ont été extraites de MNT avec les cartes topographiques de la région, si ces données sont disponibles. Les montagnes les plus élevées et également les caractéristiques les plus visibles du paysage d'Afrique occidentale sont indiquées sur la carte.

Echelle : Donne l'échelle de la carte en kilomètres.

Graticule de carte : Le long du coin de la carte, la grille bleu clair de latitude et de longitude est donnée.

Légende : Décrit les informations spécifiques à chaque carte, en particulier les informations thématiques.

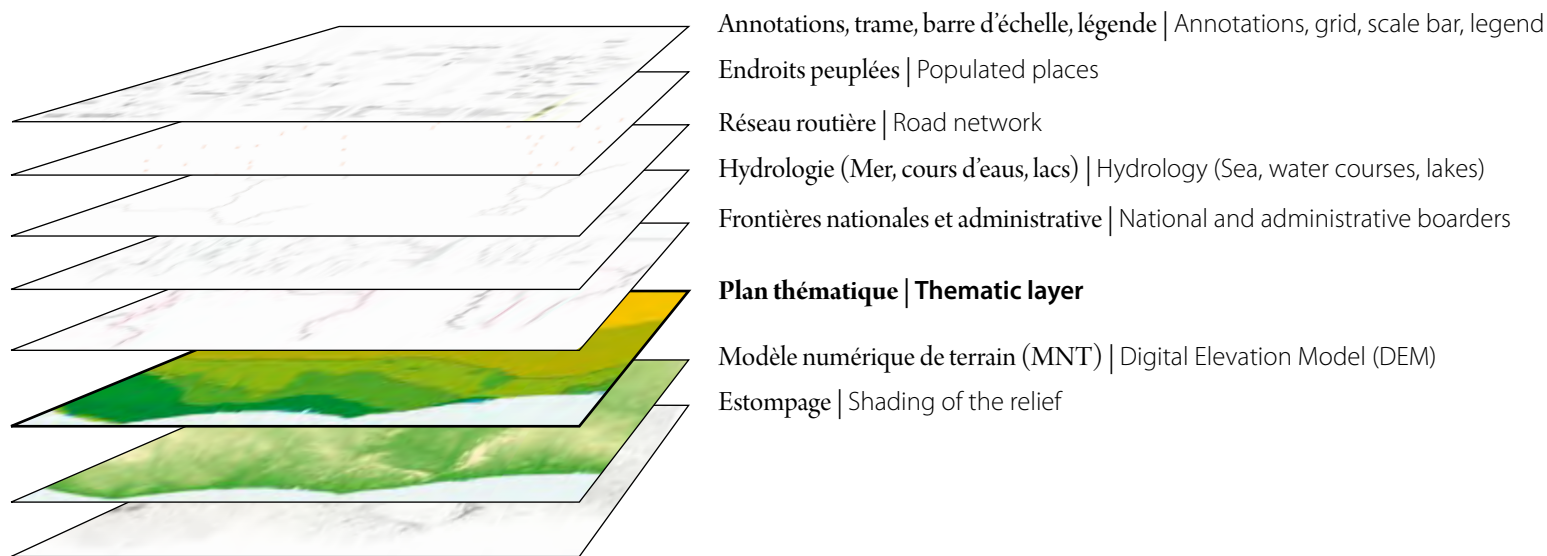


Fig. 1.2: Structure de la carte de base de l'Atlas de la Biodiversité. | Structure of the base map of the Biodiversity Atlas.

Projection de la carte : Sur toutes les cartes, un système de coordination géographique a été utilisé ; il est caractérisé par une surface sphérique en trois dimensions pour définir les lieux sur la terre avec les valeurs de latitude et de longitude. Le corps de la terre est représenté par le Système sphéroïde Géodétique Mondial de 1984 (WGS 1984) qui a été développé pour représenter tous les endroits de la terre entière de manière acceptable. Les paramètres de la projection à utiliser dans le système d'informations géographiques sont :

- Système Géodétique Mondial 1984
- Donnée : WGS 84
- Sphéroïde : WGS 84.

SOURCES DE DONNEES DE LA CARTE DE BASE

Données numériques

DCW, Carte Numérique du Monde : Le DCW est l'Institut de Recherche des Systèmes de l'Environnement, Inc. (ESRI) un produit développé à l'origine pour l'Agence de Cartographie de la Défense américaine (DMA) en utilisant les cartes aéronautiques DMA de 1993 à une échelle de 1:1 000 000 (<http://www.maproom.psu.edu/dcw/>).

GNS, Serveur de Noms GEONet : Le Serveur donne accès à l'Agence de Renseigne-

ments Géospatiale Nationale (NGA) et le Bureau américain des bases de données des Noms Géographiques (US BGN) des noms de caractéristiques géographiques étrangers. La base de données est un répertoire officiel des décisions sur le nom des endroits étranger approuvées par le US BGN. (<https://www1.nga.mil>)

MLS, Serveur de Bibliothèque des Cartes : La Bibliothèque des Cartes est une source de données cartographiques de base du domaine public concernant les frontières administratives dans les pays en développement. L'ensemble des données a été revu et mis à jour pour refléter les frontières à la date de janvier 2007. (<http://www.maplibrary.org>)

SFB 268 / Afrique occidentale (Sonderforschungsbereich 268 : Dans le cadre de l'unité de recherche spécifique – SFB) 268 sur l'évolution culturelle et l'histoire de la langue en Afrique occidentale, il a été établi un GIS du Burkina Faso au Département de Géographie Physique à l'Université de Francfort. Parmi les données réunies pendant le travail sur le terrain, plusieurs cartes ont été numérisées et ont servi de base à ce GIS.

SRTM, Mission topographique de Navette Radar : en février 2000, lors de la Mission Topographique de Navette Radar, la Navette spatiale Endeavour a rassemblé des données radar en trois dimensions de la surface de la terre grâce à un système radar spécialement modifié. Les données ont été converties aux modèles de hauteur numériques (DEM) couvrant la surface

ELEMENTS OF THE BASE MAP

Topography: Altitude derived from the digital elevation model; hillshade (slope and exposition as a function of altitude).

Borders: The most up to date frontiers of African countries are available in the Map Library (MLS). Minor corrections where done by expert knowledge.

Roads: A Part of the road file of the Digital Chart of the World (DCW) from 1994 served as basis for this layer. Additionally the current alignment of the roads was discussed with the corresponding local project coordinators to include ongoing infrastructural developments in the West African countries.

Towns: This layer is composed of data from the GEONet Names Server (GNS) and the DCW. This information was reviewed by the respective responsible person of the African countries. This layer always contains the capitals, prefectures, and bigger towns, depending on the scale of the maps also smaller towns.

Water bodies: The shore line of the sea and the bigger rivers was taken from the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) water body data (SWBD). Smaller rivers were extracted from the DCW data in accordance with the atlases of Jeune Afrique (Côte d'Ivoire, Burkina Faso).

Landscape features: Mountains were extracted from the DEM in combination with the topographic maps of the region, if available. The highest mountains and also the most prominent features in the West African landscape are indicated in the map.

Scale bar: Shows the scale of the map in kilometres.

Map graticule: Along the corner of the map the light blue grid of latitude and longitude is labelled.

Legend: Describes the information specific to each map, especially the thematic information.

Map projection: In all maps a geographic coordinate system was used which is characterised by a three-dimensional spherical surface to define locations on the earth with its longitude and latitude values. The earth's body is represented by the World Geodetic System 1984 (WGS 84) spheroid which was developed to represent all places on the whole earth in an acceptable way. The parameters of the projection to use in the geographic information system are:

- World Geodetic System 1984
- Datum: WGS 84
- Spheroid: WGS 84.

de la terres entre 60° Nord et 58° Sud. (<ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SRTM3/Africa/>)

SWBD, SRTM Données concernant l'eau : Les données ont été obtenues par l'Agence de Renseignements Géospatiale Nationale (NGA) à partir des données SRTM et elles montrent les fleuves et rivières et les côtes de manière bien définie dans un format Shapefile ESRI. (<ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SWBD/>)

Données non numériques

Vennetier, P. (Ed.), (1983) : Atlas de la Côte d'Ivoire. Les éditions jeune afrique, Paris.

Ben Yahmed, D. (Ed.), (2005) : Atlas du Burkina Faso. Les éditions jeune afrique, Paris.

Nombreux cartes de la serie des «Cartes de l'afrique de l'Ouest» à l'echelle de 1:200 000 de 1962 à 1980 (Pama, Tenkodogo, Fada N'Gourma, Arli, Madjori, Natitingou, etc.). E.g.:

Pama. Carte au 1 : 200 000. 1980. Burkina Faso. Feuille ND-30-XI. Institut Géographique National - France, Paris.

DATA SOURCES OF BASE MAP

Digital data

DCW, Digital Chart of the World: The DCW is an Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI) product originally developed for the US Defence Mapping Agency (DMA) using DMA aeronautical maps from 1993 at a scale of 1:1,000,000 (<http://www.maproom.psu.edu/dcw/>).

GNS, GEOnet Names Server: The Server provides access to the National Geospatial-Intelligence Agency's (NGA) and the U.S. Board on Geographic Names' (US BGN) database of foreign geographic feature names. The database is the official repository of foreign place-name decisions approved by the US BGN. (<https://www1.nga.mil>)

MLS, Map Library Server: The Map Library is a source of public domain basic map data concerning administrative boundaries in developing countries. The entire dataset has been reviewed and updated to reflect the boundaries as per Jan 2007. (<http://www.maplibrary.org>)

SFB 268 / West Africa (Sonderforschungsbereich 268: In the framework of the special research unit– SFB) 268 on the cultural evolution and language history in West Africa a GIS of Burkina Faso was established at the Department of Physical Geography at Frankfurt University. Among the collected data during field work several maps were digitalized and served as the base of this GIS.

SRTM, Shuttle Radar Topography Mission: In February 2000, during the Shuttle Radar Topography Mission the Space Shuttle Endeavour collected three dimensional radar data of the earth's surface using a specially modified radar system. The data have been converted to digital elevation models (DEM) covering the earths' surface between 60° North and 58° South. (<ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SRTM3/Africa/>)

SWBD, SRTM Water Body Data: The data was obtained by the National Geospatial Intelligence Agency (NGA) from the SRTM data and exhibits well-defined water bodies and coastlines in ESRI Shapefile format. (<ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SWBD/>)

Non digital data

Vennetier, P. (Ed.), (1983): Atlas de la Côte d'Ivoire. Les éditions jeune afrique, Paris.

Ben Yahmed, D. (Ed.), (2005): Atlas du Burkina Faso. Les éditions jeune afrique, Paris.

Several maps of the "Carte de l'afrique de l'Ouest" series in a scale of 1:200 000 from 1962-1980 (Pama, Tenkodogo, Fada N'Gourma, Arli, Madjori, Natitingou, etc.). E.g.:

Pama. Carte au 1 : 200 000. 1980. Burkina Faso. Feuille ND-30-XI. Institut Géographique National - France, Paris.



2 Déterminismes environnementaux de la biodiversité en Afrique de l'Ouest

Driving forces for biodiversity in West Africa

La biodiversité ouest africaine est composée d'une grande diversité d'organismes appartenant à presque tous les grands taxons connus sous les tropiques. Cette riche biodiversité se retrouve dans divers écosystèmes qui ont été façonnés depuis des siècles par les changements climatiques passés et actuels. Mais depuis le début du 20^{ème} siècle, les effets de la forte croissance démographique et les activités anthropiques liées à l'utilisation accrue des terres qui l'accompagnent exercent une énorme pression sur ces écosystèmes, ce qui les déséquilibre et les rend vulnérables. L'état de la biodiversité et les menaces pesant sur elle sont similaires dans tous les pays de l'Afrique de l'Ouest ; par conséquent les trois pays concernés par les données de cet Atlas sont assez représentatifs de la situation qui prévaut dans la sous-région. Ce chapitre est subdivisé en cinq parties et donne un aperçu de l'état actuel de la biodiversité en Afrique de l'Ouest comparé à la situation qui prévaut au niveau mondial. La pression démographique des quelques 40 millions d'habitants du Bénin, du Burkina Faso et la Côte d'Ivoire, assez manifeste par leurs activités économiques telles que l'agriculture itinérante, le pâturage, la pêche, le commerce, les transports, les communications, les activités industrielles, l'extraction minière, l'énergie, etc. et leurs impacts sur les composantes de la biodiversité (végétation, sol, faune) sont présentés dans ce chapitre. Le rôle primordial du feu comme outil essentiel de gestion des écosystèmes de savanes (affectant 80 % de toute la savane africaine) y est présenté plus en détail ; en particulier les effets des feux de végétation sur la structure de la végétation et sur l'équilibre entre les biomasses fourragères herbacées et arboricoles dans les savanes y ont été bien décrits.

West African biodiversity is composed of a rich diversity of organisms that belong to most of the higher taxa known for the tropics. This rich biodiversity is found in diverse ecosystems which have been shaped for centuries by past and current climate changes. But since the beginning of the last century, the effects of an increasing human population growth rate have changed anthropogenic activities, predominately land use, into a pressure in progress in unbalancing these ecosystems. The state of biodiversity and the current threats thereon can be well observed in all countries of West Africa. Consequently, the three countries concerned by the research output presented here are duly representative of the biodiversity crisis at hand. This chapter, subdivided into five parts, presents an overview of the current state of biodiversity in West Africa in comparison to the world's situation. The possibilities and opportunities for sustainable development that biodiversity offers to achieve the United Nations millennium development goals (MDGs) are discussed. The demographic pressure caused by nearly 40 million people living in Benin, Burkina Faso, and Côte d'Ivoire in combination with economic activities such as extensive agriculture, grazing, fishing, commerce, transportation, communication, industries, mining, energy etc. and their impact on biodiversity components (vegetation, soil, wildlife) are presented. The role of fire as essential driving factor of savanna ecosystems, affecting 80 % of the total savannas in Africa is presented in more detail. A special focus is laid on its effect on vegetation structure and mitigating the balance between grass and trees biomass in savannas.

Fig 2.0 : Production de coton au Bénin. | Cotton production in Benin. MBO



2.1

Diversité biologique de l'Afrique de l'Ouest : Importance, menaces et valorisation

Souleymane KONATÉ
K. Eduard LINSENMAIR

INTRODUCTION

Malgré des changements plus ou moins marqués de son environnement physique depuis près de quatre milliards d'années, la vie se développe et se maintient à la surface de la terre grâce à sa capacité à s'adapter et donc à se diversifier. La diversité biologique ou **biodiversité**⁷ est donc un phénomène dynamique, lié à l'évolution de la vie sur terre, qui peut se définir comme la variété et la variabilité des organismes vivants de la planète et de leurs interactions. Elle englobe de ce fait tous les niveaux d'expression de la variation des êtres vivants, des **gènes**⁷ aux **écosystèmes**⁷ en passant par les espèces et les communautés. Cependant, cette définition de la diversité biologique, formulée et utilisée essentiellement par les biologistes, ne saurait cerner toute la complexité du concept de biodiversité. Elle échappe désormais au seul champ des sciences de la nature pour se situer à l'interface entre la nature et la société, du fait des nombreux

Biological diversity of West Africa: Importance, threats and valorisation

INTRODUCTION

Despite the more or less marked changes in its physical environment over the last four billion years, life develops and is maintained on the Earth's surface thanks to its ability to adapt and diversify itself. Biological diversity or **biodiversity**⁷ is thus a dynamic phenomenon connected to the evolution of life on Earth that can be defined as the variety or variability of organisms living on the planet and their interactions. It encompasses all levels of variation of living beings, from **genes**⁷ to species, communities and to **ecosystems**⁷. However, this definition of biological diversity, formulated and used mainly by biologists, cannot pinpoint the whole complexity of the biodiversity concept. Moreover, it reaches beyond the field of natural sciences to attain an important role at the interface of nature with society due to the numerous stakes and conflicts

enjeux et conflits d'intérêts liés à l'exploitation des ressources naturelles biologiques.

Les dernières décennies du XX^e siècle se caractérisent par l'émergence de problèmes environnementaux graves. Il s'agit notamment de l'érosion de la diversité biologique, de l'accroissement continu de la pollution et de la menace du **changement climatique**⁷ accéléré, dont la manifestation la plus directe est la variabilité climatique actuelle.

La perte de la diversité biologique, qui est également liée à l'accroissement de la pollution et au changement climatique, est essentiellement due aux activités humaines. Celle-ci peut avoir des causes différentes selon les types de sociétés et leurs modes de développement.

Dans les pays du Sud, elle date des premières décennies qui ont suivi la période des indépendances. Cette période se caractérise essentiellement par les effets cumulés de la pratique d'une agriculture intensive et très souvent non durable, l'exploitation anarchique des massifs forestiers, la croissance démographique élevée, la pauvreté et, plus récemment, l'urbanisation et l'industrialisation.

L'érosion effrénée de la biodiversité constitue une menace certaine pour le maintien des services écosystémiques dont dépendent

of interest connected with the exploitation of natural biological resources.

The last decades of the 20th century were characterized by the emergence of grave environmental problems. An especially severe problem is the erosion of biological diversity, foremost due to **habitat**⁷ transformation, the continuous increase of pollution, and the threat of an accelerating **climate change**⁷ of which we are currently observing an unusually strong climate variability.

The loss of biological diversity, essentially linked to human activities, can have different causes according to the types of societies and their mode of development. In the countries of the Southern hemisphere, the loss of biodiversity dates from the first decades following the period of independence. This period is characterized by the cumulative effects of practicing intensive and mostly unsustainable agriculture, uncontrolled, reckless exploitation of vast forests, increasing demographic growth, poverty and, more recently, urbanization and industrialization.

This increasing erosion of biological diversity constitutes a serious threat for the maintenance of ecosystem services which

entièrement la qualité et le maintien de la vie humaine sur terre. Cette réalité est bien soulignée dans les Objectifs du Millénaire des Nations Unies et notamment à travers l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire (voir encadré). En effet, selon le rapport sur l'évaluation des écosystèmes pour le Millénaire [1], les biens et services rendus par les écosystèmes, c'est-à-dire les bénéfices tirés des écosystèmes par les populations humaines, peuvent être rangés en quatre principales catégories (Fig. 2.1) :

- Les services de prélèvement tels que la nourriture, l'eau, le bois et les fibres;
- Les services de régulation tels que les régulations du climat, des inondations, des maladies, des déchets et de la qualité de l'eau;
- Les services culturels tels que les bénéfices spirituels, récréatives et esthétiques;
- Les services d'auto-entretien (de support) tels que la **photosynthèse**, la formation des sols et les cycles des nutriments.

Face à de telles menaces et sous la pression conjointe d'une opinion publique de plus en plus sensible aux problèmes environnementaux et d'ONGs très engagées ; de nombreuses conférences au niveau international (Stockholm 1972, Rio de Janeiro 1992, Johannesburg

determine the quality of human life on Earth and eventually our existence. This reality is well underlined by the UN Millennium goals and especially through the evaluation of the ecosystems for the Millennium Assessment (see following box). According to the reports on the evaluation of the Millennium Assessment in 2005 [1], the goods and services provided by the ecosystems, i.e. the benefits gained from ecosystems by the human population, can be classified in four main categories (Fig. 2.1):

- Provisioning services such as food, water, wood, fiber, ect.
- Providing services such as climate regulation, water flow, disease control, waste decomposition, and water purification.
- Cultural services such as spiritual benefits, recreational and aesthetic values.
- Supporting services such as **photosynthesis**, soil formation and nutrient cycling.

Faced with these threats and under both the pressure from public opinion which is increasingly sensitive to environmental problems, and also under the pressure of engaged NGOs numerous international conferences (Stockholm 1972, Rio de

2002, Paris 2008 et Nagoya 2010) ont soulignées la nécessité de promouvoir une gestion durable des ressources naturelles. Cette nécessité concerne au premier plan les pays africains qui renferment l'essentiel de ces ressources biologiques et dont l'économie et le développement reposent essentiellement sur ces ressources.

Quelle est l'importance de la biodiversité en Afrique et quels sont les menaces qui pèsent sur elle ? Comment les nations africaines peuvent-elles concilier leurs besoins urgents de développement socio-économique et la nécessité absolue de préserver la biodiversité dont l'exploitation, non durable jusqu'à ce jour, constitue le fondement de ce développement ? Comment la biodiversité peut elle contribuer à la réalisation de l'objectif de développement durable visé par les pays africains ?

Telle est la problématique essentielle qui sera abordée dans cet article, à travers l'exemple de l'Afrique de l'Ouest. Dans la première partie, l'état de biodiversité en Afrique de l'Ouest sera présenté, à travers son importance et les menaces qui pèsent sur elle. En seconde partie, les potentialités et les opportunités de développement durable offertes par cette biodiversité seront analysées.

Janeiro 1992, Johannesburg 2002, Paris 2008 and Nagoya 2010) underlined the need to promote sustainable management of natural resources. This need concerns first of all African countries that house a large proportion of these biological resources and whose economies and development rely strongly on these resources.

What is the importance of biodiversity in Africa and what are the main threats for biodiversity? How can African nations reconcile their urgent needs for socioeconomic development and the absolute need to conserve their biodiversity when the exploitation - unsustainably up-to-date - of it constitutes the foundation of Africa's development? How can biodiversity management contribute to the realization of the sustainable development goals targeted by African countries?

These are the essential questions that will be addressed in this article using the example of West Africa. The first part of this article is an overview of the state of biodiversity in West Africa presented by its importance and its threats. In the second part, the potentials and opportunities for sustainable development that biodiversity management offers will be analyzed.

VIE SUR TERRE - BIODIVERSITÉ
LIFE ON EARTH - BIODIVERSITY

SERVICES FOURNIS PAR LES ÉCOSYSTÈMES
ECOSYSTEM SERVICES

Auto-entretien
Supporting

- cycle nutritif | nutrient cycling
- formation du sol | soil formation
- production primaire | primary production
- ...

Approvisionnement
Provisioning

- nourriture | food
- eau douce | fresh water
- bois et fibre | wood and fibre
- combustibles | fuel
- ...

Régulation | Regulating

- régulation du climat | climate regulation
- régulation des inondations | flood regulation
- régulation des maladies | disease regulation
- purification de l'eau | water purification
- ...

Culturel | Cultural

- esthétique | aesthetic
- spiritualité | spiritual
- éducation | educational
- loisirs | recreational
- ...

CONSTITUANTS DU BIEN-ÊTRE
CONSTITUENTS OF WELL-BEING

Sécurité | Security

- sécurité personnelle | personal safety
- accès sécurisé aux ressources | secure resource access
- protection contre les désastres | security from disasters.

Éléments essentiels à une vie satisfaisante | Basic material for good life

- moyen d'existence adéquats | adequate livelihoods
- apports nutritifs suffisants | sufficient nutritious food
- abri | shelter
- accès aux biens | access to goods...

Santé | Health

- force | strength
- forme | feeling well
- accès à un air et une eau propres | access to clean air and water

Bonnes relations sociales
Good social relations

- cohésion sociale | social cohesion
- respect mutuel | mutual respect
- capacité à aider les autres | ability to help others

Liberté de choix et d'action
Freedom of choice and action

Possibilité d'agir et de vivre selon ses valeurs individuelles | Opportunity to be able to achieve what an individual values doing and being

Couleur des flèches | Arrow's colour

Influence possible de facteurs socio-économiques | Potential for mediation by socio-economic factors

-  faible | weak
-  moyenne | medium
-  forte | strong

Épaisseur des flèches | Arrow's width

Intensité des liens entre les services fournis par les écosystèmes et le bien-être humain.
 Intensity of linkages between ecosystem services and human well-being




-  faible | weak
-  moyenne | medium
-  forte | strong

Fig. 2.1: Liens entre les services des des écosystèmes et le bien-être humain [1] | Linkages between Ecosystem Services and Human Well-being. [1]

(c) UNEP/CBD/SBTTA. 2005. Millenium Ecosystem Assessment. Modified.

ETAT DE LA DIVERSITE BIOLOGIQUE DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

IMPORTANCE DE LA BIODIVERSITE DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

La **biodiversité**⁷ est une entité complexe qui intègre différents niveaux d'organisation du vivant (les gènes, les espèces, et les **écosystèmes**⁷). L'estimation des dimensions de cette biodiversité par les méthodes actuelles reste insuffisante, notamment pour les organismes de petites tailles (microbes, insectes, ...).

Au niveau mondial, près de 2 millions d'espèces vivantes sont décrites à ce jour sur un nombre total minimum d'organismes vivants estimé à environ 10 millions d'espèces [2]. Cependant, la majorité des espèces décrites reste encore mal connue du point de vue de leur biologie, de leur écologie et surtout de leurs utilisations possibles pour le bien être de l'Homme.

Du fait de leur localisation géographique et des conditions climatiques actuelles et passées (périodes de glaciation successives), les écosystèmes tropicaux renferment l'essentiel de la diversité biologique actuelle. C'est le cas des forêts tropicales humides qui ont

constituées de véritables refuges pour la **faune**⁷ et la **flore**⁷ lors de la dernière période glaciaire au pléistocène et qui, avec seulement 7 % de la surface **terrestre**⁷ totale, renferment plus de 50 % des espèces décrites [3].

La sous région ouest africaine, qui s'étend sur environ 6 million km² (c'est à dire 1/5e du continent africain) avec une population de plus de 200 millions d'habitants, possède une importante diversité biologique. Cette biodiversité peut être caractérisée par deux phénomènes essentiels. Il s'agit de la présence d'une importante **hétérogénéité**⁷ spatiale, notamment orographique, qui conduit à une grande diversité des écosystèmes. La deuxième caractéristique principale de cette sous région est l'existence de la forêt de Haute Guinée (région du Golf de Guinée) qui fait partie des «hotspots» de biodiversité (zones prioritaires de conservation de biodiversité) et qui constitue l'un des derniers sanctuaires de la diversité biologique ouest africaine (Carte 2.1 & 2.2).

STATE OF BIOLOGICAL DIVERSITY IN WEST AFRICA

IMPORTANCE OF BIODIVERSITY IN WEST AFRICA

Biodiversity⁷ is a complex entity that integrates different levels of organization of the living (of which the main levels are: genes, species and **ecosystems**⁷). The estimation of its dimensions by current methods remains insufficient especially for organisms of small size (microbes, insects, ...).

At a global level, nearly two million living species have been described up to date, compared to an estimated minimum total of around 10 million species [2]. However, also the majority of species described still remain unknown regarding their biology, ecology and, most of all, their possible use for man's well-being. Due to their geographic location, the current and past climatic conditions (successive glaciation periods), tropical ecosystems house the majority of current biological diversity. This is the case for tropical rain forests which were veritable **fauna**⁷ and **flora**⁷ refuges during the last glacial period in the Pleistocene and which, with only 7 % of the total Earth's surface, hold more

than 50 % of the species described [3].

At the level of the West African subregion, which stretches over approximately 6 million km² with a population of more than 200 million inhabitants, biological diversity can be characterized by two basic phenomena: the presence of a significant spatial **heterogeneity**⁷ leading to a large diversity of ecosystems and the presence of the Upper Guinean Forest (Gulf of Guinea region), which belongs to the 43 global hotspots (priority areas for biodiversity conservation) and is one of the last sanctuaries of African biodiversity (Map 2.1 & 2.2).

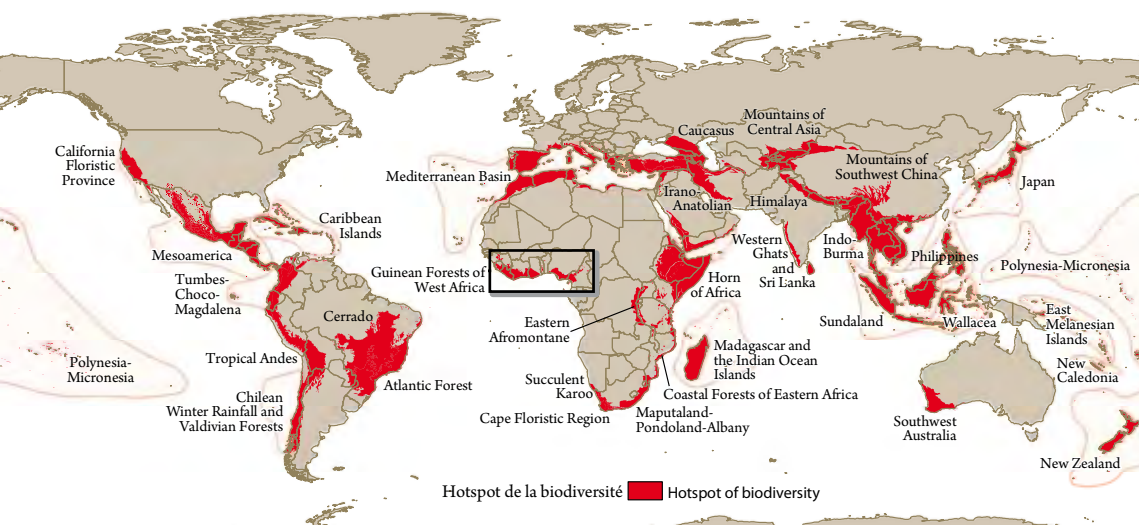
Importance of the diversity of West African ecosystems

The West African subregion, from the Gulf of Guinea to the Southern boundary of the Sahara, covers a climatic gradient characterized by annual precipitation varying from 250 mm to 3 000 mm. This climatic particularity confers a great diversity of ecosystems, holding a unique floristic and faunistic diversity in

Importance de la diversité des écosystèmes de l'Afrique de l'Ouest

La sous région ouest africaine, qui part du Golf de Guinée à la limite sud du Sahara, traverse un gradient climatique caractérisé par des précipitations moyennes annuelles variants de 250 mm à 3 000 mm de pluie. Cette particularité climatique confère à la sous région une grande diversité d'écosystèmes renfermant une diversité floristique et faunique unique, à savoir :

- La forêt tropicale humide (1 500 mm à 3 000 mm de pluie), avec une diversité d'**habitats**⁷ incluant des milieux particuliers comme les mangroves ainsi qu'une faune et une flore particulièrement riches (Fig. 2.2);



Carte 2.1: Hotspots de Biodiversité. [4]

Map 2.1: Hotspots of Biodiversity. [4]

the subregion, namely:

- The tropical rain forest (1 500 mm to 3 000 mm of rain), with a diversity of **habitats**⁷ (mangroves, etc.) as well as a profusion of fauna and flora (Fig. 2.2);
- The savanna forest ecotone (1 300 mm to 1 500 mm of rain) houses a savanna and forest species mosaic as well as unique habitats for the numerous migratory species (Fig. 2.3 & 2.4);
- The savanna (800 mm to 1 500 mm of rain) is characterized by the coexistence of tree and grass species and which constitutes the area favoured by the large African **mammals**⁷ (Fig. 2.5);

- L'écotone forêt-savane (1 200 mm à 1 500 mm de pluie), renfermant une mosaïque d'espèces de savane et de forêt ainsi que des habitats vitaux pour de nombreuses espèces d'oiseaux migratrices (Fig 2.3 & Fig. 2.4);
- La savane (800 mm à 1 500 mm de pluie), caractérisée par une coexistence d'espèces d'arbres et d'herbes et qui constitue le domaine privilégié des grands **mammifères**⁷ africains (Fig. 2.5) ;
- Le sahel (200 mm à 500 mm de pluie), vaste étendue renfermant une grande variabilité de formes biologiques adaptées aux conditions xériques avec une impressionnante diversité d'acacia Il représente un milieu de transition entre la savane et le désert (Fig. 2.6).
- Le désert (inférieur à 200 mm de pluie), qui représente la partie la plus sèche de la sous région. Il renferme moins d'espèces mais, du fait des conditions extrêmes de vie, possède une diversité génétique potentiellement importante (Fig. 2.7).

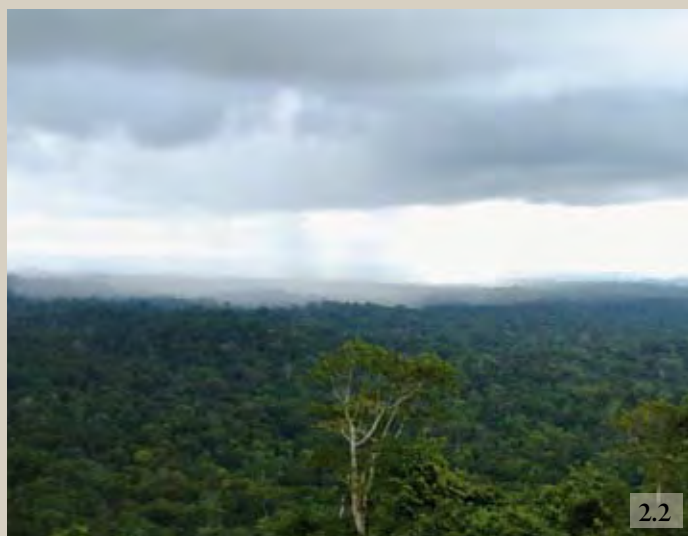
Cas particulier du « hotspot » de la Forêt Guinéenne

L'écosystème de la forêt guinéenne comprend la région de la Haute Guinée qui s'étend sur cinq pays (Liberia, Côte d'Ivoire, Ghana, Togo, Bénin) auxquels s'ajoutent les forêts du sud du Nigeria et une

- The Sahel (200 mm to 500 mm of rain), a vast stretch with a large variability of biological forms adapted to xeric conditions with an impressive diversity of *Acacia* (Fig. 2.6).
- The desert (less than 200 mm of rain), representing the driest part of the subregion, which holds fewer species; however, due to the extreme conditions of life, it possesses potentially significant genetic diversity (Fig. 2.7).

Special case of the Guinean Forest "hotspot"

The Guinean forest ecosystem includes foremost the Upper Guinea Region that stretches over five countries (Liberia, Côte d'Ivoire, Ghana, Togo, Benin) to which the forests of the South of Nigeria are added and a part of those of Cameroon (Map 2.2). This ecosystem is part of the important forest refuge during the retraction and fragmentation of the African rain forest in the Pleistocene. It is now a priority zone for the conservation of biodiversity at the international level due to the significance of its specific richness, the high rate of endemic species and due to threats to its biological diversity. Indeed, the Guinean forest is one of the eight "hotspots" identified in Africa of the 43 currently identified hotspots worldwide Map 2.1 [4], this important



2.2



2.3



2.4



2.5



2.6



2.7

Fig. 2.2: Forêt tropicale humide de Parc National de Taï (CI). | Tropical rain forest of Taï National Park (CI). JMU

Fig. 2.3: Ecotone Forêt-savane, réserve de Lamto (CI). | Forest-savanna ecotone, Lamto reserve (CI). SKO

Fig. 2.4: Ecotone savane guinéenne-savane soudanienne, parc national et réserve de biosphère de la Comoé (CI). | Guinean savanna -soudanian savanna ecotone, Comoé national park and biosphere reserve (CI). KEL

Fig. 2.5: Savane soudanienne, parc national et réserve de biosphère de la Pendjari (BJ). | Soudanian savanna, Pendjari national park and biosphere reserve (BJ). KEL

Fig. 2.6: Sahel, Gorom Gorom (BF). | Sahel, Gorom Gorom (BF). KEL

Fig. 2.7: Desert du Sahara, Sud Algérie. | Desert of Sahara, South Algeria. KEL

Tab. 2.1: Caractéristiques principales de la forêt guinéenne en Afrique de l'Ouest [4]. | Main characteristics of the Guinean forest in West Africa [4].

Caractéristiques générales General characteristics	Superficies Area (km ²)
Etendue originelle du hotspot Original extent of hotspot	620 314
Etendue actuelle du hotspot Current extent of hotspot	93 047
Aires protégées Protected area	108 104
Aires hautement protégées, catégories I-IV de l'UICN Highly protected area, IUCN categories I-IV	18 880

Tab. 2.2: Diversité et endémisme de la forêt guinéenne en Afrique de l'Ouest. Chiffres entre parenthèse: nombre d'espèces menacées, (-) données manquantes [4]. | Diversity and endemism of the Guinean Forest in West Africa. Numbers in parentheses: number of threatened species, (-) missing data [4].

Groupes taxonomiques Taxonomic groups	Especies Species	Especies endémiques Endemic species	Pourcentage d'endémisme Percentage endemism
Plantes Plants	9 000	1 800 (-)	20,0
Mammifères Mammals	320	67 (35)	20,9
Oiseaux Birds	785	75 (31)	9,6
Reptiles Reptiles	210	52 (-)	24,8
Amphibiens Amphibiens	221	85 (49)	38,5
Poisons d'eaux douces Fresh water fish	512	143 (-)	27,9

sanctuary of West African biodiversity is one of the most critically fragmented regions of the planet. Today only 15 % of the original forest cover of this hotspot remains. Moreover, a large part of these forest relicts are still being exploited for timber production (Fig. 2.8) and threatened by poaching (Fig. 2.9 & Fig. 2.10). The characteristics of this important biodiversity sanctuary which houses more than a quarter of all African mammals are presented in table 2.2.

The figures shown in table 2.2 give a rough overview of the diversity and **endemism**⁷ of the Guinean Forest. It must be noted for example, that the total number of species of many **taxa**⁸, such as the **vertebrates**⁹, is yet unknown and that several species of mammals have certainly disappeared in this region. This was the case recently, for the elan of Derby (*Tauratragus derbianus*), the largest antelope known in the world (Fig. 2.11) and also for the black rhinoceros of West Africa (Fig. 2.12). Regarding the latter, there was a loss of over 96 % of the total population due to poaching as a consequence of the strong demand for rhino horn in Asia and the Middle East in the 1980s. Of the four existing subspecies, three are classified in as "critically endangered" on the IUCN Red List. The fourth subspecies (*Diceros*

bicornis longipes) occurring in West Africa, was recently declared to be probably extinct after an extensive survey conducted in Cameroon where the last **specimens**⁷ had been found.

MAIN CAUSES FOR THE LOSS OF BIOLOGICAL DIVERSITY IN WEST AFRICA

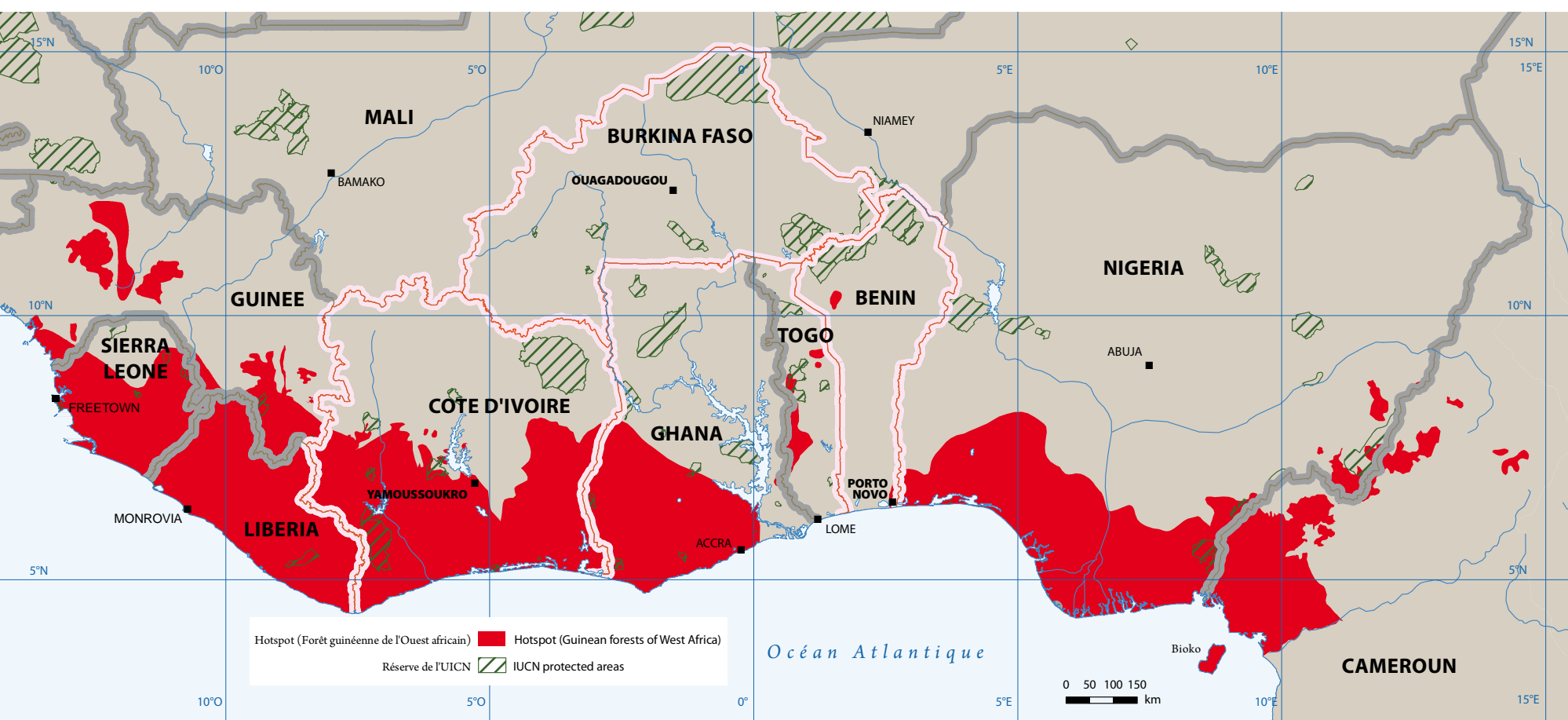
To monitor the dynamics of biodiversity two new tools have recently been developed at international level: The "Living Planet Index" and the "Ecological Footprint" (see following box). The Living Planet Index tracks the state of global biodiversity, while the ecological footprint gives an estimate of man's demand for natural resources and the consequent impact on biodiversity. The Living Planet Report of 2010 [5], based on these two indices, shows a general decrease of 30 % of biodiversity at the global level over the past 37 years, largely explained by significant losses observed in tropical ecosystems (60 % decrease). The impoverishment of biological diversity is linked to human activities. The causes of the current erosion of biodiversity vary according to the level of development of the different countries.

In the countries of the North the threats to biodiversity are

portion de celles du Cameroun (Carte 2.2). Cet écosystème fait partie des importants refuges forestiers de l'époque du pléistocène, durant la rétraction et la fragmentation des forêts humide africaines. Il constitue actuellement une zones prioritaires de conservation de la biodiversité au niveau mondiale, du fait de l'importance de sa richesse spécifique, de sont taux élevé d'espèces endémiques et des menaces qui pèsent sur sa diversité biologique. En effet la forêt guinéenne fait partie des huit « hots spots » identifié en Afrique sur les 43 existants actuellement au niveau mondial (Carte 2.4, [4]). Cependant, cet important sanctuaire de la biodiversité ouest africaine constitue l'une des régions les plus dégradée de la planète. A ce jour, seulement 15 % du couvert forestier original de ce hotspot existe, et une bonne partie de ces reliques de forêt continue d'être exploitée pour la production de bois (Fig. 2.8) et d'être menacée par le braconnage (Fig. 2.9 & Fig. 2.10).

Les caractéristiques de cet important sanctuaire de la biodiversité qui héberge plus du quart des mammifères de l'Afrique sont présentées dans le tableau 2.1.

Les chiffres avancés dans le tableau 2.2 sur la diversité et l'**endémisme**⁷ de la forêt guinéenne, sont à titre indicatif. En effet, il faut noter par exemple que le nombre total d'espèces de nombreux taxons, tel que les **vertébrés**⁷, est inconnu et que plusieurs espèces de mammifères ont certainement disparut de cette région. C'est le cas récemment, de l'élan de Derby (*Tauratragus derbianus*) qui est la plus grande antilope connue au monde (Fig. 2.11), dont quelques **spécimens**⁷ vivants en Afrique de l'Ouest peuvent encore être observé au Sénégal, notamment dans la réserve de Bandia où ils vivent en sémi-captivité. C'est également le cas du rhinocéros noir d'Afrique de l'Ouest (Fig. 2.12). Concernant ce dernier, on a assisté à un déclin de plus de 96 % de la population totale, du fait du braconnage



Carte 2.2: Hotspot de la forêt guinéenne [4].

Map 2.2: Guinean forest hotspot [4].



Fig. 2.8: Exploitation forestière (CI). | Timber exploitation (CI). JMU

Fig. 2.9: Braconnage, parc national, réserve de biosphère de la Comoé (CI). | Poaching, Comoé national park and biosphere reserve (CI). KEL

Fig. 2.10: Braconnage, réserve de Lamto (CI). | Poaching, Lamto reserve (CI). SKO

lié à la forte demande en cornes de rhinocéros pour l'Asie et le Moyen Orient dans les années 1980. Des quatre sous espèces existant, trois sont classées sur la liste rouge de l'UICN dans la catégorie (critiquement menacée), la quatrième sous espèce (*Diceros bicornis longipes*), qui existait en Afrique de l'Ouest a été récemment déclarée probablement éteinte suite à une prospection extensive effectuée au Cameroun où l'on trouvait auparavant les derniers spécimens.

PRINCIPALES CAUSES DE LA PERTE DE LA DIVERSITE BIOLOGIQUE EN AFRIQUE DE L'OUEST

Afin de pouvoir suivre la dynamique de la biodiversité, deux nouveaux outils ont été récemment élaborés, au niveau international : « l'indice de planète vivante » et « l'empreinte écologique » (voir encadré). L'indice de planète vivante permet de suivre l'état de la biodiversité globale tandis que l'empreinte écologique donne une estimation des besoins en ressources de l'homme ainsi que de son impact sur cette biodiversité. Le rapport planète vivante 2010 du WWF [5], sur la base de ces deux indices, montre d'une manière générale une baisse de 30 % de la diversité biologique au niveau global sur les 37 dernières années. Cette baisse s'explique

essentially linked to **climate change**⁷ but also to the effects of modern industrialized agriculture which transforms vast areas into a totally mechanized environment lacking trees, shelter, or even fragments of natural vegetation, and which uses large quantities of **fertilizers**⁷ and **pesticides**⁷. The increase of natural disasters (drought, forest fires, floods ...), which are also important factors of erosion of biodiversity in these countries, are one of the manifestations of climate variability of **anthropogenic**⁷ origin.

With regard to developing countries, and especially to Africa, the loss of the biological diversity due to human activities is happening on a scale and at a rate unprecedented in the Earth's history. The annual deforestation rate is more than 2 % [6], and the current extinction rate of species is 100 to 1 000 times higher than natural rates [3].

The main causes of this drastic reduction of biodiversity in the African countries are well known. Indeed, these are essentially poverty, fast-developing demographics, uncontrolled urbanization, the destruction and **fragmentation of natural habitats**⁷, erosion and the impoverishment of soils, and the introduction of invasive species. The lack of sustainable forest management

essentiellement par les pertes importantes observées au niveau des écosystèmes tropicaux (60 % de baisse).

L'appauvrissement de la diversité biologique est essentiellement lié aux activités humaines. Les causes de l'érosion actuelles de la biodiversité varient selon le niveau de développement des différents pays. Dans les pays du nord les menaces sur la biodiversité sont essentiellement liées aux effets de l'agriculture moderne industrielle qui transforme de vastes régions en milieux totalement mécanisés sans arbres, sans refuges, ni fragments de végétations naturelles, utilisant de grandes quantités de **fertilisants**⁷ et de **pesticides**⁷. La multiplication des catastrophes naturelles (sécheresse, feux de forêt, inondations, ...), qui sont également d'important facteurs d'érosion de la diversité biologique dans ces pays, serait l'une des manifestations de la variabilité climatique d'origine **anthropique**⁷.

Au niveau des pays en développement et plus particulièrement en Afrique la perte de la diversité biologique due aux activités humaines se fait à une ampleur et un rythme sans précédent dans l'histoire de la terre. Le taux de déforestation annuel actuel est supérieur à

2 % [6], et les taux d'extinctions actuelles des espèces sont de 100 à 1 000 fois supérieurs aux taux naturels [3].

Les principales causes de cette réduction drastique de la biodiversité dans les pays africains sont bien connues. En effet il s'agit essentiellement de la pauvreté, de la démographie galopante, de l'urbanisation incontrôlée, de la destruction et la **fragmentation des habitats**⁷ naturels, de l'érosion et l'appauvrissement des sols et de l'introduction d'espèces envahissantes. L'absence de système d'utilisation durable en foresterie et en agriculture ainsi que la non observation de règle d'exploitation durable dans les domaines de la pêche, de la chasse et dans tout autre forme d'utilisation des sources naturelles, constituent également des facteurs déterminants de l'érosion actuelle de biodiversité en Afrique.

Les activités humaines directement responsables de la destruction de la forêt tropicale, à l'échelle globale, sont illustrées dans le tableau 2.3. Il s'agit essentiellement de l'exploitation du bois commercial, de la mise en place de cultures et de plantations, de l'utilisation du bois de feux et de l'élevage intensif (surpâturage).

Tab. 2.3: Principale cause de la dégradation de la forêt tropicale, à l'échelle global [3]. | Main causes for degradation of tropical forest on a global scale [3].

Causes de la destruction de la forêt tropicale Causes of tropical forest destruction	Superficies détruites / an Area destroyed / year
Bois commercial Commercial wood	45 000 km ²
Culture et plantation Cultivation and plantation	45 000 km ²
Bois de feu Firewood	25 000 km ²
Elevage et pâturage Animal husbandry and grazing	20 000 km ²

and agricultural practices as well as the disregard of rules for sustainable fishing, hunting and any other use of natural sources, also cause the current decline of biodiversity in Africa.

Human activities that are directly responsible for the destruction of the tropical forest, on a global scale, are illustrated in table 2.3. These are foremost the exploitation of commercial wood, the planting of crops and plantations, the use of firewood (heating and cooking) and conversion of natural habitats into (often overgrazed) pastures.

In West Africa, the tropical rain forests have also declined considerably during the last century. In Côte d'Ivoire and Ghana, for example, more than 75 % of the forest area has disappeared in 30 years [7]. The rate of conversion of natural environments into crops and plantations of one decade (1980-1990) has been

22.4 % in Côte d'Ivoire and 32 % in Niger [3]. Other recent and very serious threats to biodiversity in West Africa are the introduction of **alien species**⁷, second to land conversion, and civil conflicts (Sierra Leone, Liberia and Côte d'Ivoire).

Indeed, the introduction of new species, voluntary or not, into ecosystems other than their original environments is an acute danger for biodiversity in West Africa. For example, this is the case for the common water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), which was introduced into West Africa as an ornamental plant. This plant has become invasive and it currently causes severe ecological (**eutrophication**⁷) and economic problems (drop in fishery productivity) in the lakes and lagoons of some countries of the subregion, as in Côte d'Ivoire.



2.11

En Afrique de l'Ouest, les forêts tropicales humides ont ainsi régressé de façon considérable au cours du siècle dernier. En Côte d'Ivoire et au Ghana par exemple, plus de 75 % de la surface forestière a disparu en 30 ans [7]. Les taux de conversion des milieux naturels en cultures et en plantations ont été, en une décennie (1980-1990), de 22,4 % en Côte d'Ivoire et de 32 % au Niger [3]. D'autres menaces plus récentes mais très importantes sur la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest sont l'introduction d'**espèces exotiques**², qui viennent cependant en 2^e position après la conversion des terres et les conflits civils (Sierra Léone, Liberia et Côte d'Ivoire). En effet, l'introduction volontaire ou non, de nouvelles espèces dans des écosystèmes autres que leurs milieux d'origine, constitue un danger réel pour la biodiversité en Afrique de l'Ouest. C'est le cas par exemple de la Jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) qui, originaire d'Amérique, a été introduite en Afrique de l'Ouest comme plante ornementale. Cette plante qui est devenue envahissante provoque actuellement des problèmes écologiques (**eutrophisation**²) et économiques (baisse de la productivité halieutique) importants dans les lacs et lagunes de certains pays de la sous-région, comme la Côte d'Ivoire.



2.12

Fig. 2.11: Elan de Derby, la plus grande antilope connue au monde, Réserve de Bandia (Senegal). | Derby elan, the largest antelope known in the world, Bandia reserve (Senegal). SKO

Fig. 2.12: Rhinocéros, parc national de Nakuru, Kenya | Rhinoceros, Nakuru National park, Kenya SKO

BIODIVERSITE ET OPPORTUNITES DE DEVELOPPEMENT DURABLE

En définitif, les causes de la perte de la diversité biologique en Afrique sont liées aux changements politiques et économiques des sociétés africaines, qui ont provoqué de profondes modifications des comportements sociaux. Jadis le plus souvent harmonieux, les rapports entre l'homme et la nature sont devenus conflictuels dans la plus part des sociétés ouest africaines actuelles. L'un des défis majeurs du développement de ces sociétés consistera certainement à adapter (voir réactiver) et à intégrer les meilleurs attributs des modes de gestions traditionnels aux besoins d'urbanisation à venir.

Modes de gestion de la biodiversité en Afrique de l'Ouest

Face à la forte **dégradation**⁷ de la nature due aux activités humaines, apparaissent les premiers mouvements et législations en faveur de la protection de la nature. Ces tendances protectionnistes ont conduit à la création des premiers parcs et réserves intégrales, dans l'optique de soustraire totalement des paysages tout entiers à l'action humaine.

En Afrique, à la faveur de la colonisation européenne, cette approche statique et exclusive de la protection de la nature s'impose aux dépens d'une approche communautaire qui intégrait harmonieusement l'homme et la nature dans la plupart des sociétés traditionnelles au 19^e siècle.

À l'aube du 21^e siècle, l'on assiste à une forte pression **anthropique**⁷ exercée sur les aires protégées du fait de la croissance démographique, de la pauvreté et des exigences de développement des nouvelles sociétés africaines. Cela conduit à une remise en cause de la conservation intégrale et à la reconsidération des pratiques traditionnelles de conservation impliquant les populations à la gestion sage et durable des ressources naturelles. C'est le concept de la gestion participative qui permet d'allier le développement socio-économique et la conservation de la nature. Ce mode de gestion est actuellement reconnu au niveau international comme la meilleure alternative pour le développement durable des sociétés africaines. Toutefois, la protection intégrale contre toute activité extractive ou

BIODIVERSITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OPPORTUNITIES

Definitively, the causes for the loss of biological diversity in Africa are connected with the political and economic changes in African societies that provoked profound modifications of social behaviours. Formerly rather harmonious, the relationship between man and nature has become conflict laden in the majority of today's West African societies. One of the major challenges for the development in these societies certainly is adapting (or re-activating) and integrating the best attributes of traditional management methods to the needs of future urbanization.

Methods for managing biodiversity in West Africa

Faced with great **degradation**⁷ of nature due to human activities, the first movements and legislation favouring the protection of nature appeared. These protectionist tendencies have led to the creation of the first parks and strict reserves with the goal of completely shielding entire landscapes from human

activities. In Africa, due to European colonization, this static and exclusive approach to nature protection was imposed to the detriment of the community approach, which harmoniously integrated man and nature in the majority of traditional societies in the 19th century.

At the dawn of the 21st century, we witness strong man-made pressure exerted on the protected areas due to demographic growth, poverty and the development requirements of new African societies. These circumstances call into question the strict conservation approach and ask for a reconsideration of traditional conservation practices which involve the people in the wise and sustainable use of natural resources. It is the concept of participative management that enables allying socio-economic development and nature conservation. This method of management is currently renowned internationally as the best alternative for the sustainable development of African societies. But, in any case, protection against any mining activity



Fig. 2.13: Schéma théorique simplifié du zonage et de la répartition des activités à l'intérieur des Réserves de Biosphère, selon les recommandations du MAB. | Simplified theoretic outline of zonation and allocation of activities inside the Biosphere Reserve; according to the recommendations of MAB.

(c) UNEP. 2009. Biosphere reserves for environmental and economic security. Modified. [<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001863/186344e.pdf>]

and protection against threats to **biodiversity** of protected areas are essential, especially in the context of a participatory approach. These requirements are reflected in the model **Biosphere** Reserve defined by the UNESCO: generally three main areas are defined (Fig. 2.13)

- A zone receiving the full protection of critically threatened biodiversity, surrounded by
- A buffer zone that can support all human activities compatible with the conservation of biodiversity in the core area, and which separates the core area from
- The peripheral zone that hosts the housing and human economic activities.

The current problem in managing natural resources in Africa can be found in reconciling the needs for a development centred on the exploitation of natural resources and the conservation of them in a context of increased poverty.

How can such an approach be favoured in the current African societies with strong demographic growth and with a social system that is relatively different from those of ancient traditional societies?

Diverse approaches exist according to the multiplicity of African societies. In West Africa socioeconomic studies undertaken notably in Ghana [8] have shown the absolute need to reactivate traditional knowledge in view of re-establishing the equilibrium broken between man and nature. These studies also underline the essential role of women in conserving biodiversity through the selection and maintenance of crop varieties and the perpetuation of traditional knowledge, notably in the medical area. The conservation of biodiversity should extend also beyond the limits of the protected zones to integrate the majority of diversity and be done according to a regional and **ecosystemic** approach.

In general, it is noteworthy that creating sustainable development in West Africa should take four factors necessarily into consideration, these are

- Taking into account the biodiversity management in land use planning
- Combining traditional and modern conservation methods and
- A better integration of local communities and the private sector in managing natural resources

menaçante pour la **biodiversité**⁷ de certaines parties des aires protégées s'avèrent indispensables, même dans le cadre d'une démarche participative. Cette nécessité s'illustre bien dans le modèle de réserve de **biosphère**⁸ de l'UNESCO, où d'une manière générale l'on distingue trois principales zones (Fig. 2.13)

- Une zone de protection intégrale recevant l'essentielle de la biodiversité menacée, entourée
- D'une zone tampon qui peut héberger toute activité humaine compatible avec la conservation de la biodiversité de la zone centrale et qui sépare cette dernière de
- La zone périphérique qui héberge les habitations et les activités économiques humaines.

La problématique actuelle de la gestion des ressources naturelles en Afrique se résume à concilier les besoins d'un développement axé sur l'exploitation des ressources naturelles et la conservation de celles-ci, dans un contexte de pauvreté accrue.

Comment favoriser une telle approche dans des sociétés africaines actuelles à forte croissance démographique et avec un système social relativement différent de celui des sociétés traditionnelles ?

Diverses approches existent en fonction de la multiplicité des sociétés

- Enhancement of biodiversity and equitable sharing of benefits arising thereof.

Goods and services supplied by biodiversity and the opportunity for sustainable development in West Africa

Biodiversity conservation necessarily comes from its valuation and, thus, from the knowledge of the goods and services that it provides.

The goods supplied by biodiversity are partly defined as the products that are bought and sold in monetary value in the market. More difficult to estimate in monetary terms are the services rendered by ecosystems encompassing all the ecological functions of biodiversity which enable all higher life and the well-being of humans (Fig. 2.1).

African countries and especially those in West Africa hold a very significant diversity in terms of their **flora**⁹ and **fauna**⁹, but nevertheless threatened (Tab. 2.4). This immense "library of nature" represents an important capital for the sustainable development of African nations, notably in the areas of biotechnology and **ecotourism**⁹. These two possibilities of valorisation, done according to regulations and in accordance with

africaines. En Afrique de l'Ouest, des études socio-économiques, menées notamment au Ghana [8] ont montré la nécessité absolue de réactiver les savoirs traditionnels en vue de rétablir l'équilibre brisé entre l'homme et la nature. Ces travaux soulignent également le rôle essentiel de la femme dans la conservation de la biodiversité, à travers la sélection et le maintien des variétés culturelles et la perpétuation des connaissances traditionnelles, notamment dans le domaine médical.

La conservation de la biodiversité doit s'étendre également au-delà des limites des zones protégées pour intégrer la majorité de la diversité biologique et se réaliser selon une approche régionale et écosystémique.

D'une manière générale, il est à noter que la réalisation du développement durable en Afrique de l'Ouest doit nécessairement tenir compte de quatre facteurs qui sont:

- La prise en compte de la gestion de la biodiversité dans l'aménagement des terres;
- La combinaison des modes de conservation traditionnelles et modernes;
- Une meilleure intégration des communautés locales et du secteur privé dans la gestion des ressources naturelles;

the preservation of biodiversity, could be the motor for a very significant economic development in African countries. However, this development necessarily passes by capacity building on training and scientific research and also by putting together competencies at national, sub-regional, regional and international levels, through creation of centres of excellence in tropical biodiversity. These needs correspond perfectly with the development objectives of the New Partnership for the Development of Africa (NEPAD), initiated by the African Union and aiming at the promotion of a sustainable development in Africa.

CONCLUSION

Defined as simply as possible as the diversity of different forms of life on the Earth, current biodiversity – or biological diversity – is the fruit of a long evolution and constitutes the web of life of which we are an integral part and on which we totally depend for our well-being and our survival [1].

West Africa, through the variety of its ecosystems holds a unique biological diversity and is considered as one of the priority conservation zones on an international level. However, this

- La valorisation de la biodiversité et le partage équitable des bénéfices qui en découlent.

Biens et services fournis par la biodiversité et opportunités de développement durable en Afrique de l'Ouest

La conservation de la biodiversité passe nécessairement par sa valorisation et donc par la connaissance des biens et services qu'elle produit.

Les biens fournis par la biodiversité se définissent en partie comme des produits, achetés et vendus, à valeur monétaire sur le marché. Plus difficile à estimer en terme monétaire, les services rendus par les écosystèmes englobent toutes les fonctions écologiques de la biodiversité, qui permettent la vie et le bien être des êtres humains (Fig. 2.1).

Les pays africains et particulièrement ceux de l'Afrique de l'Ouest renferment une diversité floristique et faunique très importante mais également menacée (Tab. 2.4). Cette immense « bibliothèque

de la nature », représente un capital important pour le développement durable des nations africaines, notamment dans les domaines de la biotechnologie et de l'écotourisme⁷. Ces deux modes de valorisation, réalisés selon des réglementations et une vision cohérentes avec la préservation de la biodiversité, pourraient être des moteurs de développement économique très importants pour les pays africains. Cependant, ce développement passe nécessairement par le renforcement des capacités en matière de formation et de recherche scientifique et par la mise en commun des compétences nationales, sous-régionales, régionales et internationales. Cela pourrait se réaliser à travers la création de centres d'excellences internationales pour la biodiversité tropicale. Ces besoins rejoignent parfaitement les objectifs de développement du « nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique » (NEPAD), initié par l'Union Africaine (UA) et visant à promouvoir un développement durable en Afrique.

Tab. 2.4: Etat de la biodiversité (mammifères, oiseaux et plantes) dans les 16 pays de l'Afrique de l'Ouest [9]. | Current state of biodiversity (mammals, birds, and plants) in the 16 countries of West Africa [9].

PAYS COUNTRIES	Espèces de Mammifères Mammal species	Mammifères endémiques Endemic mammals	Mammifères menacés Endangered mammals	Espèces d'oiseaux Bird species	Oiseaux endémiques Endemic birds	Oiseaux menacés Endangered birds	Espèces de plantes Plant species	Plantes endémiques Endemic plants
Bénin	188	0	7	307	0	2	2 500	-
Burkina Faso	147	0	7	335	0	2	1 100	-
Cape Vert	5	0	3	38	4	2	774	86
Côte d'Ivoire	230	0	17	535	2	12	3 660	62
Gambie	117	0	3	280	0	2	974	-
Ghana	222	1	13	529	0	8	3 725	43
Guinée	190	1	11	409	0	10	3 000	88
Guinée Bissau	108	0	2	243	0	0	1 000	12
Liberia	193	0	16	372	1	11	2 200	103
Mali	137	0	13	397	0	4	1 741	11
Mauritanie	61	1	10	273	0	2	1 100	-
Niger	131	0	11	299	0	3	1 460	-
Nigeria	274	4	25	681	2	9	4 715	205
Sénégal	192	0	11	384	0	4	2 086	26
Sierra Léon	147	0	11	466	1	10	2 090	74
Togo	196	0	9	391	0	0	3 085	-

CONCLUSION

Définis le plus simplement possible comme la diversité des différentes formes de vie, la biodiversité - ou diversité biologique - actuelle est le fruit d'une longue évolution et constitue la toile de la vie **terrestre** dont nous sommes partie intégrante et dont nous dépendons totalement pour notre bien être et notre survie [1].

L'Afrique de l'Ouest, à travers la variété de ses écosystèmes, renferme une diversité biologique unique et est considérée comme l'une des zones prioritaires de conservation au niveau mondial. Cependant, ce patrimoine biologique qui reste encore mal connu, fait l'objet d'une exploitation non durable et est menacé d'une disparition imminente.

L'ampleur actuelle de l'érosion de la biodiversité constitue à moyen terme un danger réel pour la survie des populations africaines ainsi que pour l'économie régionale, qui sont directement dépendant de l'exploitation des ressources naturelles. A long terme, c'est la vie à la surface de la terre elle-même qui est menacée du fait des rythmes actuels d'extinction des espèces. En effet les taux d'extinctions d'origine anthropique, en comparaison avec les extinctions naturelles passées, ne permettront certainement pas aux espèces de s'adapter ou même d'évoluer face à des changements aussi rapides.

La maîtrise de l'érosion de la biodiversité actuelle nécessite une coopération parfaite entre trois acteurs clés que sont : le gouvernement pour les lois et la réglementation, le secteur privé et les ONGs comme moteur de développement de la société et enfin la science et la technologie pour la connaissance des biens et services rendus par la biodiversité [2].

Au niveau de l'Afrique et particulièrement de la sous région Ouest africaine, des changements politiques, économiques et sociaux sont nécessaires, afin de concilier les besoins de développement et d'urbanisation avec la nécessité de conserver durablement le patrimoine biologique. Les actions à mener dans cette optique nécessitent une intégration des savoirs traditionnels et modernes de conservation de la diversité biologiques. Ce développement durable passe nécessairement par un état des lieux et une connaissance plus approfondie des biens et services que cette biodiversité constitue pour nous.

biological heritage still remains not well known, is the object of unsustainable exploitation and is threatened with imminent extinction.

The current magnitude of erosion of biodiversity is an acute danger for the medium-term survival of African populations as well as for the regional economy, both of which are directly dependent on the use of natural resources. In the long term, it is the biosphere of the Earth's surface itself that is threatened by the current pace of extinction of species. Indeed, the rates of extinction due to man's influence, in comparison with the natural extinctions occurring in the past, certainly do not permit species to adapt or even evolve when faced with such rapid changes.

Mastering the current erosion of biodiversity requires perfect cooperation among three key actors which are: government for the laws and regulations, private sector and NGOs as a motor for the development of society and finally science and technology for the knowledge of its preservation and of goods and services rendered by biodiversity [2]. At the African level and especially the West African subregion, political, economic and social changes are necessary in order to reconcile the needs

of development and urbanization with the need to sustainably conserve the biological heritage. The actions to undertake for this goal require the integration of traditional and modern knowledge of conservation of biological diversity. This sustainable development necessarily develops through an inventory and deeper knowledge of the goods and services this biodiversity constitutes for us and the continuous functioning of the biosphere which we are vitally dependent on.

Objectifs de la déclaration du Millénaire et état de la biodiversité en Afrique de l'Ouest

Souleymane KONATÉ & K. Eduard LINSENMAIR

Sous l'égide des Nations Unis, les dirigeants du monde se sont réunis en 2000 afin de définir des objectifs visionnaires pour le 21^e siècle. La déclaration du millénaire fixait ainsi 2015 comme date butoir pour la réalisation de la plupart des objectifs du millénaire pour le développement (OMD), visant à réduire de moitié l'extrême pauvreté sous toutes ses formes [1]. Les cibles de ces maux qui minent l'humanité et qui ont conduit à cet état d'extrême pauvreté vécu par une bonne frange de la population humaine, et surtout africaine, ont été identifiées et la recherche d'un environnement durable ainsi que d'un véritable partenariat mondial pour le développement a été proclamée.

Pour ce qui concerne l'objectif 7 (assurer un environnement durable) de l'OMD, la cible consistait à inverser la tendance actuelle à la perte des ressources naturelles, et notamment de la **biodiversité**[↗] de manière significative d'ici 2010, sur la base des constats suivants :

- La perte de la biodiversité due aux activités humaines a été plus rapide durant les 50 dernières années qu'à aucun autre moment de l'histoire de l'humanité.
- Les plus importantes causes de la perte de la biodiversité sont le changement des **habitats**[↗] (avec notamment la perte et la fragmentation des forêts) et le **changement climatique**[↗]. Sous les tropiques le changement des habitats est la première cause et cette situation risque de perdurer pour un certain temps.
- Les projections futures indiquent que le rythme de la perte de la

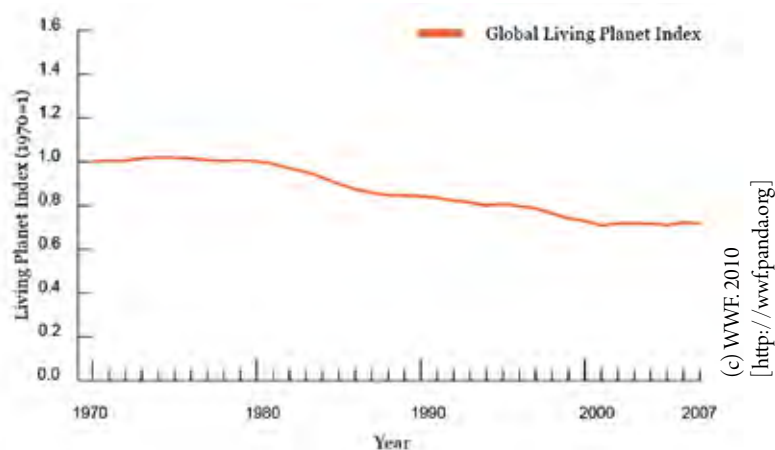
biodiversité va s'accélérer avec le temps. En particulier la forêt tropicale risque de se transformer en « hotspot » d'extinction. La biodiversité des milieux aquatiques tropicales, notamment celle des océans est particulièrement menacée par la surexploitation (pêche anarchique) et la pollution du fait l'exploitation pétrolière offshore et l'élévation de la teneur en CO₂ atmosphérique (acidification des eaux).

Près de 10 ans après les engagements pris par l'OMD et à 5 ans de leur échéance, quel constat pouvons-nous faire quant à l'état de la santé de la planète, et en particulier à celui de la biodiversité en Afrique de l'Ouest ? Pour l'estimation de l'état de santé de la planète, le rapport planète vivante publié par le WWF tous les deux ans depuis 1998, apparaît comme l'outil de diagnostic le plus approprié. Ce rapport se fonde sur la combinaison de deux mesures complémentaires pour analyser l'évolution de la biodiversité mondiale et de la consommation humaine.

1. L'indice planète vivante (IVP) est un indicateur pour la surveillance de l'état de la biodiversité dans le monde. Il se base sur le suivi d'environ 5 000 populations de 1686 espèces de **vertébrés**[↗] (**mammifères**[↗], oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons) dans les différentes régions du monde. Il est élaboré par la Société Zoologique de Londres (ZSL).
2. L'empreinte écologique de l'humanité (EEH) qui montre le type et l'étendu des pressions exercées par l'homme sur les systèmes naturels est réalisé par le réseau « Global Footprint Network » (GFN). C'est un outil de mesure de la **durabilité**[↗] qui se base sur l'estimation de la demande de l'humanité en ressource vivante de la planète.

A

Living Planet Index
The global index shows that vertebrate species populations declined by almost 30 per cent between 1970 and 2007 (ZSL/WWF, 2010)



Les résultats actuels issus du dernier rapport de la planète vivante publié en 2010 montrent que :

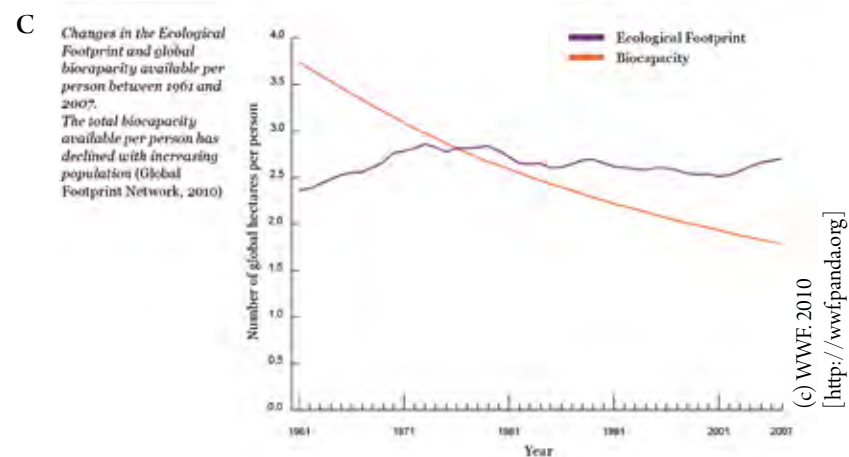
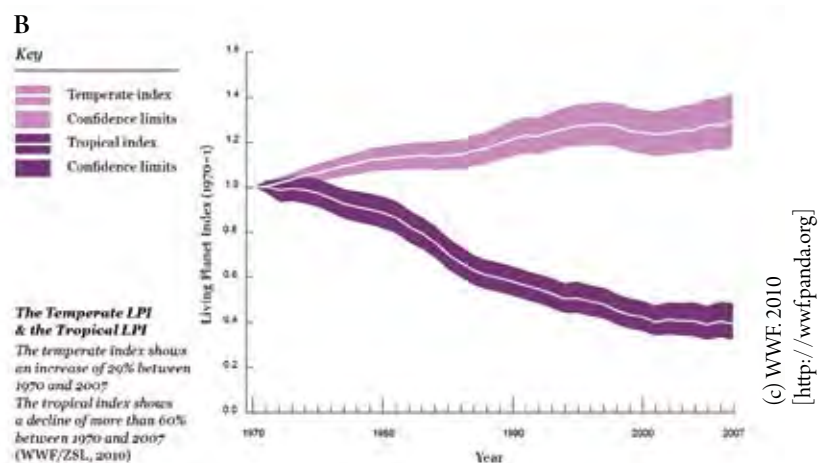
- L'IVP a diminué de près de 30 % au cours des 37 dernières années (Fig. A), cela malgré la stabilisation de la perte de la biodiversité dans la plupart des zones tempérées (Fig. B). Cette baisse durant les dernières décennies (depuis seulement 1970) s'explique essentiellement par une chute de l'IVP dans les zones tropicales de moins de 60 % (Fig. B), traduisant ainsi une diminution grave et permanente de la biodiversité tropicale.
- L'empreinte écologique de l'humanité (EEH) dépasse maintenant la capacité de régénération (biocapacité) de la planète (Fig. C). Si cette tendance continue, l'humanité aura besoin de l'équivalent d'au moins deux planètes terre pour satisfaire ces besoins en 2030.

Au regard de ces deux indicateurs globaux, que sont l'IVP et l'EEH, il apparaît clairement que les objectifs du millénaire, pourtant très modestes, à savoir réduire l'érosion de la biodiversité d'ici 2010, n'ont pu être atteints au niveau global et notamment en Afrique. Toute fois au regard sa biocapacité encore légèrement supérieur à son empreinte écologique, à la différence des pays industrialisés, l'on peut encore espérer atteindre des objectifs de développement durable dans la sous région ouest Africaine. La réalisation de cet objectif vital pour une planète viable passe cependant par des changements profonds et immédiats dans les modes d'utilisation des ressources naturelles et surtout par une intégration effective des principes de développement durable dans les politiques et programmes nationaux de ces pays, comme recommandé dans l'objectif 7 de l'OMD.

Millennium development goals and the state of biodiversity in West Africa

Under the auspices of the United Nations, world leaders met in 2000 to define visionary goals for the 21st century. The millennium declaration thus establishes 2015 as the cut-off date for accomplishing the majority of the millennium development goals (MDGs) aimed at reducing extreme poverty in all forms by half [1]. The cause of these problems that undermine humanity and that lead to this extreme state of poverty experienced by a good part of the human population, and most of all Africa, were identified. The search for a sustainable environment as well as a true worldwide partnership for development was also proclaimed. Concerning objective 7 (ensuring a sustainable environment) of the MDGs, the aim was to inverse the current tendency of loss of natural resources, and notably **Biodiversity**⁷, in a significant way by 2010 based on the following observations:

- The loss of biodiversity due to human activities was more rapid over the last 50 years than at any other moment in the history of humanity.
- The most significant causes of biodiversity loss are **habitat**⁷ change (notably the loss and fragmentation of forests) and **climate change**⁷. In the tropics, habitat change is the leading cause and this situation is liable to continue for some time.
- The future projections indicate that the rhythm of loss of biodiversity will accelerate with time. In particular, the tropical forest is at risk of being transformed into an extinction "hotspot". The biodiversity of tropical aquatic environments, especially those of



the oceans is greatly threatened by over-exploitation (illegal fishing) and pollution due to offshore oil fields and rise of CO₂ atmospheric content (acidification of water).

Almost 10 years after the commitments made with the MDGs and 5 years before their deadline, what observation can be made about the state of the planet and especially that of biodiversity in West Africa? In order to estimate the state of the planet's health, the Living Planet Report published by WWF every two years since 1998 seems the most appropriate diagnostic tool. This report is based on the combination of two complimentary measures for analyzing the evolution of worldwide biodiversity and human consumption.

1. The living planet index (LPI) is an indicator monitoring the state of biodiversity in the world. It is based on following approximately 5 000 populations of 1,686 species of **vertebrates**⁷ (**mammals**⁷, birds, reptiles, amphibians, fish) in different regions of the world. It was drafted by the Zoological Society of London (ZSL).
2. The ecological footprint of humanity (EFH) shows the type and extent of pressures exerted by man on natural systems and is created by the "Global Footprint Network" (GFN). It is a tool for measuring **sustainability**⁷ based on the estimate of humanity's demands on the planet's living resources.

The current results from the last Living Planet Report published in 2010 show that:

- The LPI diminished by close to 30 % over the last 37 years (Fig. A) despite the fact that the loss of biodiversity in the majority of temperate zones stabilized (Fig. B). This drop during the last decades (only since 1970) is basically explained by a drop in the LPI in the tropical zones of over 60 % (Fig. B) thus indicating a grave and permanent decrease of tropical biodiversity.
- Humanity's ecological footprint (EFH) now exceeds the capacity for regeneration (biocapacity) of the planet (Fig. C). If this tendency continues, humanity will need the equivalent of at least two planet Earths to satisfy these needs in 2030.

Given the two global indicators, which are the LPI and the EFH, it is obvious that these millennium goals, even though they are modest in trying to reduce the erosion of biodiversity by 2010 on a global level and notably in Africa, are not met. Nonetheless, given that, in contrast to industrialized countries, Africa's biocapacity is still slightly higher than its ecological footprint, we can still hope to achieve these sustainable

development goals in the West African subregion. For the achievement of these goals, vital for a viable planet, we must undergo profound and immediate changes in the use of natural resources and most of all effectively integrating the principles of sustainable development into politics and national programs of the countries as recommended in goal 7 of the MDGs.

2.2

Milieu humain

Abdoulaye SENGHOR

Le Bénin, le Burkina Faso et la Côte d'Ivoire, ces trois pays juxtaposés, représentent seulement 20 % de la superficie totale des huit États membres de l'Union économique et monétaire ouest africaine (UEMOA) mais comptent environ 48 % de l'ensemble de la population de l'Union [10] et regorgent d'énormes potentialités naturelles ; ce qui diversifie les activités socioéconomiques. Ces trois pays réunis constituent ainsi une zone stratégique dans la sous-région de l'Afrique de l'Ouest et sont porteurs de nombreux enjeux tant écologique qu'économique.

ORGANISATION ADMINISTRATIVE

Comme toutes les autres anciennes colonies françaises, l'organisation administrative de ces trois pays, à quelques exceptions près, reste sensiblement la même et a connu plusieurs découpages depuis le début de leur indépendance en 1960. Tout d'abord, ce sont

des cercles qui ont été institués depuis la période coloniale jusqu'au milieu de années 1970 puis, dans certains cas, on assistera au processus de départementalisation, de provincialisation et actuellement, on est à l'ère de la régionalisation et la communalisation. Au Burkina Faso, la plus importante ville (Ouagadougou, 1,3 millions d'habitants) est en même temps la capitale politique. Le pays est divisé en 13 régions (45 provinces dont les chefs lieux sont d'office communes urbaines et 302 communes rurales). Outre Ouagadougou, on peut citer quelques villes comme Bobo-Dioulasso (capitale économique), Koudougou, Ouahigouya, Fada N'Gourma, Banfora, etc. En Côte d'Ivoire, Abidjan (3,2 millions d'habitants) est devenue capitale économique après l'érection de Yamoussoukro (ville natale du Feu Président Félix Houphouët-Boigny) en capitale politique en 1983. Depuis cette date, sa population a presque doublé (299 243 habitants) mais Bouaké (461 618 habitants) reste toujours la deuxième ville du pays. On peut citer également certains centres urbains comme Mans, Korogho, Daloa, etc. Notons que le territoire ivoirien est divisé en 34 départements, subdivisés en sous-préfectures [11]. Au Bénin, Cotonou (650 660 habitants), la capitale économique, reste le centre d'affaires à cause de son port. La capitale politique est officiellement Porto Novo (232 756 habitants)

Human environment

Benin, Burkina Faso and Côte d'Ivoire are three countries juxtaposed which represent only 20 % of the total area of eight member States of the West African Economic and Monetary Union (Union économique et monétaire ouest africaine (UEMOA)), but hold around 48% of all the Union's population [10] and abound with enormous natural potential to diversify socio-economic activities. These three countries united thus hold a strategic zone in the West African sub-region which carries numerous both ecological and economic stakes.

ADMINISTRATIVE ORGANIZATION

As all the other old French colonies, the administrative organization of these three countries, with a few exceptions, remains essentially the same and has experienced several divisions since the beginning of independence in 1960. First of all, these are

areas which were instituted since the colonial period until the mid-1970s then, in some cases, we witness the process of departmentalization, provincialization, and, currently, we are experiencing the era of regionalization and urbanization. In Burkina Faso, the most important city (Ouagadougou, 1.3 millions inhabitants) is also the political capital. The country is divided into 13 regions (45 provinces whose administrative centres are always urban municipalities and 302 rural municipalities). Aside from Ouagadougou, we can cite some cities like Bobo-Dioulasso (economic capital), Koudougou, Ouahigouya, Fada N'Gourma, Banfora, etc. In Côte d'Ivoire, Abidjan (3.2 million inhabitants) became the economic capital after the creation of Yamoussoukro (home town of the late President Félix Houphouët-Boigny) in the political capital in 1983. Since this date, its population has almost doubled (299 243 inhabitants) but Bouaké (461 618 inhabitants) still remains the second city of the country. We can also cite some urban centres like Mans, Korogho, Daloa, etc. We note that the Ivorian territory is divided into 34 departments, subdivided into sub-prefectures [11]. In Benin, Cotonou (650 660 inhabitants), the economic capital remains the business center due to its size. The political capital

même si Cotonou demeure le centre de décisions économiques, politiques et administratives. On peut également citer des villes comme Parakou (144 627 habitants), Abomey (55 000 habitants), Natitingou (50 000 habitants) [11].

En réalité, si on devait s'en tenir à la norme conventionnelle, les trois grandes villes de ces pays (Abidjan, Ouagadougou et Cotonou) réunies ne peuvent pas former une mégapole (au moins 10 millions d'habitants), à la limite, elles ne peuvent que constituer une agglomération (au moins 2 millions d'habitants).

DONNEES DEMOGRAPHIQUES

Les sources d'informations démographiques (le recensement général de la population et de l'**habitat**²) bien que suivant le rythme périodique de dix ans ne coïncident pas la même année pour les trois pays. C'est pourquoi, les données du présent atlas seront tantôt celles de 2004 et 2007 [11] où des études sectorielles ont été menées à la fois dans ces pays mais également des données spécifiques par pays suivant son dernier recensement [12] ou enquête démographique.

Avec une superficie totale de 709 284 km², le Bénin, le Burkina Faso et la Côte d'Ivoire, réunis, comptaient en 2004 une population de

35 651 000 habitants dont 6 446 000 du Bénin, 12 856 000 du Burkina Faso et 16 349 000 de la Côte d'Ivoire alors que tous les 8 pays membres de l'UEMOA avaient 74 101 000 habitants. En 2007, l'ensemble de la population de ces trois pays avoisinerait les 39 380 000 habitants avec 14 300 000 habitants au Burkina Faso [11], 17 000 000 d'habitants en Côte d'Ivoire [11] et 8 080 000 habitants au Bénin [11]; soit un taux d'accroissement annuel moyen de 3 %.

La répartition de la population est très inégale aussi bien à l'intérieur de chaque pays que dans l'ensemble des trois posant ainsi le problème de la pression démographique. Au Bénin en 2007, la densité globale a atteint 73 hbts/km² (les 3/4 de la population sont concentrés au sud du pays) et 46 % de la population habitent les villes. Au Burkina Faso, pour la même année, la densité était de 52,3 hbts/km² (seulement 1/4 de la population est citadin) tandis qu'en Côte d'Ivoire la densité moyenne atteignait de 54,4 hbts/km² (environ 1/2 de la population est citadin). Au total, la densité moyenne des trois pays, en 2007, a atteint 60 hbts/km² contre la moyenne de toute l'Afrique qui était de 29 hbts/km² alors que la moyenne mondiale s'établissait à cette période à 47,5 hbts/km² [12]. En d'autres

is officially Porto Novo (232 756 habitants) even if Cotonou remains the centre of economic, political and administrative decisions. We can also cite cities like Parakou (144 627 inhabitants), Abomey (55 000 inhabitants) and Natitingou (50 000 inhabitants) [11].

Actually, following the conventional standard, the three big cities of these countries (Abidjan, Ouagadougou and Cotonou) together do not form a megalopolis (at least 10 million inhabitants); they might only form an agglomeration (at least 2 million inhabitants).

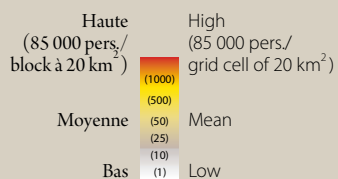
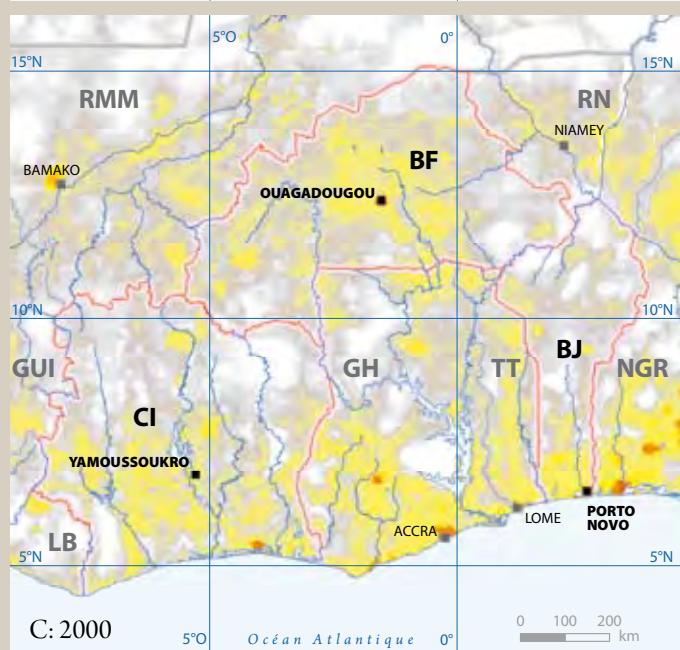
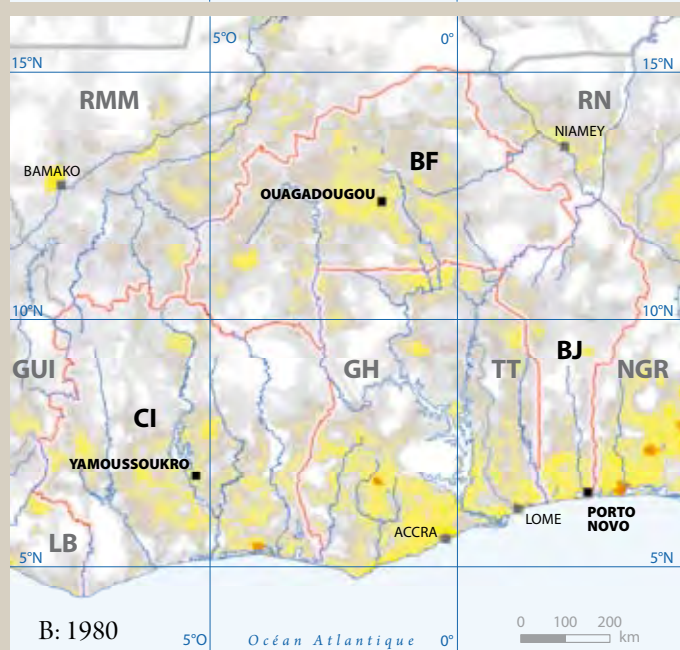
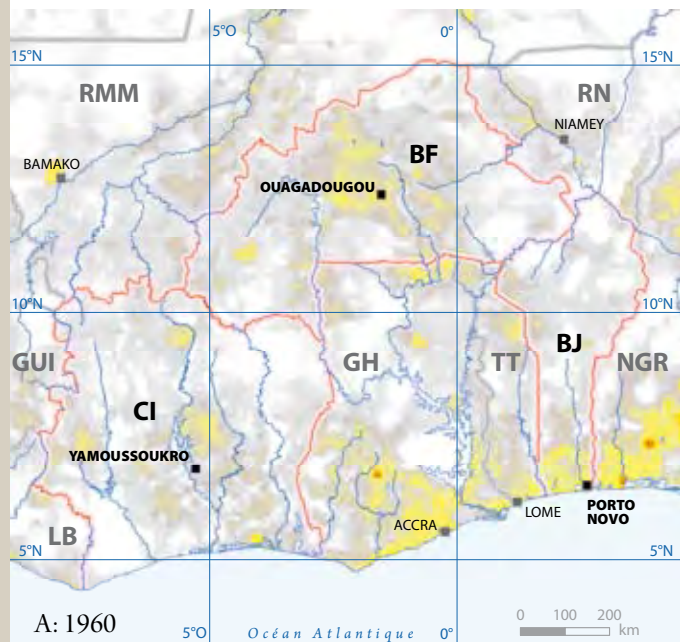
DEMOGRAPHIC DATA

The sources of demographic information (general census of the population and the **habitat**²), even though following the same periodic rhythm of ten years, do not fall in the same year in all three countries. This is why the data from the present atlas will be either from 2004 and 2007 [11] where the sectoral studies were undertaken both in these countries but also the specific data per country following its last census [12] or demographic survey.

With a total area of 709 284 km², Benin, Burkina Faso and

Côte d'Ivoire together counted a population of 35 651 000 inhabitants (hbts) in 2004 of which 6 446 000 were in Benin, 12 856 000 in Burkina Faso and 16 349 000 in Côte d'Ivoire while all the 8 member countries of the UEMOA have 74 101 000 inhabitants. In 2007, the entire population of these three countries would come close to 39 380 000 inhabitants with 14 300 000 inhabitants in Burkina Faso [11], 17 000 000 inhabitants in Côte d'Ivoire [11] and 8 080 000 inhabitants in Benin [11] or an annual average growth of 3 %.

The distribution of the population is very unequal both inside each country and between all three, which therefore poses the problem of demographic pressure. In Benin in 2007, the overall density reached 73 hbts/km² (3/4 of the population were concentrated in the south of the country) and 46 % of the population lived in cities. In Burkina Faso, for the same year, the density was 52.3 hbts/km² (only 1/4 of the population lives in cities) while in Côte d'Ivoire; the average density reached 54.4 hbts/km² (around 1/2 of the population lives in cities). In all, the average density of the three countries in 2007 reached 60 hbts/km² compared to an average throughout Africa of 29 hbts/km², while the worldwide average for this period was 47.5 hbts/km²



Carte 2.3: Densité de la population en 1960, 1980 et 2000 (carte A, B & C).

Map 2.3: Population density in 1960, 1980 and 2000 (map A, B & C).

termes, l'espace constitué de ces trois pays est surpeuplé (cartes 2.3 & 2.4).

La structure par sexe indique la supériorité numérique des femmes. L'indice synthétique de fécondité (ISF) ou le nombre moyen d'enfants nés vivants par femme est de 5,3 au niveau de toute la zone dont 6,2 pour le Burkina Faso [12] contre seulement 4,4 en Côte d'Ivoire [11]. La mortalité infantile est plus de 20 fois supérieure à celle observée en Europe occidentale et environ le double de la moyenne mondiale (environ 90 enfants de moins de 5 ans sont exposés au risque léthal sur 1 000 naissances). L'espérance de vie à la naissance est de 53,4 ans pour le Bénin, 49 ans pour le Burkina Faso et 48,6 ans pour la Côte d'Ivoire ; soit une moyenne de 50 ans. La pyramide des âges indique quant à elle une population très jeune dans l'ensemble des trois pays avec le cas remarquable pour le Burkina Faso où 48 % de jeunes de moins de 15 ans [11] contre 30 % dans le reste du monde [13].

DONNEES SOCIOCULTURELLES

Le français est la langue officielle de ces trois pays, chacun ayant environ une cinquantaine de langues (parfois parlées dans au moins deux des trois pays) et des dialectes pour des dizaines de groupes

[12]. In other words, the space constituted of these three countries is over-populated (Maps 2.3 & 2.4).

The structure per gender indicates more women. The total fertility rate (TFR) or number of children born per woman is 5.3 for the whole area, where we find 6.2 for Burkina Faso [12] versus only 4.4 in Côte d'Ivoire [11]. The infant mortality rate is more than 20 times higher than that observed in Western Europe and around double the worldwide average (around 90 children younger than 5 years of age are exposed to lethal risk for every 1 000 births). The life expectancy is 53.4 years for Benin, 49 years for Burkina Faso and 48.6 years for Côte d'Ivoire, or an average of 50 years of age. The age pyramid indicates a very young population in all three countries with the remarkable case for Burkina Faso where 48 % of the young is younger than 15 years of age [11] against 30 % in the rest of the world [13].

SOCIO-CULTURAL DATA

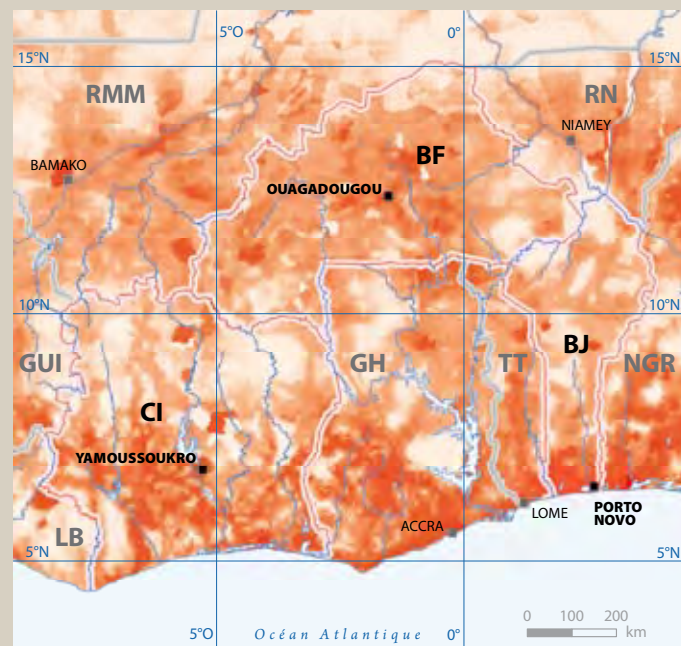
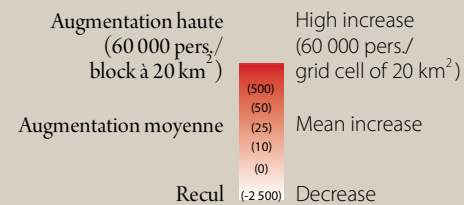
French is the official language in these three countries, of which each has approximately fifty languages (sometimes spoken in at least two of the three countries) and dialects for dozens of ethnic groups. The Beninese, for example, speak Fon, Haoussa

ethniques. Les Béninois par exemple parlent le fon, le haoussa et le yoruba mais au nord, ils partagent le gulmancema avec les gourmanché Burkinabè tandis qu'au Burkina Faso, c'est le moore qui domine avec le dioula mais aussi le lobiri et le sénoufo qui sont également parlés au nord ivoirien et en Côte d'Ivoire, on parle le baoulé, le bété, etc [11].

Dans tous les trois pays, on rencontre trois grandes religions : la religion traditionnelle, l'islam et le christianisme. Au Bénin, la religion traditionnelle est très répandue, notamment le vaudou, une croyance selon laquelle tout dans la nature possède une âme. C'est une forme de religion traditionnelle qui regroupe des pratiques magiques et des éléments empruntés au culte chrétien. En effet, plus de la moitié de la population pratique un vaudou marqué par de fortes tendances synchrétiques avec le christianisme à tel point qu'il semble devenir une religion d'Etat. Les chrétiens (catholiques et protestants) représentent 20 % de la population et vivent surtout dans le sud du pays et dans le nord vivent en majorité les musulmans qui forment 15 % de la population. En Côte d'Ivoire, malgré l'influence de la culture française, les cultures locales ont été préservées et dynamisées, comme en témoignent les arts plastiques (masques et statuaires). Chaque communauté possède des modes d'expression

and Yoruba, but in the North, they share Gulmancema with the Gourmanché Burkinabé. While in Burkina Faso, the Moore language dominates with Dioula, but also Lobiri and Sénoufo which are also spoken in the Ivorian north and in Côte d'Ivoire, Baoulé, Bété, etc. are spoken [11].

In all three countries, we find three main religions: Traditional religion, Islam and Christianity. In Benin, animism is very widespread, notably voodoo, a belief according to which everything in nature has a soul. It is a form of traditional religion that regroups magical practices and elements that were borrowed from Christian religion. Indeed, more than half the population practises voodoo marked by strong syncretic tendencies with Christianity to a point that it seems to become a State religion. The Christians (Catholics and Protestants) represent 20 % of the population and mostly live in the South of the country; in the North the majority are Muslim who form 15 % of the population. In Côte d'Ivoire, despite the influence of the French culture, the local cultures were preserved and given energy as the fine arts testify (masks and statuary). Each community has specific modes of expression (massive masks in the forest zones and slender masks in the savanna while in the Akan and the



Carte 2.4: Evolution de la densité de la population de 1960 à 2000.
Map 2.4: Change in population density from 1960 to 2000.

spécifiques (masques massifs dans les zones forestières et masques élancés dans les savanes tandis que chez les Akan et les Baoulé, c'est le travail de l'or qui constitue la base culturelle). Un cinquième de la population pratique le christianisme, un autre cinquième adhère à l'islam (surtout dans le nord), le reste de la population (surtout dans les campagnes) est demeuré fidèle à la religion traditionnelle. Au Burkina Faso, l'expression artistique des mosse, bobo et autres ethnies est proche de celle des peuples de la savane ivoirienne. L'art contemporain s'inspire de ces cultures traditionnelles mais également marqué par l'influence islamique et a développé une créativité originale autour de la récupération d'objets manufacturés. Le pays accueille tous les deux ans le festival panafricain du cinéma de Ouagadougou (FESPACO) qui s'est imposé sur le marché mondial sans oublier les autres manifestations telles « La semaine nationale de culture de Bobo-Dioulasso », « Les nuits atypiques de Koudougou », « Les masques de Dédougou », etc.[11].

Baoulé, the gold work constitutes the cultural basis). A fifth of the population in Côte d'Ivoire practises Christianity, another fifth adheres to Islam (especially in the North), the rest of the population (mostly in the countryside) remains faithful to traditional religion. In Burkina Faso, artistic expression of the Mosse, Bobo and other ethnicities is close to that of the peoples of the Ivorian savanna. Contemporary art is inspired by these traditional cultures, but also marked by the Islamic influence and developed an original creativity around the recuperation of manufactured objects. Every two years, the country welcomes the Pan-African Film Festival of Ouagadougou (FESPACO) which has imposed itself on the world market without forgetting other events like "The national Bobo-Dioulasso Culture Week" (La semaine nationale de culture de Bobo-Dioulasso), Atypical Nights in Koudougou (Les nuits atypiques de Koudougou), Dédougou Masks (Les masques de Dédougou), etc. [11].

PRINCIPALES ACTIVITES ECONOMIQUES

Agriculture, élevage et pêche

L'économie du Burkina Faso, du Bénin et de la Côte d'Ivoire repose essentiellement sur l'agriculture, chaque pays selon sa situation géophysique (Fig. 2.14). Le secteur agricole emploie environ 60 % de la population active (les $\frac{3}{4}$ de la population active burkinabè pratiquent l'agriculture) et contribue pour 30 % en moyenne dans le PIB de ces pays. Au Burkina Faso, les principales cultures vivrières sont le mil, le maïs et le sorgho mais le riz, le niébé et l'arachide sont également développés dans certaines régions sans oublier les tubercules beaucoup cultivés au sud et sud-ouest du pays. Les Béninois du nord vivent essentiellement de la culture de subsistance (manioc, igname, patate douce, mil, sorgho, maïs, arachide et haricot). Il en est de même pour la Côte d'Ivoire où les cultures vivrières locales sont le manioc, le riz, le maïs, le mil, l'arachide et l'igname. Les cultures de rente, quant à elles, varient selon les pays. En dehors de la canne à sucre cultivée au sud-ouest pour alimenter un complexe sucrier, la principale culture d'exportation au Burkina Faso est le coton (en 2005, il a été le premier producteur d'Afrique **subsaharienne**²) qui est aussi cultivé dans le centre et le nord du Bénin mais

MAIN ECONOMIC ACTIVITIES

Agriculture, animal husbandry and fishing

The economy of Burkina Faso, Benin and Côte d'Ivoire relies mainly on agriculture, each country according to its geophysical situation (Fig. 2.14). The agricultural sector employs around 60 % of the active population ($\frac{3}{4}$ of the active Burkinabé population practises agriculture) and contributes 30 % of the GDP of these countries on average. In Burkina Faso, the main food agriculture is millet, corn and sorghum, but rice, black-eyed peas and peanuts are also found in some regions not to forget the tuber crops that are much cultivated in the South and South-West of the country. The Beninese in the North live mainly on subsistence crops (manioc, yam, sweet potato, millet, sorghum, corn, peanut and beans), similarly for Côte d'Ivoire, where the local food agriculture is manioc, rice, corn, millet, peanuts and yams. As for the cash crops, they vary according to the country. Aside from sugar cane cultivated in the South-West for a sugar refinery, the main export culture in Burkina Faso is cotton (in 2005, it was the first producer in **Sub-Saharan**² Africa) which is also cultivated in the Centre and North of Benin, but mainly in

essentiellement au nord de la Côte d'Ivoire. Le cacao, le café, la canne à sucre, le palmier, l'hévéa et le soja sont surtout les principales cultures de rente en Côte d'Ivoire et au Bénin (la Côte d'Ivoire a été le premier producteur mondial du cacao avec 1 400 000 tonnes en 2006 et treizième pour le café au milieu des années 2000) [11].

Quasi-inexistant en Côte d'Ivoire et très peu développé au Bénin, l'élevage constitue la deuxième source de richesse du Burkina Faso (environ 8 millions de bovins en 2005). Le bétail est dirigé sur pied vers les pâturages plus riches du sud avant d'être expédié vers les zones de consommation de la côte. Le maintien de l'équilibre alimentaire et le souci de pallier les alés climatiques constituent un des grands problèmes du pays.

En revanche, la pêche est une activité très peu pratiquée au Burkina Faso par rapport au Bénin et moins encore, à la Côte d'Ivoire à cause de leurs façades maritimes. Toutefois, la pêche traditionnelle en rivières et dans les mares à la fin de la saison sèche est pratiquée partout où cela est possible (8 500 tonnes de poissons en 2005). La pêche en mer est très peu pratiquée au Bénin mais la majeure partie de poissons (environ 40 000 tonnes par an) est pêchée dans les rivières, les lacs et les lagunes. En Côte d'Ivoire, la pêche vivrière est

the North of Côte d'Ivoire. Cocoa, coffee, sugar cane, the palm tree, rubber tree and soy are mostly the main cash crops in Côte d'Ivoire and Benin. (Côte d'Ivoire was the world's biggest producer of cocoa with 1 400 000 tons in 2006 and thirteenth for coffee in the mid-2000s.) [11].

Almost non-existent in Côte d'Ivoire and not very developed in Benin, animal husbandry is the second source of wealth in Burkina Faso (around 8 million head of cattle in 2005). The livestock is herded on foot towards the richer pastures in the South before being sent to the area where the meat is consumed, on the coast. Maintaining food balance and the concern for compensating for the climatic vagaries are one on the country's great problems.

On the other hand, fishing is an activity that is not often practised in Burkina Faso compared to Benin and even less so compared to Côte d'Ivoire due to their seaboard. However, traditional fishing in rivers and in pools at the end of the dry season is practised everywhere it is possible (8 500 tons of fish in 2005). Sea fishing is not practised widely in Benin, and the majority of fish (around 40 000 tons per year) is fished in the rivers, lakes and lagoons. In Côte d'Ivoire, food fishing is practised on the

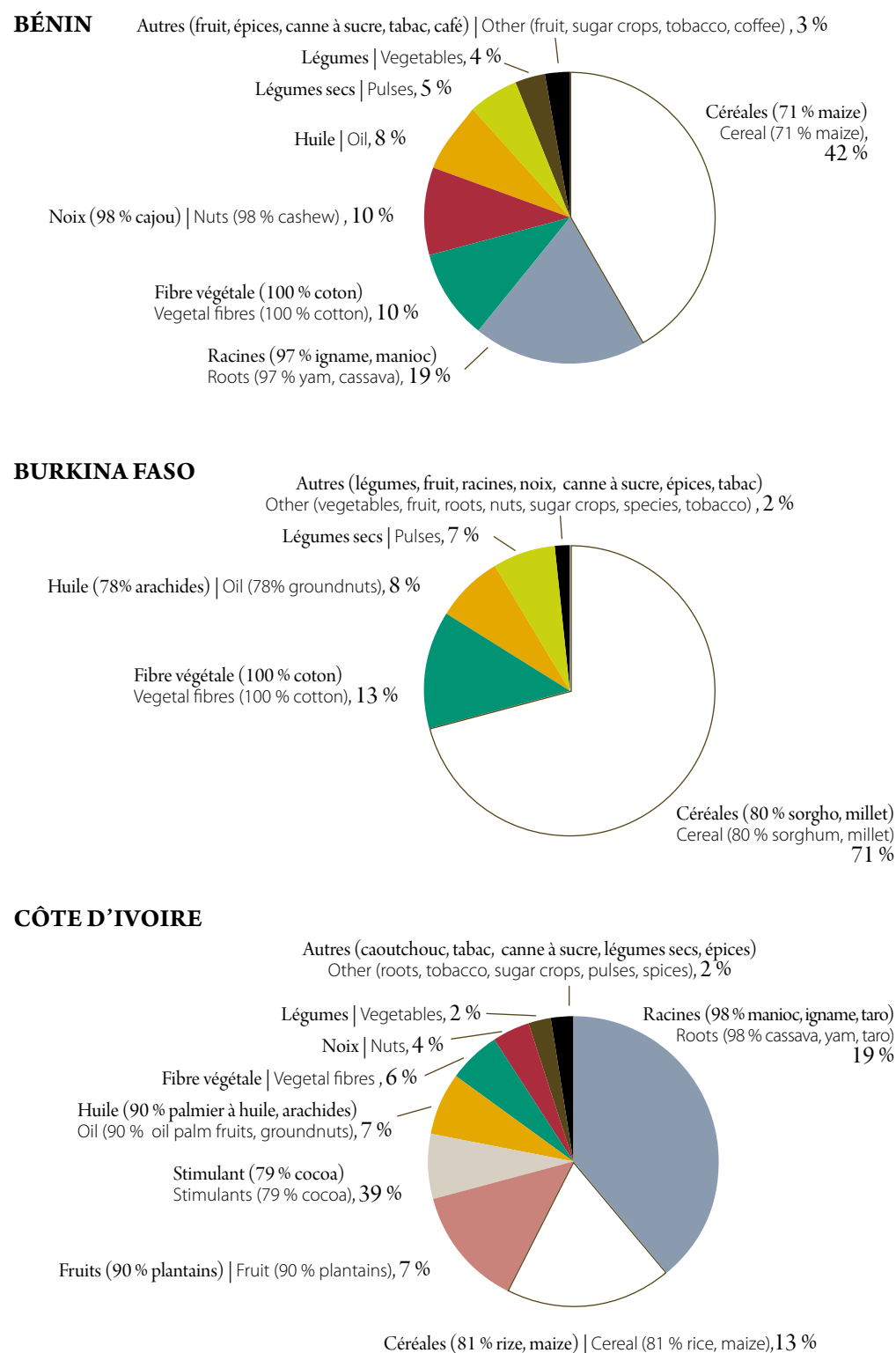


Fig. 2.14: Principales cultures au Bénin, au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire. | Main crops in Bénin, Burkina Faso and Côte d'Ivoire [FAO 2006: <http://faostat.fao.org/>].

pratiquée sur la côte dans les nombreuses rivières et lagunes tandis que la pêche maritime industrielle porte sur la sardine, le thon, la bonite et les crevettes (en 2004, les prises avoisinaient 55 000 tonnes de poissons) [11].

Industries, mines et énergie

En dehors de la Côte d'Ivoire où elle occupe 14 % de la population active et participe à hauteur de 20 % du PIB [11], l'activité industrielle est très peu développée au Bénin et reste embryonnaire au Burkina Faso. La plupart des unités industrielles des trois pays sont constituées des industries agroalimentaires (huiles de palme et de graine de coton, bière, sucre), des textiles, cuir et peaux, ainsi des articles de consommation courante (savon, motocyclette, chaussures, etc.).

Les potentialités en ressources minières, par contre, sont énormes dans l'ensemble des trois pays (même si elle est encore mineure en Côte d'Ivoire) mais très peu sinon très mal exploitées. Le pétrole est la principale ressource minière du Bénin (365 000 barils par an au début des années 2000) mais sa production reste inférieure à la demande intérieure. La production pétrolière lancée en 1980, trois ans après la découverte des premiers gisements offshore en Côte

coast and in numerous rivers and lagoons while industrial sea fishery carries on sardines, tuna, bonito and shrimp (in 2004, the takes were around 55 000 tons of fish) [11].

Industries, mines and energy

Apart from Côte d'Ivoire where it employs 14 % of the workforce and contributes around 20 % of GDP [11], industrial activity is not very developed in Benin and remains embryonic in Burkina Faso. The majority of industrial units of the three countries are made of **food chain**⁷ industries (palm oils and cotton seed, beer, sugar), textiles, hides and skins as well as articles of daily consumption (soap, motorcycles, shoes, etc.). However, the mining resource potentialities are enormous in all three countries (even if it is still minor in Côte d'Ivoire), but are very little or otherwise very badly exploited. Oil is the main mining resource in Benin (365 000 barrels per year at the beginning of the 2000s), but its production remains less than the internal demand. Oil production began in 1980, three years after the discovery of the first offshore fields in Côte d'Ivoire, has declined considerably. Burkina Faso is the only of the three countries to not to produce oil, but, on the other hand, holds a large

d'Ivoire a considérablement régressé. Le Burkina Faso est le seul des trois pays à ne pas produire du pétrole mais c'est par contre le pays qui recèle un fort potentiel minier et très varié allant de l'or au phosphate en passant par le zinc, bauxite, plomb, nickel (seul l'or est actuellement un peu exploité). L'or est également exploité en Côte d'Ivoire à la frontière avec le Liberia depuis 1990 tandis qu'au Bénin, c'est le calcaire de la région de Pobé qui entre dans la production du ciment.

Si l'électricité produite par l'usine hydroélectrique de Kossou (achevée en 1972 et située sur le Bandama Blanc au centre du pays) satisfait presque totalement les besoins énergétiques de la Côte d'Ivoire, le problème de l'énergie se pose avec acuité dans deux autres pays. Au Burkina Faso, l'électricité est produite dans des centrales thermiques dont la majeure partie fonctionne au pétrole raffiné. Malgré la mise en service des barrages de la Kompienga et de Bagré en 1993, les espoirs d'autosuffisance énergétique sont loin d'être atteints et le pays se tourne désormais vers l'interconnexion avec la Côte d'Ivoire qui alimente déjà la ville de Bobo-Dioulasso et ses environnants. Au Bénin, l'énergie provient principalement du Ghana, mais la baisse de production de la centrale ghanéenne d'Akossombo a touché en premier lieu ce pays qui partage les mêmes installations (petites

mining potential that is very varied, from gold to phosphate and zinc, bauxite, lead, nickel (currently only gold is being exploited a little bit). Gold is also exploited in Côte d'Ivoire at the border with Liberia since 1990, while in Benin, limestone from the Pobé region is used in the production of cement.

Although the electricity produced by the Kossou hydroelectric power plant (completed in 1972 and located in the Bandama Blanc at the center of the country) almost completely meets the energy needs of Côte d'Ivoire, the energy problem is acute in the two other countries. In Burkina Faso, electricity is produced in the power stations, largely running on refined oil. Despite the activation of the Kompienga and Bagré dams in 1993, the hopes of energy self-sufficiency are far from being achieved and the country is turning towards the inter-connection with Côte d'Ivoire, which already supplies the city of Bobo-Dioulasso and its surroundings. In Benin, energy comes mainly from Ghana, but the decrease in production of the Ghanaian Akossombo power plant really hit this country hard as it shares the same installations (small thermal power plants and a hydro complex) with Togo.

centrales thermiques et un complexe hydraulique) avec le Togo.

Commerce, transport et communication

Le Bénin, le Burkina Faso et la Côte d'Ivoire font tous les trois partie des huit Etats membres de l'UEMOA et possède donc en commun le franc CFA comme monnaie, émise par la BCEAO (Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest). Depuis le 1er janvier 2000, et à la faveur de la libéralisation des échanges intracommunautaires et à l'établissement d'un cordon douanier (tarif extérieur commun), l'activité commerciale est très développée dans chacun de ces trois pays. En Côte d'Ivoire, le bois est le principal produit d'exportation avec le cacao et le café tandis qu'au Burkina Faso, c'est coton suivi du bétail, des noix de karité et l'arachide. Le Bénin exporte également du coton, du cacao, du sucre, du pétrole brut et des produits dérivés du palmier à huile. A quelques exceptions près pour la Côte d'Ivoire, la balance commerciale de ces pays est toujours déficitaire malgré les récents développements du commerce régional. Les principaux partenaires commerciaux de ces pays sont la France, le Portugal, l'Allemagne, les Etats-Unis et de plus en plus la Chine, la Thaïlande et les Emirats.

L'ensemble des trois pays possède environ 70 000 km de réseau

routier (dont 50 000 km pour la seule Côte d'Ivoire) parfois difficilement praticable en saison des pluies (surtout à l'intérieur des pays) mais presque toutes voies transfrontalières sont bitumées. En la Côte d'Ivoire, le train reliant Abidjan-Ouagadougou via Bobo-Dioulasso joue un rôle essentiel d'intégration avec le Burkina Faso et favorise les migrations saisonnières des habitants de ce pays vers les plantations de la zone forestière et les ports. Au Bénin, à partir de la grande artère qui longe la côte, environ 580 km de routes relient Cotonou et Porto Novo aux villes du centre et du nord comme Natitingou et Parakou, terminus de la ligne de chemin de fer de Cotonou. Sur la côte, le réseau ferré est connecté à celui du Togo et du Nigeria. Le port d'Abidjan, l'un des plus actifs d'Afrique de l'Ouest et celui de San Pedro en plein développement ainsi que le grand port de Cotonou servent également aux pays enclavés comme le Burkina Faso, le Mali et le Niger. Les aéroports d'Abidjan, de Ouagadougou et de Cotonou sont également les terminaux d'intense trafic.

Commerce, transportation and communication

Benin, Burkina Faso and Côte d'Ivoire are all part of the eight member States of the UEMOA and thus have the CFA franc issued by the Central Bank of West African States (Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest (BCEAO)) as a common currency. As of January 1, 2000 to favour the liberalization of inter-community exchanges and the establishment of a customs border (exterior common tariff), commercial activity is very developed in each of the three countries. In Côte d'Ivoire, wood is the main export product followed by cocoa and coffee, while in Burkina Faso it is cotton followed by livestock, shea nuts and peanuts. Benin also exports cotton, cocoa, sugar, crude oil and products derived from the oil palm. With some exceptions for Côte d'Ivoire, the commercial balance of these countries is always negative despite the recent developments in regional commerce. The main commercial partners of these countries are France, Portugal, Germany, the United States and increasingly China, Thailand and the Emirates.

All three countries have around 70 000 km of road networks (of which 50 000 km are in Côte d'Ivoire alone) sometimes hard to pass in the rainy season (most of all in the interior of the

countries), but almost all cross-border roads are asphalted. In Côte d'Ivoire, the train connecting Abidjan-Ouagadougou via Bobo-Dioulasso plays an essential role connecting Côte d'Ivoire with Burkina Faso and facilitates seasonal migrations of the inhabitants of Burkina Faso towards plantations in the forest zone and ports. In Benin, besides the large road that runs along the coast, around 580 km of roads connect Cotonou and Porto Novo to the cities in the Center and North of the country, like Natitingou and Parakou, the terminus of the Cotonou train line. On the coast, the railway system is connected to that of Togo and Nigeria. The port of Abidjan, one of the most active in West Africa and that of San Pedro in full development as well as the large port of Cotonou also serve enclave countries like Burkina Faso, Mali and Niger. The airports of Abidjan, Ouagadougou and Cotonou are also terminals for intense traffic.

SOCIO-ECONOMIC INDICATORS

Access to education

Free teaching and primary education are obligatory in the three countries. Despite these efforts by public authorities, the

INDICATEURS SOCIOECONOMIQUES

Accès à l'éducation

L'enseignement gratuit et le cycle primaire est obligatoire dans les trois pays. Malgré ces efforts des pouvoirs publics, le taux de scolarisation reste très faible. Au Burkina Faso, le taux brut de scolarisation des enfants de 6-12 ans en 2006 est de 52,7 %. Au niveau du secondaire, le taux brut de scolarisation est de 21,8 %. L'enseignement supérieur est peu fréquenté par rapport aux autres degrés. En effet, le taux brut de scolarisation à ce niveau est 2,6 %. La situation est similaire au Bénin où le taux d'alphabétisation atteignait seulement 43,2% en 2005 et seuls 22% des enfants de 12 à 17 ans étaient scolarisés tandis que deux à trois dizaines de milliers d'étudiants seulement suivent des cours dans des universités, instituts et écoles supérieures du pays [13]. Malgré un ambitieux programme de télé-enseignement lancé en Côte d'Ivoire au début des années 1970 autour de la ville de Bouaké, en 1991, 47,5% des jeunes de 12 à 17 ans étaient scolarisés, 7% fréquentaient les établissements de troisième degré en 1998-1999 et en 2005, le taux d'alphabétisation était de 53,6 % [13].

proportion of children in full-time education remains very low. In Burkina Faso, the gross rate of children aged 6-12 years old in full-time education in 2006 is 52.7 %. At the secondary level, the gross rate of children full-time education is 21.8 %. Higher education is less frequented in relation to other degrees. Indeed, the gross rate of children in full-time education at this level is 2.6 %. The situation is similar in Benin where the literacy rate only reached 43.2 % in 2005 and only 22 % of children aged 12 to 17 years of age were in full-time education whereas 2 % to 3% of students only take classes in universities, institutes and higher learning schools in the country [13]. Despite an ambitious program of distance learning launched in Côte d'Ivoire at the beginning of the 1970s around the city of Bouaké in 1991, 47.5 % of youth between 12 to 17 years of age are in full-time education, 7 % went to post-secondary education establishments in 1998-1999 and in 2005, the literacy rate was 53.6 % [13].

Accès aux soins de santé

Le faible taux de couverture sanitaire, le sous-équipement, la recrudescence de très nombreuses maladies et l'extension du VIH/SIDA constituent les principaux indicateurs du mauvais état de santé du continent africain. Le Bénin, le Burkina Faso et la Côte d'Ivoire ne sont pas épargnés de cette triste situation à cause de la prolifération d'insectes vecteurs de maladies. Plusieurs millions de populations ne disposent ni d'eau potable ni de services d'assainissement, les hôpitaux, dispensaires et autres équipements sanitaires restent dramatiquement insuffisants sans oublier la malnutrition qui rend vulnérables les organismes.

Access to health care

The low rate of health care, medical under-equipment, fresh outbreak of very numerous illnesses and the spread of HIV/AIDS constitute the main indicators of the bad state of health of the African Continent. Benin, Burkina Faso, and Côte d'Ivoire are not spared from this sad situation because of the proliferation of insects, which are illness vectors. Several million people does not have access to drinking water or to sanitation services. Hospitals, out-patient clinics and other health facilities remain dramatically insufficient, not to forget malnutrition that makes organisms vulnerable.

Tab. 2.5: Chiffres de base sur l'occupation des terres, la démographie, la santé et l'éducation au Bénin, au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire. | Basic figures on land use, demography, health and education in Benin, Burkina Faso and Côte d'Ivoire. [<http://faostat.fao.org>]

	BURKINA FASO	BÉNIN	CÔTE D'IVOIRE	Année Year
Capitale Capital	Ouagadougou	Porto-Novo	Yamoussoukro	
Ethnies Ethnicity	Mossi 50 %, Gurunsi, Senoufo, Lobi, Bobo, Mandé, Peulh, autres other	Fon et affiliés Fon and related 39 %, Adja, Yoruba, Bariba, Peulh, Ottamari, Yoa-Lokpa, Dendi, autres other (2002)	Akan 42 %, Voltaïques ou Gour, Mandé du Nord, Krou, Mandé du Sud, autres other (1998)	
Occupation des terres Land use				
Superficie (km ²) Surface area (km ²)	274 000	112 620	322 460	2006
% Terre agricole Agricultural land	40	32	64	2005
% Forêts Forest	25	21	32	2005
Produits agricoles Agricultural products	coton, arachide, amande de karité, sésame, sorgho, millet, maïs, riz; bétail cotton, peanuts, shea nuts, sesame, sorghum, millet, corn, rice; livestock	coton, maïs, manioc (tapioca), igname, haricot, huile de palme, arachide, noix de cajou; bétail cotton, corn, cassava (tapioca), yams, beans, palm oil, peanuts, cashews; livestock	café, cacao, banane, graine de palme, maïs, riz, manioc (tapioca), patate douce, canne à sucre, coton, caoutchouc; bois coffee, cocoa beans, bananas, palm kernels, corn, rice, cassava (tapioca), sweet potatoes, sugar, cotton, rubber; timber	
Industries	Fibre de coton, boisson, transformation de produit agricole, savon, cigarettes, textiles, or	textiles, transformation alimentaire, matériaux de construction, ciment	Denrées alimentaires, boissons; produits du bois, raffinerie d'huile, Montage de camion et de bus, textiles, engrais, matériaux de construction, électricités, construction et réparation de bateau	
Industries	Cotton lint, beverages, agricultural processing, soap, cigarettes, textiles, gold	textiles, food processing, construction materials, cement	foodstuffs, beverages; wood products, oil refining, truck and bus assembly, textiles, fertilizer, building materials, electricity, ship construction and repair	
Démographie et Santé Demography and Health				
Population Population	14 358 500	8 759 655	18 914 474	2006
Taux d'accroissement (%) Population growth (%)	3	3	2	2006
Expérience de vie à la naissance, total (année) Life expectancy at birth, total (years)	52	56	48	
Prévalence au VIH, total (% de la population d'âges compris entre 15-49) Prevalence of HIV, total (% of population ages 15-49)	2	2	7	2005
Population non agricole Non-agricultural population 1984 /2004	92 % / 92 %	35 % / 50 %	37 % / 55 %	
Population agricole Agricultural population 1984 /2004	8 % / 8 %	65 % / 50 %	63 % / 45 %	
Education Education				
Taux de scolarisation au primaire, total (% du groupe d'âges concerné) Primary completion rate, total (% of relevant age group)	31	65	43	2005/ 2006
Rapport fille-garçon à l'éducation primaire et secondaire (%) Ratio of girls to boys in primary and secondary education (%)	80	73	na	2005/ 2006
Utilisateurs de l'internet (par 100 personnes) Internet users (per 100 people)	1	8	2	2006

2.3

Climat et précipitations de l'Afrique de l'Ouest subsaharienne

Ulrike FALK
Jörg SZARZYNSKI

Depuis les inondations **subsahariennes**⁷ des années 70 et 80 du XXème siècle, les recherches sur les analyses spatiales et temporelles des anomalies en matière de précipitations en Afrique de l'Ouest attirent l'attention du monde entier. Notamment en ce qui concerne le **changement climatique**⁷ prévu (Rapport IPCC 2007 [14]), qui laisse présager un alourdissement de l'impact sur l'environnement et la civilisation. L'étude du climat et du système de moussons de l'Afrique de l'Ouest dans le passé devient impératif et servira de base pour la conception de scénarios plus réalistes sur le climat et les précipitations à l'avenir.

Dans la partie nord de la région étudiée, qui englobe le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire et le Bénin, les modèles de précipitations sont dominés par des systèmes de méso-échelle en ligne de grains très organisés dans un système annuel de précipitations monomodales.

Sub-Saharan West Africa climate and precipitation regime

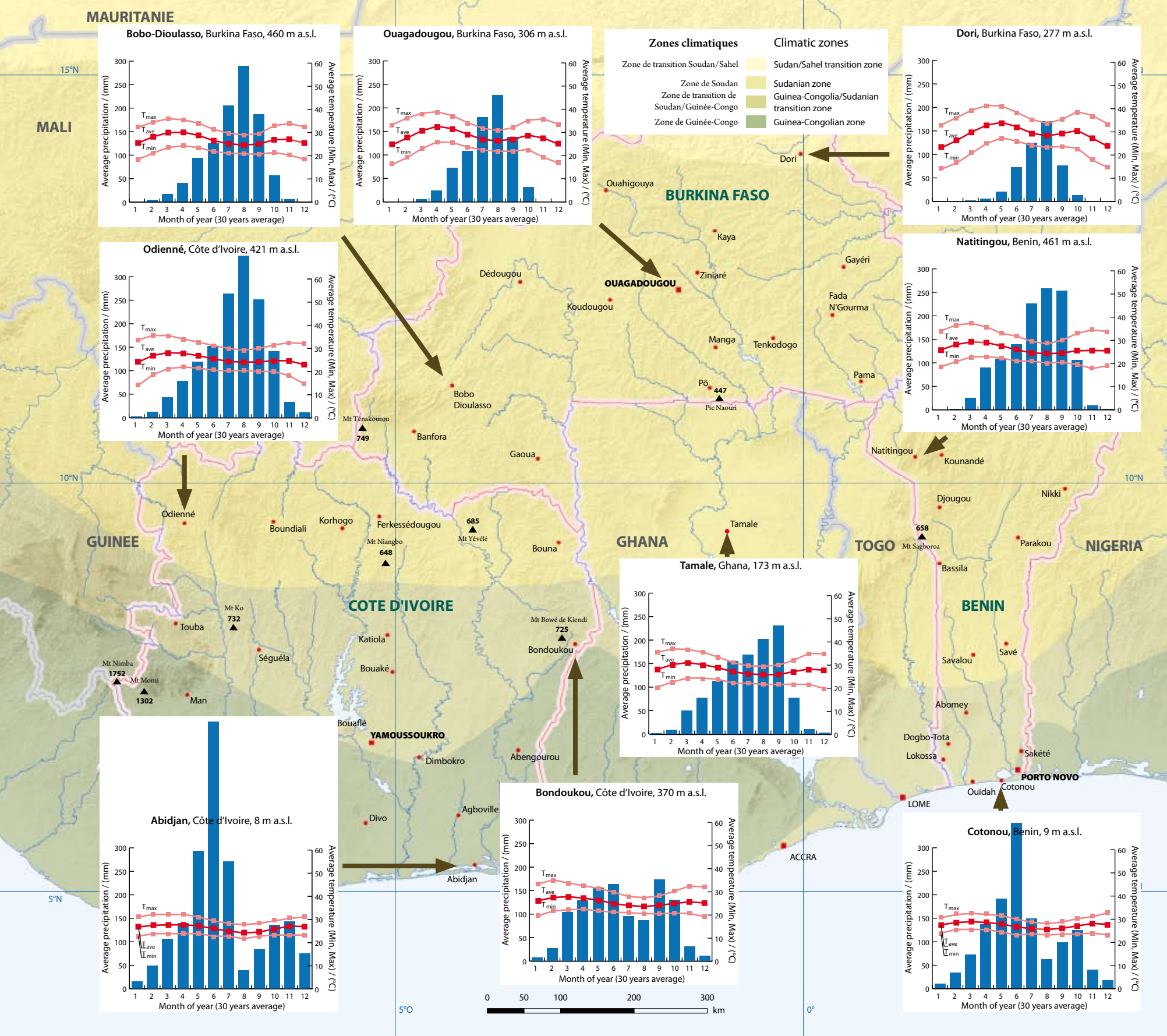
Since the **Sub-Saharan**⁷ drought in the 70's and 80's of the 20th century, the investigation of spatial and temporal rainfall anomalies in West Africa has become the focus of global attention. In especially with regard to the projected **climate change**⁷ (IPCC report 2007 [14]), impacts on environment and human livelihood are expected to become more severe in future. Understanding the climate and monsoon system of West Africa of the past is thus obligatory and forms the basis of more realistic climate and precipitation scenarios for the future.

In the northern part of the study region encompassing Burkina Faso, Côte d'Ivoire and Benin, the rainfall patterns are dominated by highly organized mesoscale squall line systems in a monomodal annual precipitation pattern. Southwards towards the moister Guinea coast, rain fall patterns get more dominated

Plus au sud, vers la côte guinéenne, les modèles de précipitations sont plutôt dominés par les convectifs organisés et désorganisés dans une saison de pluie annuelle bimodale (Carte 2.5). La zone de convergence intertropicale (ZCIT) est définie par le thalweg de basses pressions près de l'équateur, par l'effet du réchauffement de l'air près de la surface **terrestre**⁷, provoqué par l'intensité exceptionnelle du rayonnement de l'énergie solaire. L'air est de fait moins dense et s'élève à grande échelle tout au long de la ZCIT. Les masses d'air ascendantes se refroidissent de façon **adiabatique**⁷ provoquant la condensation de la vapeur d'eau, c'est-à-dire la formation de nuages. L'évaporation au sol et la condensation en dessus transporte donc l'énergie thermique de la surface vers des couches plus hautes de l'atmosphère. Au niveau de la tropopause à environ 14-18 km au-dessus du sol, l'écoulement d'air est poussé horizontalement vers les pôles en se comprimant de manière graduelle vers les plus basses altitudes. Par conséquent, les masses d'air descendent et elles se réchauffent lors de leur descente à environ 30° de latitude Sud et Nord en formant une région de systèmes stables de hautes pressions. L'air de ces systèmes de haute pression s'écoule en fonction des gradients de pression vers la basse pression du thalweg équatorial en formant un système de vent plutôt stable. En raison de

by organized and unorganized convection in a bimodal annual rainy season (Map 2.5).

The Inner-Tropical Convergence Zone (ITCZ) is defined by the equator-near low pressure trough that is caused by maximal solar radiative energy input heating the surface near air. The air becomes less dense and thus rises on large scale along the ITCZ. The ascending air cools down **adiabatically**⁷ so that water vapour condenses, i.e. clouds form. The evaporation at the ground and condensation above thus transports heat energy from the surface to higher up into the atmosphere. At the tropopause in about 14-18 km above ground, the air flow is directed horizontally towards the poles becoming gradually compressed towards the lower latitudes. The air masses thus descend and while descending get warmer at about 30° latitude South and North forming a region of stable high pressure systems. Air from those high pressure systems flows according to the pressure gradient towards the equatorial low pressure trough constituting a rather stable wind system. Due to the earth's rotation, these winds get an Easterly component, forming the North-Easterly and the South-Easterly trade winds. The ITCZ is named after the conjunction of this flow regime. Due



Carte 2.5: Zones climatiques de l'Afrique de l'Ouest et localisation des stations synoptiques utilisées par le Biophysical Observation Network (BON), le Réseau d'Observation Biophysique. | **Map 2.5:** Climate zones of West Africa and location of synoptic stations used for the Biophysical Observation Network (BON).

la rotation de la terre, ces vents reçoivent une composante d'Est, qui forme les alizés soufflant du Nord vers l'Est et du Sud vers l'Ouest. Le ZCIT reçoit son nom de la convergence de ces masses d'air. En raison de l'écliptique de la terre, le ZCIT modifie sa position annuellement en fonction du zénith solaire. En fonction de la saison, donc, la plupart des régions tropicales sont sous l'influence de différents alizés, qui dominent les modèles annuels de précipitations. Un alizé s'appelle une mousson quand il montre un net changement de direction saisonnier. Ceci est le cas, par exemple en Afrique de l'Ouest, entre les mois de mai et d'août quand le ZCIT se déplace vers le Nord et que l'alizé du Sud vers l'Est se convertit en un alizé soufflant du sud vers l'Ouest lors de son passage aux latitudes du Nord. Les masses d'air transportent beaucoup d'humidité durant leur passage dans le Golfe de Guinée et sont apte à la formation de nuages et de précipitations. La position la plus au Nord du ZCIT est à environ 11°N [15] et la position la plus au Sud, près de l'équateur sur le Golfe de Guinée. Les alizés soufflant du Nord vers l'Ouest transportent l'air chaud et sec du Sahara, souvent appelé **Harmattan**⁷, tandis que les alizés soufflant du Sud vers l'Est sont chargés d'air humide et frais du Golfe de Guinée. La région qui sépare les deux différentes masses d'air et constitue la zone de convergence en

to the earth's ecliptic, the ITCZ changes its position seasonally according to the solar zenith. Most tropical regions therefore are seasonally under the influence of different trade wind regimes dominating yearly rainfall patterns. A trade wind is called monsoon if it shows a distinct seasonal change in direction. This is for instance the case during the months of May to August in West Africa, when the ITCZ is moving northwards and the South Easterly trade wind becomes a South Westerly trade wind when crossing to the Northern latitudes. The air masses carry a lot of moisture from its passage over the Gulf of Guinea which is available for cloud formation and precipitation. The northernmost position of the ITCZ is at about 11°N [15] and its southernmost position near the equator above the Gulf of Guinea. The North-Easterly trade winds carry the dry hot air from the Sahara often referred to as **Harmattan**⁷, whereas the South-Easterly trade winds are fraught with cool moist air from the Gulf of Guinea. The region that separates the two different air masses and builds the surface confluence zone is specific for West Africa and is called InterTropical Front (ITF) with its northernmost position at about 20°N and southernmost position at 7°N [15].

surface est spécifique à l'Afrique de l'Ouest et reçoit le nom de Front Intertropicale (FIT), dont la position la plus au Nord est à environ 20°N et la position la plus au Sud à 7°N [15].

La mousson d'Afrique de l'Ouest (MAO) est le deuxième plus grand système de mousson sur terre, allant du Cap Vert jusqu'aux montagnes éthiopiennes [15]. Ses intervalles de sécheresse sévère pouvant se prolonger sur des longues périodes allant de plusieurs décennies à quelques siècles, sont caractéristiques des moussons et sont liés aux variations naturelles des températures de l'Océan Atlantique [16].

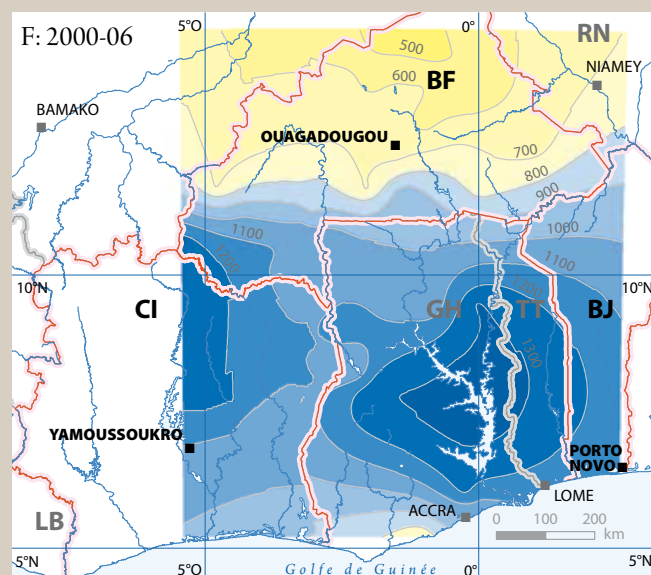
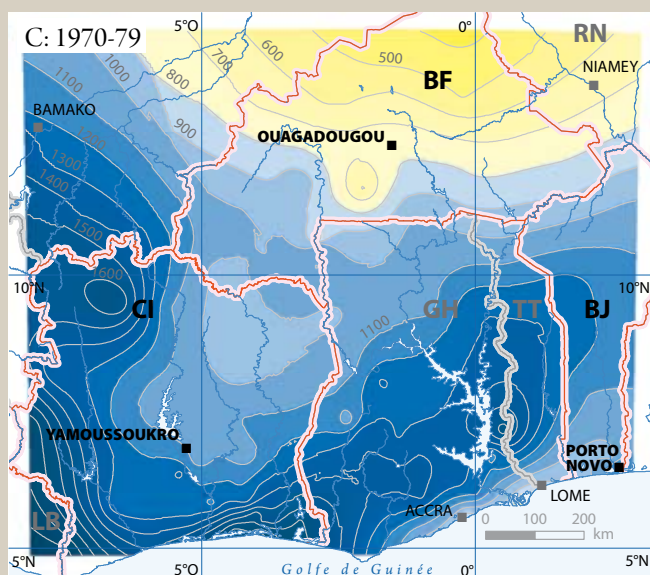
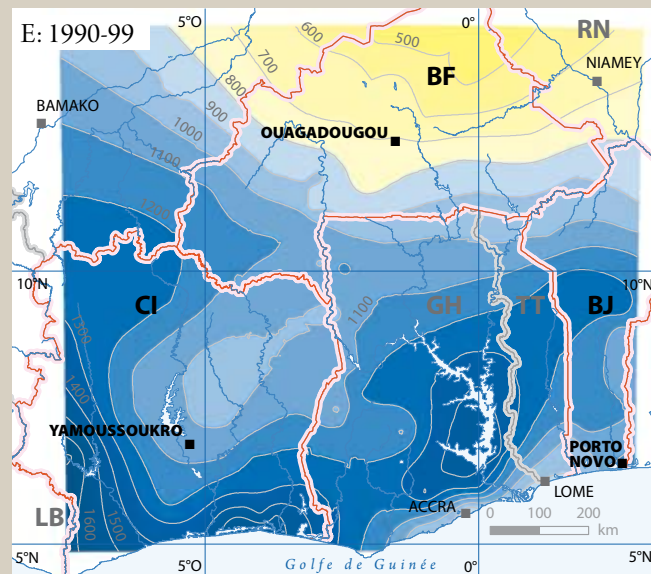
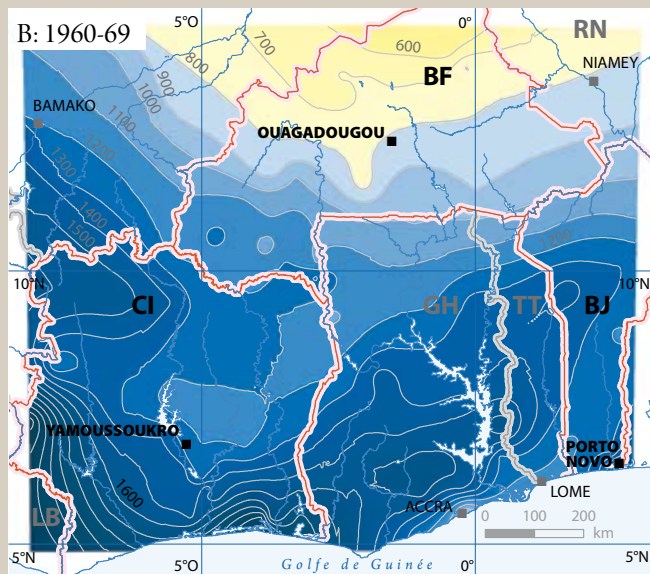
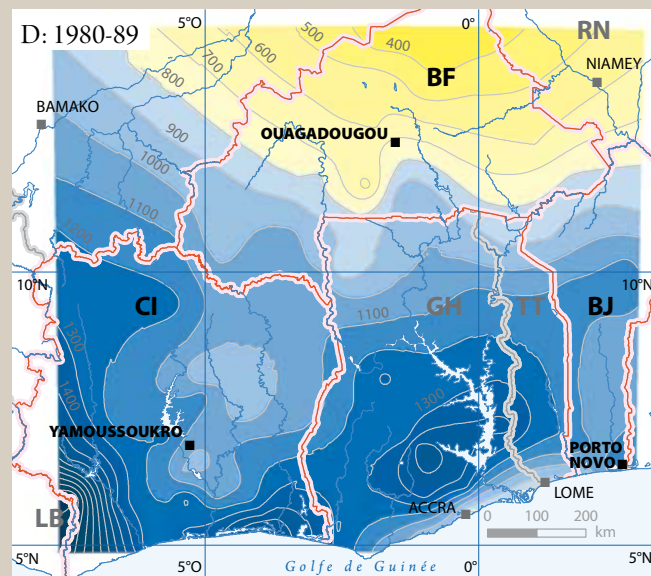
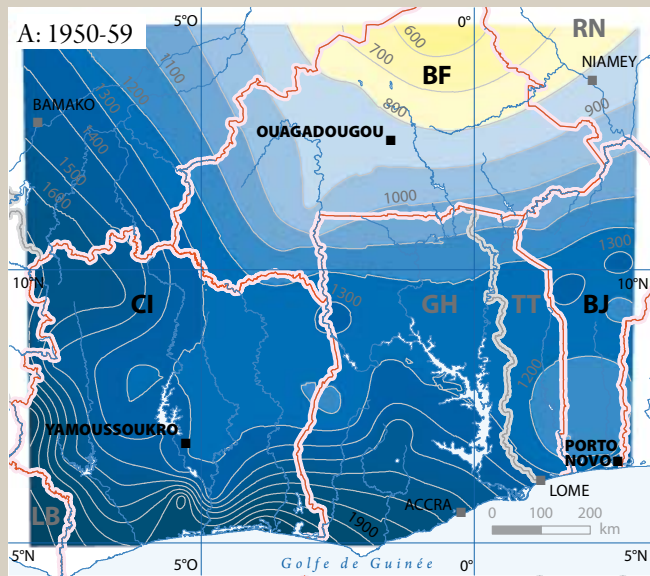
NOS PROPRES RECHERCHES ET RESULTATS SUR LE CLIMAT

Dans le cadre des projets **BIOTA Ouest**⁷ et GLOWA Volta, un réseau de stations micrométéorologiques et climatologiques ont été installées dans les principales régions de recherche du Burkina Faso et du Bénin (Fig. 2.15 et 2.16). Les emplacements exacts des sites ont été choisis en fonction de la représentativité des zones climatiques et des questions de recherche globales des projets BIOTA et GLOWA, afin d'obtenir un maximum d'effets synergétiques avec

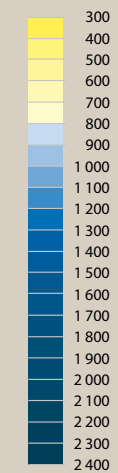
The West African monsoon (WAM) is the second biggest monsoon system on earth reaching from the Cape Verde to the Ethiopian highlands [15]. Its intervals of severe drought lasting for periods ranging from decades to centuries are characteristic of the monsoon and are linked to natural variations in Atlantic temperatures [16].

OWN CLIMATE RESEARCH AND RESULTS

Within the framework of the **BIOTA West**⁷ and the GLOWA Volta projects, a network of micrometeorological and climatologic stations were installed in the main investigation region of Burkina Faso and Benin (Fig. 2.15 and 2.16). The exact locations of sites were chosen in accordance with representativeness of climate zones and overall research questions of BIOTA and GLOWA, to achieve the maximum of synergetic effects with other BIOTA topics. Map 2.5 shows the location of the stations of the Biophysical Observation Network (BON) across West Africa. The main observed variables are wind velocity and direction, air temperature and humidity, precipitation, radiation components, i.e. incidental solar radiation, atmospheric and land surface longwave radiation as well as **photosynthetic**⁷ active



Précipitation (mm)
Precipitation (mm)



Carte 2.6: Taux des précipitations décennales ouest africaines observées et extrapolées aux cinq décennies passées (A-E) et à la période 2000- 2006 (F).
Map 2.6: West African decadal precipitation amounts observed and interpolated for the past five decades (A-E) and for the time period 2000- 2006 (F).

d'autre thèmes de recherche du projet BIOTA. La carte 2.5 montre l'emplacement des stations du Réseau d'Observation Biophysique (BON - Biophysical Observation Network) à travers l'Afrique. Les principales variables observées sont la vitesse et la direction du vent, la température et l'humidité de l'air, les précipitations, les composants du rayonnement, c'est-à-dire le rayonnement solaire secondaire, les rayonnements atmosphériques et de surfaces à longues ondes, ainsi que le rayonnement **photosynthétiquement** actif, mais aussi les paramètres du sol, comme la teneur en eau, la température et le flux thermique.

Parallèlement aux données de terrain dérivées des sites de recherches du projet, nous avons rassemblé et réunie dans une même base de données, les données fournies par les services météorologiques en l'Afrique de l'Ouest, ainsi que celles provenant d'organisations internationales comme l'IRD (Institut de la Recherche pour le Développement) et la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture), dans le cadre du projet GLOWA auprès du Centre de Recherche pour le Développement (ZEF) de Bonn, en Allemagne.

Nous avons analysé et contrôlé les données sur le climat pour attester leur qualité. Nous avons contrôlé les valeurs extrêmes de toutes

radiation, and soil parameters, such as soil water content and temperature, as well as soil heat flux.

Alongside the field data from the project owned research sites, data of the national meteorological services in West-Africa as well as of international organizations as IRD (Institut de la Recherche pour le Développement) and FAO (Food and Agriculture Organization), were collected and brought together in a joint data base developed within the framework of the GLOWA project at the Center for Development Research (ZEF), Bonn, Germany.

The climate data were analyzed and controlled for quality. Extreme values of all climate stations were checked on plausibility and accordingly deleted when judged not trustworthy. Core of the quality assessment was a comparison of extreme values in the time series data of one climate station with the measured values of the surrounding climate stations of the same time period. Data were assumed realistic, if extreme values occurred in the time series data of neighbouring stations as well. Based on time series analysis and geostatistical interpolation by kriging, georeferenced maps of different climatic variables were compiled.

les stations climatiques pour en vérifier la vraisemblance et éliminer celles que nous n'avons pas jugées fiables. Le point fort de l'évaluation de qualité a été une comparaison des valeurs extrêmes des données chronologiques d'une station climatique avec les valeurs mesurées dans les stations climatiques voisines sur la même période. Nous avons estimé que ces données étaient réalistes, si les valeurs extrêmes se produisaient également dans les données chronologiques des stations voisines. À partir des analyses chronologiques et de l'interpolation géostatistique par krigeage, nous avons dressé des cartes géoréférencées des différentes variables climatiques.

La carte 2.6 montre la distribution des précipitations annuelles sous formes de valeurs moyennes décennales pour l'Afrique de l'Ouest. Les points **relevés** sont les **isohyètes**, c'est-à-dire les lignes joignant sur une carte les points où la hauteur de précipitation recueillie, est la même au cours d'une période donnée.

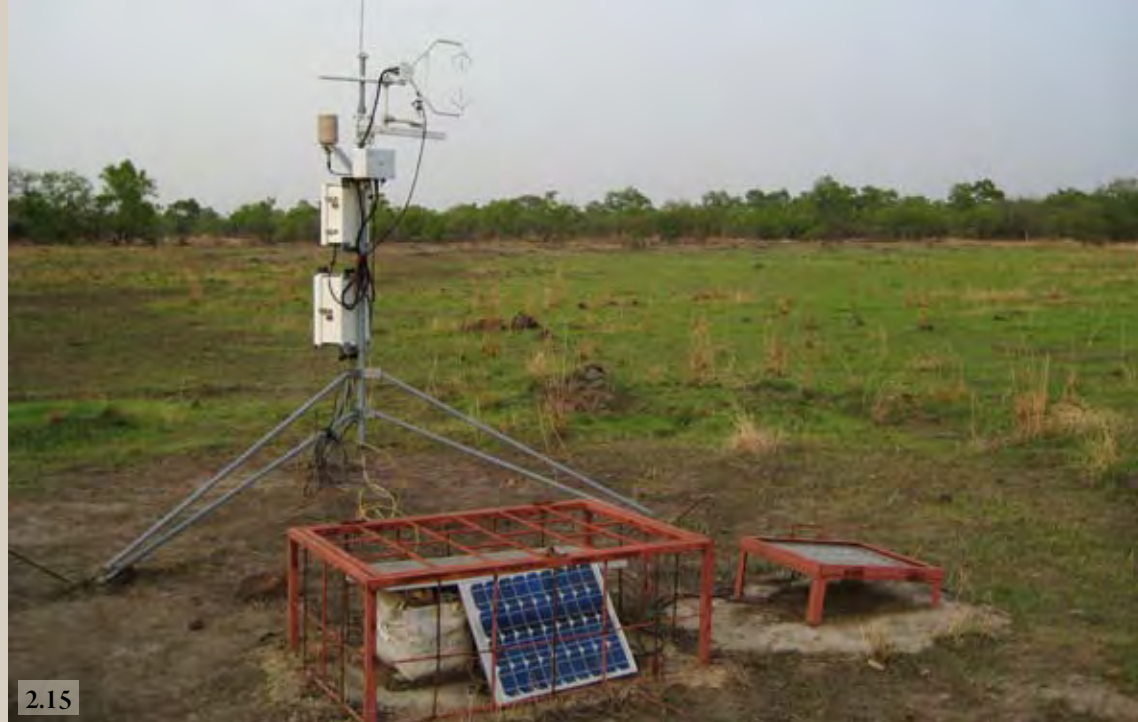
Dans les stations d'étude on peut noter une forte baisse de la hauteur des précipitations annuelles avec son apogée dans les années 80, signalé ici comme un déplacement des isohyètes vers le sud au fil des décennies. Les recherches sur l'analyse des sédiments des lacs ghanéens ont révélé l'occurrence périodique d'inondations

Map 2.6 shows the distribution of annual precipitation as **decadal** averaged values for West Africa. Plotted are **isohyets**, i.e. interpolated lines of same amount of decadal averaged annual precipitation amounts. In the **plots** a rather dramatic decline in annual rainfall amounts can be seen with its peak in the 80's, here shown as a southward movement of the isohyets over the decades. Research on sediment analysis of Ghanaian lakes has shown periodical appearance of droughts in the history of West Africa. The southward movement of isohyets in map 2.6 can be seen best in the Northern part of the study area, i.e. Burkina Faso. It shows a very homogeneous movement with a strong North-South gradient. For instance in the North of Burkina Faso a decadal mean reduction in annual precipitation amount of about 100 mm from the 50's and the 70's can be seen, which amounts to 20 % and more of the 50 yr's average. This drop in annual rainfall persists during the past forty years. Towards the moister Guinea coast, rainfall is more dominated by organized and unorganized convection related to the topography of the area, showing a bimodal annual precipitation pattern. Thus the influence of the mountain ranges in Western Côte d'Ivoire can be clearly seen. The climatologic patterns described in the

dans l'histoire de l'Afrique de l'Ouest. Le déplacement vers le Sud des isohyètes tel qu'on l'aperçoit sur la carte 2.6 peut être spécialement apprécié sur la partie Nord du site d'étude, c'est-à-dire le Burkina Faso. On aperçoit un mouvement très homogène avec un fort gradient Nord-Sud. En l'occurrence, au Nord du Burkina Faso, on note une réduction moyenne décadaire des précipitations annuelles d'environ 100 mm depuis les années 1950 aux années 1970, ce qui représente 20 % de la moyenne sur 50 ans. Cette chute des précipitations annuelles persiste depuis les quarante dernières années. Vers la côte humide guinéenne, les précipitations sont plutôt dominées par des convectifs organisés et désorganisés en accord avec la topographie de la région, affichant un modèle annuel de précipitations bimodales. Ainsi, l'influence des chaînes de montagnes sur la côte Ouest de la Côte d'Ivoire paraît évidente. Les modèles climatologiques décrits dans l'introduction sont reflétés dans les stations de distribution décadaire des précipitations. Il a été identifié [16] une variable à l'échelle de sous-siècle d'environ 40 ans sur le modèle WAM et des indications que les inondations de longue durée sont une caractéristique de la région. Les auteurs suggèrent encore que le WAM a varié sur une échelle multi-décadaire au moins pendant les derniers 3 000 ans. Il semble donc impératif de mettre au point des

introduction are reflected in the plots of decadal rainfall distributions. Shanahan et al. [16] find a sub-century-scale variability of about 40 years in WAM patterns and indications that long-lasting droughts are a regular feature for the region. The authors further suggest that the WAM has varied on a multidecadal time scale for at least the past 3 000 years. Thus, a development of strategies in order to be able to cope with drought situation on a long term seems imperative in especially for the semi-arid region in West Africa.

The reduction in annual rainfall is only one aspect of the problem. The intra-annual distribution of precipitation over the year and particularly its inter-annual variability is important for water management and agriculture, especially when referring to rain-fed agriculture. Planting too early or too late before the onset of the rainy season will result in yield loss. The analysis of the climate data shows a distinct change in intra-annual distribution of rain fall amount, in especially a pronounced North-South gradient. For the semi-arid or Sahel zone, there is one distinct rainy season that lasts approximately from May to October with peak rain fall expected in August. The more humid Guinea coast shows two less pronounced rainy seasons with maximum



2.15



2.16

Fig. 2.15: Station micro météorologique du Parc National de Bontioli près de Dano, Burkina Faso, opérationnelle de 2004 à 2009. | Micrometeorological station in Bontioli National Park near Dano, Burkina Faso, in operation 2004 until 2009. UFA

Fig. 2.16: Station micro météorologique du site agricole de Boudtenga à environ 30 km à l'Est de Ouagadougou, Burkina Faso, opérationnelle de 2004 à 2010. | Micrometeorological station in Boudtenga Agricultural Site about 30 km East of Ouagadougou, Burkina Faso, in operation 2004 until 2010. UFA

stratégies pour faire face à des situations d'inondations sur le long terme, notamment pour la région semi-aride de l'Afrique de l'Ouest. La réduction des précipitations annuelles n'est qu'un aspect du problème. La distribution intra-annuelle des précipitations au long de l'année et, plus particulièrement, sa variabilité inter-annuelle est importante pour la gestion de l'eau et de l'agriculture, notamment en ce qui concerne l'agriculture sans irrigation. Planter trop tôt ou trop tard avant le début de la saison des pluies peut entraîner une perte de rendement. L'analyse des données sur le climat montre un changement significatif dans la distribution intra-annuelle des précipitations, spécialement sur un gradient Nord-Sud prononcé. Dans la zone semi-aride ou le Sahel, la saison des pluies distincte s'étend environ du mois de mai au mois d'octobre, avec un pic de précipitations prévu au mois d'août. Sur la côte plus humide de la Guinée, on observe une saison des pluies moins prononcée, avec une probabilité maximale de précipitations pendant les mois de février à juin et de septembre à novembre.

Laux et al. [17] ont analysé les variabilités au début de la saison des pluies et la possibilité de prévision du début de la saison des pluies afin de fournir une meilleure estimation du moment idéal pour initier les semailles. Leurs analyses des jeux de données climatiques

probability for rainfall during the months of February to June and September to November.

Laux et al. [17] have investigated the variability in the onset of the rainy season and the possibility of forecasting the onset of the rainy season in order to provide a better estimate of the correct start of sowing time. Their analysis of the climate data sets shows negative trends in monthly precipitation amounts as well as in number of wet days, but also a higher inter-annual variability in the onset of the rainy season.

Climatological research in Pendjari National Park, Northern Benin

The Biophysical Observation Network (BON) was setup to provide highly accurate meteorological and biophysical ground truth data within the research area to characterize main research sites and to serve as a reference for data acquired from secondary sources. One of the focal research areas lies within the Pendjari National Park in Northern Benin (see also map 1.1). The climate station was setup in 2004 right in the center of the Park. Our data, acquired from October 2004 until 2008, show a distinct rainy season lasting from May to September/October.

montrent une tendance négative dans le volume de précipitations annuelles tout comme dans le nombre de jours humides, mais aussi une plus grande variabilité inter-annuelle au début de la saison des pluies.

Recherches climatologiques dans le parc national de Pendjari au Nord du Bénin

Le Réseau d'Observation Biophysique (BON) a été créé afin de fournir des données météorologiques et biophysique de terrain à l'intérieur de la zone de recherche, pour caractériser les principaux sites de recherches et servir de références pour les données obtenues de sources secondaires. L'un des points chauds des zones de recherches se trouve à l'intérieur du Parc National de la Pendjari au Nord du Bénin (voir également la carte 1.1). La station climatique a été créée en 2004 en plein cœur du parc. Nos données, obtenues entre octobre 2004 jusqu'en 2008 signalent une saison des pluies distincte allant de mai à septembre/octobre. L'humidité moyenne mensuelle est en dessous de 10 % pendant la saison sèche et dépasse 90 % pendant la saison des pluies. On remarque également un changement distinct dans la température du sol d'une saison à une autre, avec des températures au-dessus de 30°C pendant la saison

Monthly mean relative humidity is below 10 % during the dry season and above 90 % during the rainy season. Also in the soil temperature a distinct change during the seasons can be seen, with well above 30°C during the dry and below 30°C in the rainy season. This signal is also reflected in the minimal and maximal temperature signal. During the dry season, temperature differences between night and day are a lot higher due to higher longwave emission from the earth during night leading to lower nighttime temperatures (Tmin), and higher daytime temperatures (Tmax) due to higher incidental solar radiation at clear sky days. The overall net radiation, i.e. the sum of all outgoing and incoming long- and shortwave radiation components shows also a pronounced seasonal cycle, with values at daily averages of 40-50 W/m² during the dry season accounting for higher nighttime emission, and 110-120 W/m² during rainy season with low daytime incidental solar radiation balancing small nighttime longwave emissions probably due to cloud cover.

sèche et en dessous de 30°C pendant la saison des pluies. Ce signal est également reflété dans le signal minimal et maximal de température. Pendant la saison sèche, les différences de température entre la nuit et le jour sont plus marquées en raison des plus grandes émissions de longueurs d'ondes de la terre pendant la nuit, provoquant des températures nocturnes plus basses (T_{min}) et des températures diurnes plus élevées (T_{max}) du fait du rayonnement solaire secondaire plus élevé lors des journées sans nuages. Le rayonnement global net, c'est-à-dire, la somme de tous les composants des rayonnements d'ondes courtes et longues, entrants et sortants, laisse entrevoir un cycle saisonnier prononcé, avec des valeurs moyennes journalières de 40-50 W/m² pendant la saison sèche, par effets des émissions nocturnes plus élevées, et de 110-120 W/m² pendant la saison des pluies avec un faible rayonnement solaire secondaire pendant la journée, équilibrant les faibles émissions nocturnes à ondes longues, probablement en raison de la couverture nuageuse.

Reconstruction du climat à partir d'échantillons de bois

Bettina ORTHMANN, Jochen SCHÖNGART, Klaus Josef HENNENBERG, Martin WORBES & Stefan POREMBSKI

La **dendrochronologie**⁷ aide à modéliser les anciennes conditions climatiques sous les tropiques. Les chronologies présentées sont les premières variables de substitution à long terme pour l'Afrique de l'Ouest tropicale et quelques-unes des plus longues chronologies de cernes réalisées sous les tropiques à ce jour. Elles permettent d'apprécier le rapport entre la croissance des arbres et les précipitations. L'analyse des séries chronologiques met en relief une aridité croissante dans le bassin de l'Ouémé Supérieur (au Bénin) au cours des 160 dernières années.

On trouve des cernes dans les régions où la dormance périodique est suscitée par les conditions climatiques, telles que des basses températures, des inondations ou des modèles de précipitations saisonnières avec une saison sèche bien distincte. Là où les conditions climatiques signalent une fluctuation annuelle, chaque cerne équivaut à une année. Ceci permet de déduire l'âge des arbres. En particulier, les espèces d'arbres Leguminosae **décidues**⁷, en l'occurrence *Azalia africana*, *Daniella oliveri*, *Isorberlinia doka*, *Pterocarpus erinaceus*, présente un fort potentiel pour les études dendroclimatiques en Afrique de l'Ouest (comparer Tarhule & Hughes [18]) en raison de leurs

cernes annuels distincts, l'âge avancé des arbres et la sensibilité de leur réponse aux variables climatiques.

Les échantillons de bois de six espèces d'arbres (*Azalia africana*, *Anogeissus leiocarpa*, *Daniella oliveri*, *Diospyros abyssinica*, *Isorberlinia doka*, *Pterocarpus erinaceus*) ont été collectés dans le bassin de l'Ouémé Supérieur. Pour chaque espèce, 1 ou 2 rondelles ont été prélevées afin d'étudier en détail les caractéristiques spécifiques du bois. Les cœurs de 100 arbres ont été extirpés à l'aide d'une tarière de Pressler de 5 mm de diamètre. Les cœurs et les échantillons de tronc ont été séchés puis polis avec un papier de verre d'un grain de 600 µm, afin d'analyser **macroscopiquement**⁷ la structure des cernes. Grâce à cette analyse il a été possible de délimiter les cernes des espèces étudiées (Fig. 2.17). Les cernes ont été mesurés dans la largeur à l'aide d'un dispositif numérique de mesure. (Pour plus de détails sur la méthode, voir [18] et [19]).

Une chronologie maîtresse de la série de largeurs de cernes de *A. africana* and *P. erinaceus* a été mise au point pour procéder à la reconstruction du climat. Pour les deux espèces, la croissance annuelle est étroitement liée aux précipitations annuelles dans le bassin de l'Ouémé Supérieur. À partir du rapport entre la chronologie maîtresse et les précipitations répertoriées de nos jours et auparavant jusqu'en 1920 il a été possible d'établir un modèle statistique (de régression linéaire). Ce modèle permet ensuite de reconstruire de manière rétroactive le modèle de précipitations jusqu'à 1840. Un filtre statistique (un filtre passe-bas de moyenne mobile pondérée avec une bande de fréquence de 11 ans) explore la variabilité des modèles de précipitations reconstruits dans le bassin de l'Ouémé Supérieur. Il signale une aridité croissante au cours des 160 dernières années, avec des épisodes humides prononcés vers la fin des années 1850 et au début des années 1890, ainsi que des périodes distinctement sèches entre 1895 et 1920 (Fig. 2.18).

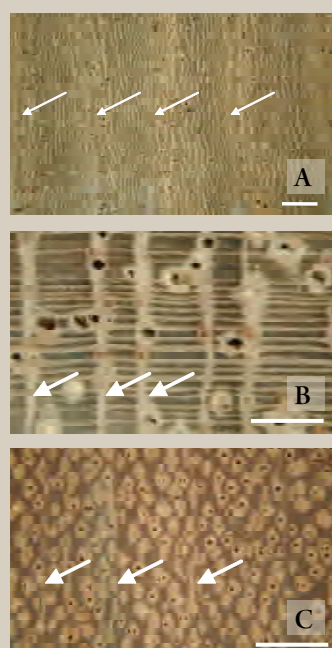


Fig. 2.17: Zones de croissance dans les bois d'espèces tropicales de l'Afrique de l'Ouest: A-B Limites de croissance démarquées par les bandes de parenchymes marginaux: A) *Isorberlinia doka*, et B) *Daniellia oliveri* montrant des substances cristallines dans la bande de parenchymes terminaux (Caesalpiniaceae). Les limites de croissance sont caractérisées par des variations dans la distribution des vaisseaux: C) *Pterocarpus erinaceus* (Fabaceae). Les flèches indiquent les limites des cernes de croissance des arbres; les barres blanches horizontales représentent une longueur de 1 mm. | Growth zones in wood of tree species from tropical West Africa. A–B Growth boundaries delimited by marginal parenchyma bands: A) *Isorberlinia doka*, and B) *Daniellia oliveri* showing crystalline substances in the terminal parenchyma band (Caesalpiniaceae). Growth boundaries characterised by variations in the vessel distribution: C) *Pterocarpus erinaceus* (Fabaceae). Arrows indicate tree ring boundaries; white horizontal bars represent a length of 1 mm. JSC

Climate reconstruction from wood samples

Dendrochronology⁷ can contribute to the modeling of past climate conditions in the tropics. The presented chronologies are the first long-term dendroclimatic proxies for tropical West Africa and one of the longest tree-ring chronologies in the tropics developed so far. The relationship between tree growth and local precipitation can be shown. Time series analysis highlights an increasing aridity in the Upper Ouémé catchment (Benin) during the last 160 years.

Tree rings are found in regions where periodical dormancy is induced by climatic conditions like cold temperatures, flooding or by seasonal precipitation patterns with a distinct dry season. Where climatic conditions show an annual fluctuation each tree ring indicates one year. This allows the determination of the age of trees. Especially the **deciduous**⁷ legume tree species, e.g. *Afzelia africana*, *Daniella oliveri*, *Isobertinia doka*, *Pterocarpus erinaceus*, have a high potential for dendroclimatic studies in West Africa (compare Tarhule & Hughes [18]) due to distinct annual rings, the high tree ages and the sensitive response to climatic variables.

Wood samples of six tree species (*Afzelia africana*, *Anogeissus leiocarpa*, *Daniella oliveri*, *Diospyros abyssinica*, *Isobertinia doka*, *Pterocarpus erinaceus*) were taken in the Upper Ouémé catchment. For each species 1 – 2 stem discs were taken to gain detailed knowledge on the specific wood characteristics. From 100 trees cores were extracted by an increment borer with an inner diameter of 5 mm. The core and stem samples were dried and then polished with sandpaper up to a grain of 600 μm , and tree-ring structure was analysed **macroscopically**⁷. The ring boundaries of analysed species were characterised (Fig. 2.17). Ring widths were measured with a digital measuring device. (For details on method see [18] and [19]).

For climate reconstruction a master chronology of the ring-width series from *A. africana* and *P. erinaceus* was build. In both species yearly

increment is highly correlated to annual precipitation in the Upper Ouémé catchment. From the relation of the master chronology and known rainfall from today back to the year 1920 a statistical (linear regression) model is derived. This model then allows the reconstruction of the precipitation patterns back to the year 1840. A statistical filter (low-pass filter weighted moving average with a bandwidth of 11 years) explores the variability of the reconstructed rainfall patterns in the Upper Ouémé catchment. It indicates an increasing aridity in the region during the last 160 years with pronounced wet episodes occurring during the late 1850s and early 1890s and distinct drought periods between 1895 and 1920 (Fig. 2.18).

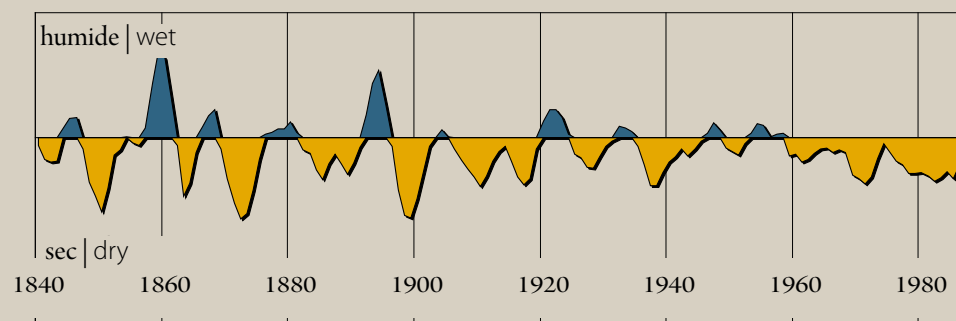


Fig. 2.18: Reconstruction de la variabilité statistique des précipitations annuelles dans le bassin supérieur du fleuve Ouémé (UOC) (moyenne mobile pondérée calculée à partir d'une Fenêtre de Hamming de 11 ans) indiquant des épisodes secs (zones grises) et humides (zones noires). D'après les résultats de Schöngart et al. [19]. | Low-pass filter of the reconstructed annual precipitation at the UOC-site (moving average weighted with a 11-year Hamming window) indicating dry (grey areas) and wet episodes (black areas). Results from Schöngart et al. [19].

Changement climatique en Afrique de l'Ouest

Abdourahamane KONARÉ

Jeu de données sur modèle

Le jeu de données sur modèle a été fourni par l'initiative AMMA-ENSEMBLE dans le cadre du projet CORDEX. Nous avons utilisé les résultats du modèle de simulation ICTP-RegCM afin de projeter les futures tendances climatiques en Afrique de l'Ouest. Le forçage latéral provient des réanalyses de ERA Interim. Le climat de l'Afrique de l'Ouest est montré tel que simulé par le Modèle de Climat Régional Version 3 (RegCM3) du Centre International pour la Physique Théorique (ICTP) pour la période allant de 1990 à 2100 en utilisant les données des réanalyses National Era Interim comme conditions aux limites latérales.

Changement prévu

La figure présente des simulations des futurs changements prévus pour les précipitations et les températures de juin, juillet, août (JJA), respectivement pour les périodes de 2020-2030 et de 2050-2060. Les changements de distribution prévus des précipitations (Cartes 2.7) et des températures (Cartes 2.8) concernent la région de l'Afrique de l'Ouest située entre 0-15° N et 15° O-5° E.

Les zones guinéennes (la Sierra Leone, le Liberia, le Sud de la Côte d'Ivoire et le Ghana) subiront des mois JJA plus humides au cours des décennies 2020 par rapport à la période actuelle (1990-2000). Pendant la même période, le sud du Mali et le Burkina Faso (en dessous de 12° N) seront plus secs tandis

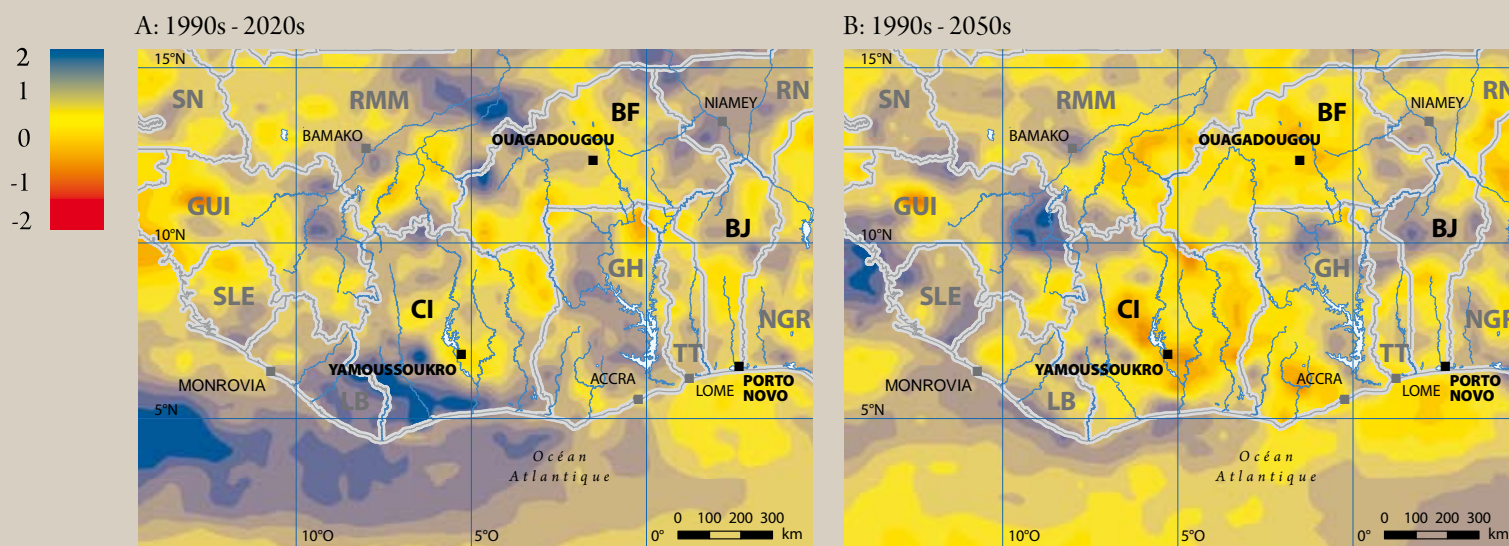
que le Nord-Est de la Côte d'Ivoire et le Nord du Sahel (au-dessus de 12° N) seront plus humides. Au cours des années 2050, les zones sèches s'étendront jusqu'à couvrir tout le territoire, à l'exception du Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire et le nord du Ghana, du Togo et du Bénin.

Futur changement des précipitations

Le Sud et toute la région Ouest, du Sud jusqu'au Nord de la Côte d'Ivoire se feront plus humide (d'environ 20 %) dans un avenir proche tandis que le Nord-Est et le centre du pays se feront plus secs (Carte 2.7A). Dans la région Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire, la zone de précipitations maximales s'amoindrit (environ 25 %), le front sec progresse vers deux positions opposées : vers le Sud (Côte d'Ivoire) et vers le Nord (Burkina Faso). A moyen terme, c'est-à-dire dans les années 2050, la tendance au dessèchement sera exacerbée, en atteignant quasiment toutes les régions de ces deux pays (Carte 2.7B).

Futur changement des températures

Toute la région présentera une tendance à l'accroissement continu des températures. La hausse des températures dans les régions de latitudes supérieures sera plus marquée que dans les régions de latitudes inférieures. Le réchauffement sera plus important au Nord-Est de la Côte d'Ivoire et au Sud du Burkina Faso et moins rapide tout au long de la zone côtière Atlantique au cours des années 2020 (Carte 2.8A). La même région subira la hausse de température la plus prononcée d'environ 2° C pendant les années 2050 (Carte 2.8B).



Carte 2.7: Changements de précipitations prévus (mm/jour) A: décennies 2020 comparé à la période actuelle (1990-2000) et B: decennies 2050 comparées comparé à la période actuelle. | **Map 2.7:** Prognosted rainfall change (mm/day) A: in the 2020s compared to the 1990s and B: in the 2050s compared to the 1990s .

Climate change in West Africa

Model Dataset

The model datasets were obtained from the AMMA-ENSEMBLE initiative as part of the CORDEX project. We have used the ICTP-RegCM3 model simulation results to project future climate trends in West Africa. The lateral forcing is from the new ERA Interim reanalyses. The West African climate is shown as simulated by the International Centre for Theoretical Physics (ICTP) Regional Climate Model version 3 (RegCM3) over the period 1990 through 2100 using the National Era Interim reanalysis data as lateral boundary conditions.

Projected change

The figure shows simulations of projected future change of June, July, and August (JJA) rainfall and temperature for the two time periods 2020-2030 and 2050-2060. The distributed projected changes in rainfall (Maps 2.7) and temperature (Maps 2.8) are for the West African region between 0-15N and 15W-5E.

The Guinean areas (Sierra Leone, Liberia, Southern Côte d'Ivoire and Ghana) will experience wetter JJA months compared to the present period (1990-2000), during the 2020s decade. In the same period southern Mali and Burkina (below 12N) will be drier, whereas northwest of Côte d'Ivoire and northern Sahel (above 12N) will be wetter. During the 2050s, the dry areas will expand to cover the whole domain except over northwest of Côte d'Ivoire and north of Ghana, Togo and Benin.

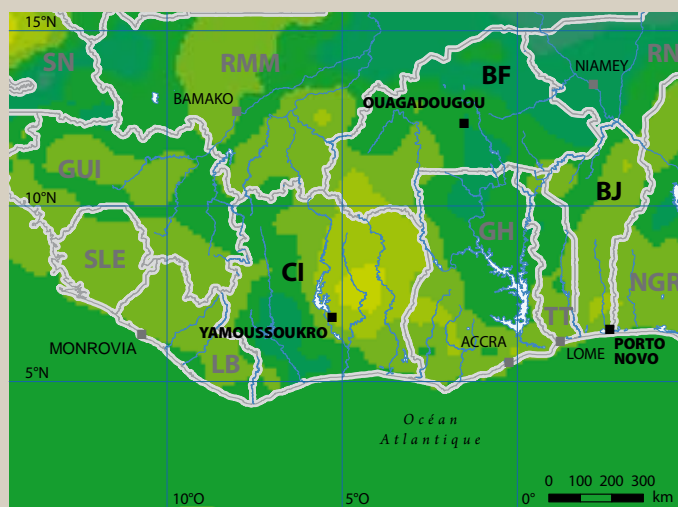
Future rainfall change

The south and the whole western region from the South to the North of Côte d'Ivoire will become wetter (about 20 %) in the near future, whereas the North East and central part of the country become drier (Map 2.7A). From the north east region of Côte d'Ivoire, the area of maximum rainfall decreases (about 25 %), the drying front progresses towards two opposite directions: the South (Côte d'Ivoire) and the North (Burkina Faso). In the mid term future of the 2050s, the drying trend will be exacerbated, reaching quite all the regions of these two countries (Map 2.7B).

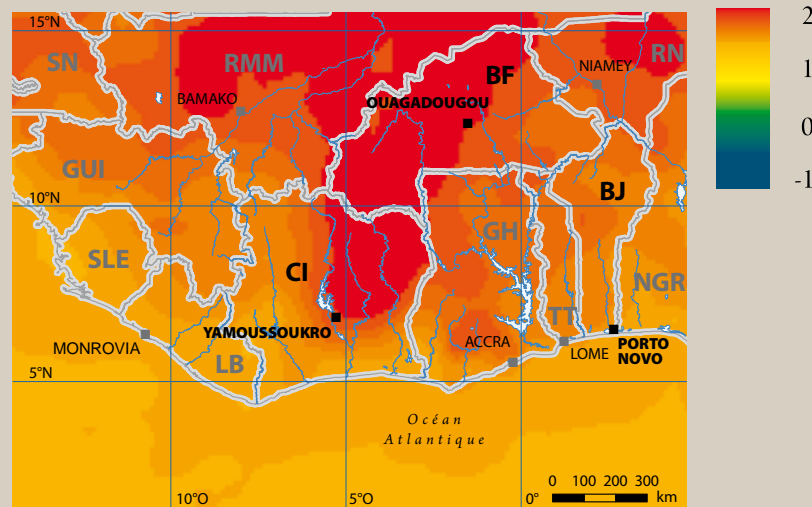
Future temperature change

The entire region exhibits a continuously increasing trend of temperature. Upper latitude regions will experience higher temperature increase as compared to lower latitude regions. Warming is greatest in the northeast of Côte d'Ivoire and the south of Burkina Faso, least rapid in the coastal zone along the Atlantic during the 2020s. (Map 2.8A) The same region will experience the most pronounced temperature increase of about 2 °C, during the 2050s (Map 2.8B).

A: 1990s - 2020s



B: 1990s - 2050s



Carte 2.8: Changements de températures prévus (°C) A: décennies 2020 comparé à la période actuelle (1990-2000) et B: décennies 2050 comparées comparé à la période actuelle.. | **Map 2.8:** Prognosted temperature change (°C) A: in the 2020s compared to the 1990s and B: in the 2050s compared to the 1990s .

2.4

Les sols de l'Afrique de l'Ouest : contraintes agronomiques et dégradation

Cheikh A. Tidiane ANNE
Jürgen RUNGE
Dorothea KAMPMANN

Faisant partie de l'écosystème[?], les sols évoluent et changent sous l'influence de compartiments écologiques comme le climat, la végétation, le relief et les activités de l'homme. Ce sont des manteaux d'altération dynamiques et sensibles qui forment la transition en roche fraîche. En Afrique de l'Ouest, la **dégradation**[?] des sols représente une grave contrainte et menace aussi bien la production agricole que la **biodiversité**[?].

PEDOGENESE

Les propriétés des sols en Afrique de l'Ouest sont définies par la roche-mère, le relief et le climat. La formation et l'évolution des sols (**Pédogenèse**[?]) en Afrique de l'Ouest se caractérisent par une alternance entre :

- La phase géomorphologique stable et humide de formation

Soils of West Africa: agronomic constraints and degradation

As part of the **ecosystem**[?] soils develop and change under the influence of environmental factors such as climate, vegetation, relief and human activities. They are highly dynamic and sensitive, weathering mantles forming the transition to the fresh rock. In West Africa soil **degradation**[?] represents a serious constraint and threatens agricultural production as well as **biodiversity**[?].

PEDOGENESIS

Soils properties in West Africa are characterized by the parent bedrock, relief and climate. The formation and evolution of soils (**Pedogenesis**[?]) in West Africa is characterized by an alternation between:

- A geomorphological stable and humid phase of soil formation with particular massive weathering of the bedrock and

du sol avec une dégradation massive particulière du substrat rocheux;

- Une phase instable et aride d'activité géomorphologique : la couverture végétale diminue et permet donc de supporter le décapage des altérites ainsi que l'aplanissement (etchplanation en anglais) résultant de l'érosion.

Dans les paysages naturels ou paisibles, les phases alternantes de la pédogenèse en Afrique de l'Ouest peuvent s'apprécier dans le profil des sols, c'est-à-dire dans la succession verticale des différentes couches, permettant ainsi une caractérisation des sols. Dans les zones dégradées, on observe une succession latérale des horizons des sols, par exemple à l'intérieur d'un même **transect**[?] pédologique. La pédogenèse en Afrique de l'Ouest se caractérise également par les processus géomorphes comme la formation et l'évolution des surfaces d'aplanissement sur lesquelles se développent les sols et qui sont souvent couvertes de ferrihydrites. Les surfaces d'aplanissement se divisent d'un point de vue géomorphologique en haut, moyen et bas glacis [20].

- An instable and arid phase of geomorphogenetical activity. The vegetation cover is decreased and thus the stripping of alterites and the lowering (etchplanation or aplanissement) by erosion is supported.

In the undisturbed or natural landscape, the alternating phases in the West African pedogenesis can be seen in soil profiles, i.e. vertical succession of different layers, allowing a characterization of soils. In the degraded areas a lateral succession of soil horizons can be observed, e.g. within a pedological **transect**[?]. Pedogenesis in West Africa is also characterized by geomorphic processes as formation and evolution of planation surfaces or "surfaces d'aplanissement" in which soils develop, which are often capped by ferricretes. These planation surfaces are geomorphologically divided into high, middle and low glacis [20].

LATERITISATION PROCESSES

Lateritisation[?] threatens the successful utilization of soil for agriculture and retards or even prohibits the growth and or regeneration of woody plants. Thus, the development of lateritisation processes and formation of lateritic crusts accelerated mainly

Études des sols

Cheikh A. Tidiane ANNE

La géologie et la géomorphologie sont des parties importantes de la recherche sur la science du sol. Elles ont été reconnues dans les années 1960 et 1970 en tant qu'approches intégratives car les processus des sols et les processus géomorphologiques sont souvent conjointes et que les différences entre la géomorphologie et la pédologie sont souvent floues [27]. La recherche moderne ne cesse de démontrer la forte dépendance du sol et de la géomorphologie et la promeut comme une nouvelle discipline, « la géomorphologie ou pédogéomorphologie du sol » telle que proposée par Conacher & Dalrymple [28]. Dans le cadre de la **biodiversité**⁷, le sol en tant que système d'entretien de la vie (par la décomposition de la matière organique, la formation de la structure du sol et l'apport de substances nutritives pour les plantes), contribue largement à la variété de services essentiels pour un fonctionnement durable de l'**écosystème**⁷. L'étude des sols fournit également les outils pour l'intégration des composants de la biodiversité (génétiquement, la diversité spécifique et écologique) et pour la compréhension des causes et des conséquences de la variabilité spatiale de la biodiversité.

La recherche sur les sols en Afrique de l'Ouest est étroitement associée au bureau français ORSTOM, aujourd'hui nommé IRD (Institut de Recherche pour le Développement). Les études menées sur la formation et l'évolution des sols en Afrique de l'Ouest concernent fondamentalement trois domaines différents :

1. Les recherches agropédologiques portent sur l'étude de la dynamique des sols afin d'adapter les techniques d'utilisation des sols aux conditions climatiques et au **changement climatique**⁷ [29].
2. L'étude de l'équilibre de la matière et l'équilibre dynamique (hydrique et géochimique) de la ligne de partage des eaux ou la mensuration de l'érosion sur différents types de sols [28].
3. L'expérimentation avancée de processus définis sur les sols, comme l'appauvrissement en particules fines dans l'horizon supérieur en Côte d'Ivoire [31], le cycle de l'aliage [25].

Outres les domaines de recherche décrits plus haut, les études FAO qui classifient les principales unités de sols et l'évaluation de leur valeur agronomique sont primordiales pour comprendre leurs propriétés.

Soil studies

Geology and geomorphology are important parts in soil science research. They were recognized in the 1960s and 1970s as an integrative approach because many soil and geomorphological processes are combined and the distinction between geomorphology and pedology is blurred at the edges of the disciplines [27]. Modern research is increasingly demonstrating the close dependence of soil and geomorphology and is promoted to a new discipline, "soil geomorphology or

pedogeomorphology" as proposed by Conacher & Dalrymple [28].

Within the framework of **biodiversity**⁷, soil as life-support system (such as the decomposition of organic matter, the formation of soil structure and the supply of nutrients to plants) contributes widely to a range of essential services for sustainable functioning of the **ecosystem**⁷. Soil studies also provide tools for the integration of biodiversity components (genetically, specific and ecological diversity) and for the understanding of causes and consequences of the spatial variability of biodiversity.

Research on soils in West Africa is closely associated with the French ORSTOM office, today called IRD (Institut de Recherche pour le Développement). Studies about the formation and evolution of West African soils have basically been conducted in three different domains:

1. Agropedological investigations mainly through studies about soil dynamics with the aim of adapting techniques of land use to the climatic conditions, **climate change**⁷ respectively [29].
2. Study of matter balance and dynamic (hydric and geochemical) balance at the watershed or measurements of erosion in different soil types for example in Roose [28].
3. Advanced experimentation of defined processes in soil as impoverishment of fine particle in the upper horizon in Côte d'Ivoire [31], iron pan cycle [25].

In addition to the research domains specified above, FAO studies classifying main soil units and the evaluation of their agronomic values are of prime importance for the understanding of soil properties.

Fig. 2.19: Travaux de terrain dans le Parc National de la Pendjari. | Fieldwork in Pandjari National Park. CAN



PROCESSUS DE LATÉRITISATION

La **latéritisation**⁷ menace l'utilisation effective des sols pour l'agriculture et retarde, voire même inhibe la croissance et/ou la régénération des plantes ligneuses. Ainsi, le développement des processus de latéritisation et la formation de croûtes latéritiques, accéléré principalement par la pratique de culture itinérante, pourrait entraîner la perte de **phytodiversité**⁷ et de zones cultivables. Comme une relique d'anciennes surfaces d'érosion et de processus de pédogenèse, les formations latéritiques se développent dans pratiquement toutes les unités géomorphologiques (chaînes de montagnes, plateaux et vallées) au Burkina Faso, au Bénin et en Côte d'Ivoire. Les formations latéritiques sont les produits de la désagrégation de roches (goéthite, hématite et hydroxyde d'aluminium) s'étant formées sous des conditions tropicales. Elles sont riches en fer et en aluminium et sont soit dures, soit sujettes, au durcissement quand elles sont exposées à des conditions climatiques alternantes d'humectation et de séchage. Cette définition met l'accent sur deux processus différents pour caractériser les latéritisations :

- L'enrichissement en fer et en aluminium ou
- La consolidation ou le durcissement des particules des sols.

through shifting cultivation may trigger loss of **phytodiversity**⁷ and loss of farmland. As a relict of old erosion surfaces and pedogenesis processes, laterite formations develop almost in all geomorphological units (mountain range, plateau and valleys) in Burkina Faso, Benin and Côte d'Ivoire. Lateritic formations are the weathering product - goethite, hematite, and aluminium hydroxides - formed under tropical conditions. They are rich in iron and aluminum, and are either hard or subject to hardening upon exposure to alternate wetting and drying climatic conditions. From this definition two different processes are determinant for the characterization of lateritisation:

- Iron and aluminium enrichment or
- Induration or hardening of soils particles.

The soil layer in which accumulation and induration/ non-induration occurs is identified as "duricrust". Different duricrust types can be found according to the chemical constituent of the weathering mineral and to the intensity of weathering processes. Laterite includes iron duricrust-called ferricretes, "*cuirasse*" or "*cuirasse ferrugineuses*" in the French soil science literature [21, 22] and are widespread in the West African savannas, aluminum

Les strates de sols où se produisent l'accumulation et la consolidation / non-consolidation sont connues sous le nom de « croûte ». Il existe différents types de croûtes selon le composant chimique du minéral d'altération et l'intensité des processus de désagrégation. Les latérites comprennent les croûtes riches en fer appelées ferrihydrites, « cuirasse » ou « cuirasse **ferrugineuse**⁷ » dans la littérature française concernant la science du sol [21,22] et elles sont très répandues dans le milieu savanicole de l'Afrique de l'Ouest, des cuirasses alumineuses appelées « bauxite », des pisolites, qui sont des grains sphériques très compactés et non-indurés riches en fer et en aluminium, présentes notamment sur les surfaces des sols des zones dégradées, des horizons d'argile tachetée, etc. La dynamique et la redistribution des éléments dans la latérite permettent d'identifier les différentes zones dans les profils latéritiques. Un profil latéritique typique se caractérise par la succession de trois horizons (Fig. 2.20).

Contraintes agronomiques et dégradation

La dégradation des terres est l'une des plus grandes menaces que doivent affronter les agriculteurs de l'Afrique de l'Ouest. L'érosion des sols entraîne la perte de **fertilité**⁷ et donc une diminution de la

duricrusts or "bauxite", pisolites which are non indurated and closely packed round pellets of iron or aluminium particularly present at the soil surfaces of degraded zones, clay mottled horizon etc. The dynamic and redistribution of elements in the laterite lead to the identification of different zones in the lateritic profiles. A typical lateritic profile is characterised by the succession of three horizons (Fig. 2.20).

AGRONOMIC CONSTRAINTS AND DEGRADATION

Land degradation is one of the major threats which West African farmers are facing. Soil erosion leads to loss of **fertility**⁷ and hence to a decrease in productivity for food and incomes. Different factors interact in the soil erosion processes: climate, properties of soil types, vegetation cover, and human activities through farming systems. Soil properties constrain the agronomic potential of farm land by accelerating the erosion processes. In **Sub-Saharan**⁷ Africa 82 % of the total area has to be considered having major soil constrains (world 76 %) [24]. Côte d'Ivoire has an especially high proportion of land with constrains (74 %) due mainly to aluminum toxicity of the soil and erosion risks. In Burkina Faso 63 % of the soil resources are

productivité en matière d'aliments et de revenus. Plusieurs facteurs interagissent dans les processus d'érosion des sols : le climat, les propriétés des types de sols, la couverture végétale et les activités de l'homme à travers les systèmes d'exploitation agricole. Les propriétés du sol limitent le potentiel agronomique des zones agricoles en accélérant les processus d'érosion. On considère que 82% des sols de la zone correspondante à l'Afrique **subsaharienne**⁷ possèdent de fortes limitations (Le monde 76 %) [24]. La Côte d'Ivoire possède une proportion spécialement élevée de terres limitées (74 %) en raison notamment de l'intoxication des sols par l'aluminium et les risques d'érosion. Au Burkina Faso, 63 % des ressources des sols sont affectées par des limitations majeures pour l'agriculture, en raison de la platitude des sols et de la structure sableuse de la surface, entraînant une faible capacité de rétention en eau et un taux élevé d'infiltration. 59 % des sols au Bénin présentent des contraintes agronomiques en raison de la platitude du sol et des systèmes d'exploitation agricole insoutenables à terme.

L'érosion par l'eau est la forme d'érosion la plus déterminante à travers l'érosion ravinante, notamment sur la couverture végétale

affected by major soil constraints for agriculture, due to the shallowness of the soils and the sandy structure of the topsoil leading to a low water holding capacity and high infiltration rate. 59% of the soils in Benin show agronomic constraints by shallowness of soil and unsustainable farming systems.

Water erosion is the most determinant erosion form through rill and gully erosion, particularly in the sparse vegetation cover of the Sahel and Nord Sudan landscapes. Additionally, unsustainable land use, i.e. overgrazing, deforestation and fire can lead to severe land degradation. 18% of the country area of Côte d'Ivoire and nearly half of Burkina Faso (44 %) have to be considered moderately to very severely degraded, Benin shows 29% land degradation.

MAJOR SOIL TYPES IN WEST AFRICA

Soil types in West Africa are identified and categorised according to FAO soil guidelines based on the diagnostic of soil horizons (thickness, colour etc), properties (texture and structure) and materials (iron presence, organic matter content, particle size etc). About 30 different soil groups can be found in



Fig. 2.20: Schéma d'un profil latéritique adapté aux sols latéritiques de l'Afrique de l'Ouest (adapté de [23]). Les différentes couches de profils latéritiques, telles qu'illustrées plus haut, ne sont pas toujours présentes dans les profils de sols en raison du dynamisme des processus d'érosion (dénudation et lessivage⁷) mais aussi de l'épaisseur des couches. | Schematic representation of a lateritic profile adapted to the lateritic soils of West Africa (adapted from [23]). The different layers (or their thickness) of the lateritic profiles as represented above are not always present in the soil profiles because of the dynamism of erosion processes (denudation and leaching⁷).

éparse du Sahel et des paysages du Nord-Soudan. Par ailleurs, l'utilisation insoutenable à terme des terres, c'est-à-dire le surpâturage, la déforestation et les feux, peuvent entraîner une sévère dégradation des sols. 18 % de la zone correspondant à la Côte d'Ivoire et pratiquement la moitié du Burkina Faso (44 %) sont considérés comme des terres gravement dégradées. Le Bénin présente une dégradation des sols de l'ordre de 29%.

PRINCIPAUX TYPES DE SOLS EN AFRIQUE DE L'OUEST

Les types de sols en Afrique de l'Ouest se distinguent et se catégorisent conformément aux lignes directrices de la FAO fondées sur le diagnostic des horizons du sol (épaisseur, couleur, etc.), des propriétés (texture et structure) et des matériaux (présence de fer, contenu de matière organique, taille des particules, etc.). On distingue environ 30 types de sols différents en Côte d'Ivoire, au Burkina Faso et au Bénin (Carte 2.9). D'après la classification des sols de la FAO-UNESCO [25,26], les groupes prédominants sont les Acrisols et les Luvisols ou sols Luvisoliques (voir la case pour une explication des groupes de sols)

Les Acrisols se trouvent essentiellement dans les zones tropicales

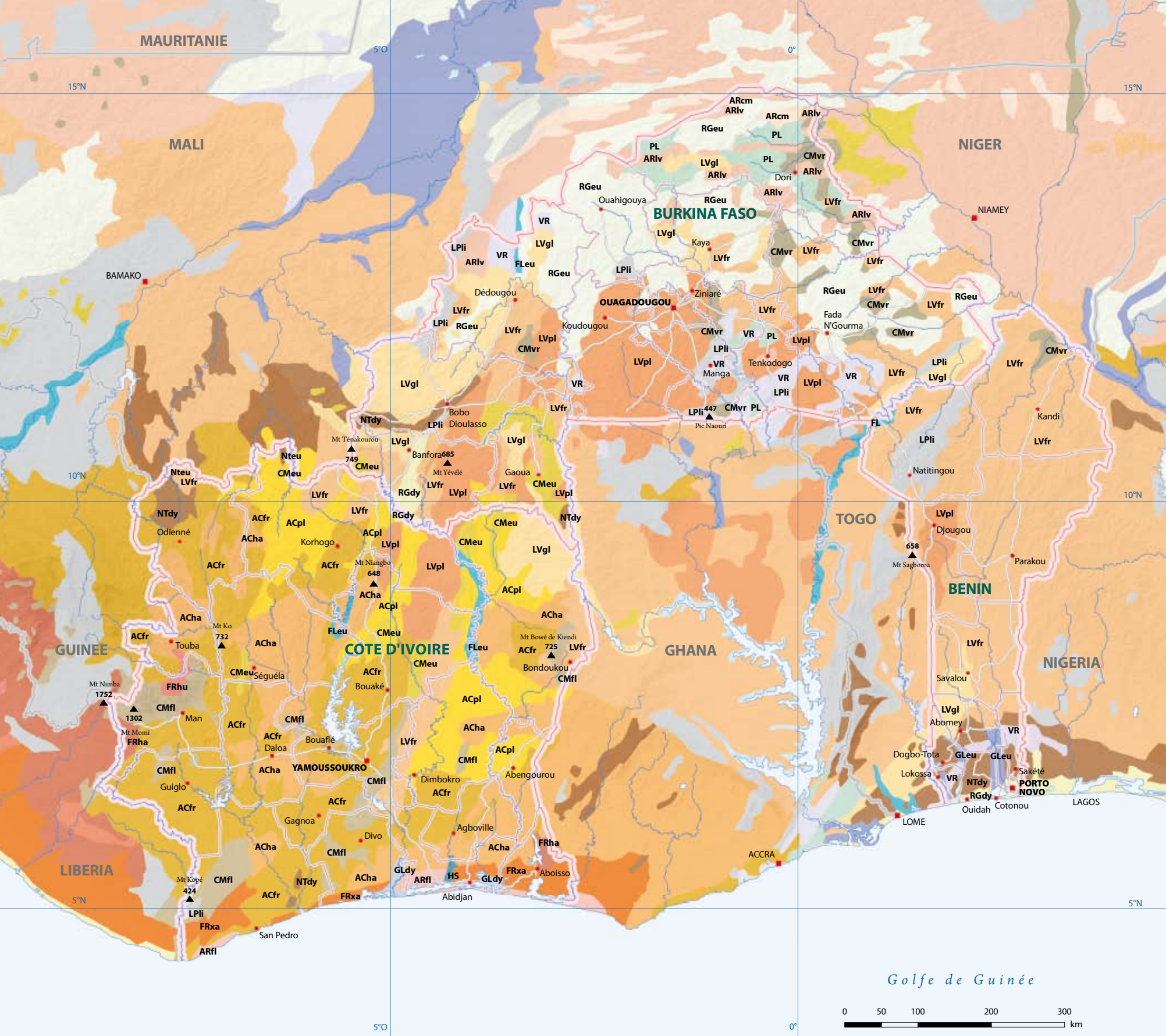
Côte d'Ivoire, Burkina Faso, and Benin (Map 2.9). Following the FAO-UNESCO soil classification [25, 26], the dominant groups are Acrisols and Luvisols (for explanation of soil groups see box). Acrisols occur predominantly in the sub-humid zone of West Africa and particularly of Côte d'Ivoire and, together with the Luvisols, cover 80 % of the country. Both are characterised by higher clay content in the subsoil than in the topsoil due to the pedogenetic processes (particularly clay migration) leading to an argic subsoil horizon. The presence of an iron enriched B horizon which gives them the characteristic red colours is common to these two soil groups. As acid soils with low pH values, these soils often suffer from the aluminum toxicity and strong phosphorus fixation. Acrisols and Luvisols are easily eroded because of the physical structure of the topsoil (A Horizon). Some Ferralsols (8 % of Côte d'Ivoire) characterised by the dominance of **kaolinite**² clays and a residual accumulation of iron and aluminum oxides and hydroxides can be found in the humid coastal regions of Côte d'Ivoire.

Going north in Burkina Faso Luvisols (43 % of country area of Burkina Faso) are gradually replaced by Regosols (23 % of Burkina Faso) which are thin and contain low organic matter. They

sub-humides de l'Afrique de l'Ouest et plus particulièrement en Côte d'Ivoire et recouvrent, avec les sols luvisoliques, 80 % du pays. Les deux se caractérisent par une plus forte teneur en argile dans le sous-sol que sur la surface en raison de processus pédogénétiques (notamment la migration d'argile) donnant lieu à un horizon du sous-sol argileux. Un autre élément commun à ces deux groupes de sols est la présence d'un horizon B riche en fer, qui leur confère leur couleur rouge caractéristique. En tant que sols acides à faible pH, ces sols souffrent souvent d'une intoxication par l'aluminium

Types de sol (FAO) Soil-Types (FAO)

AC	Acrisols	HS	Histosols
ACfr	Ferric Acrisols	LP	Leptosols
ACha	Haplic Acrisols	LPLi	Lithic Leptosols
ACpl	Plinthic Acrisols		
AR	Arenosols	LV	Luvisols
ARcm	Cambic Arenosols	LVfr	Plinthic Luvisols
ARfi	Ferralic Arenosols	LVgl	Ferric Luvisols
ARiv	Luvic Arenosols	LVpl	Gleyic Luvisols
CM	Cambisols	NT	Nitisols
CMeu	Eutric Cambisols	NTdy	Dystric Nitisols
CMfi	Ferralic Cambisols	NTeu	Eutric Nitisols
CMgl	Gleyic Cambisols		
CMvr	Vertic Cambisols	PL	Planosols
FL	Fluvisols	RG	Regosols
FLeu	Eutric Fluvisols	RGdy	Dystric Regosols
		RGeu	Eutric Regosols
FR	Ferralsols	VR	Vertisols
FRhu	Humic Ferralsols		
FRha	Haplic Ferralsols		
FRxa	Xanthic Ferralsols		
GL	Gleysols		
GLdy	Dystric Gleysols		
GLEu	Eutric Gleysols		



Carte 2.9: Les sols de l'Afrique de l'Ouest selon la FAO [25, 26].

Map 2.9: Soils of West Africa, based on FAO [25, 26].

et d'une forte fixation du phosphore. Les Acrisols et les Luvisols s'érodent facilement en raison de la structure physique de la surface (Horizon A). On trouve quelques Ferralsols (8 % de la Côte d'Ivoire) définis par la prédominance d'argile **kaolinite**⁷ et d'une accumulation résiduelle d'oxydes et de d'hydroxydes de fer et d'aluminium dans les régions côtières humides de la Côte d'Ivoire. En allant vers le Nord du Burkina Faso, les sols luvisoliques (43% du pays) sont graduellement remplacés par les Régosols (23% du pays) qui sont minces et pauvres en matière organique, et se trouvent essentiellement sur le Plateau de Yatenga. Dans la zone sahélienne (Oudalan), les Régosols s'associent au Planosols. Au Bénin, les sols sont composés de Luvisols (80 % du Bénin) et de Nitisols plus fertiles, tandis que l'on trouve des Gleysols eutriques (eutric= fertilité élevée/modérée) sur le bassin côtier humide mais aussi dans de nombreuses vallées continentales à travers les différents pays. Les Leptosols, qui se caractérisent par la présence de pentes rocheuses instables et d'affleurements de substrat rocheux, sont présents dans les montagnes d'Atakora.

can be found predominantly on the Yatenga Plateau. In the Sahelian Zone (Oudalan) Regosols are found alongside Planosols. In Benin, soils consist of Luvisols (80 % of Benin) and the more fertile Nitisols and the eutric Gleysols (eutric= high/moderate fertility) can be found in the humid coastal basin as well as in many inland valleys across the different countries. Leptosols which are characterized by the occurrence of the unstable rocky slopes and outcrops of bedrock are present in the Atakora Mountains

Breve description des principaux groupes de sols

Acrisols (sols ferrallitiques fortement dessaturés) : ce sont sols illuviaux et acides fortement altérés avec une faible saturation de base, une accumulation de fer dans les couches inférieures, et des argiles à faible activité. Ils sont adaptés aux systèmes de répartition des cultures et requièrent une **fertilisation**⁷ complète pour l'agriculture sédentaire. L'**agroforesterie**⁷ est recommandée pour la protection des sols.

Luvisols (sols **ferrugineux**⁷ lessivés) : ce sont des sols avec une accumulation d'argiles (ou de sesquioxydes) et de matière organique dans les couches inférieures, des argiles de haute activité et un haut pourcentage de saturation en bases. Ces sols ont une structure physique et une déclivité favorable bien drainés, poreux, aérés et majoritairement fertiles (Fig. 2.21).

Ferralsols (sols ferrallitiques) : ils se caractérisent par une forte altération avec une prédominance de minéraux d'argile **kaolinitique**⁷, mais des argiles à faible activité, une accumulation de fer, une forte teneur en sesquioxydes. Ces sont bien profonds, ont une bonne perméabilité, une microstructure stable, une moindre susceptibilité à l'érosion. Leur fertilité doit s'entretenir au moyen du fumage, du paillage, de périodes de jachères adéquates et l'agroforesterie.

Régosols (sols minéraux bruts et sols peu évolués d'apport **éolien**⁷) : Sols au développement très limité, aux matériaux non sédimentés poussés par le vent. Ils ont une faible capacité de rétention en eau et souvent utilisés pour le pâturage extensif.

Planosols (sols ferrugineux tropicaux lessivés pro parte) : Sols avec une surface lessivée, temporairement saturée d'eau, sur un sous-sol légèrement perméable. Ils ont une faible teneur en argile dans la surface par rapport au sub-horizon, un faible niveau de fertilité et une faible intensité d'utilisation de la terre. On les trouve sur des terrains plats ou légèrement ondulés avec une couverture végétale **herbacée**⁷ naturelle parsemée d'arbustes ou d'arbres et une végétation de graminées ou de forêt ouvertes, essentiellement utilisées pour le pâturage extensif.

Nitisols (sols fersialitiques, Ferrisols) : Sols profonds, bien drainés avec accumulation d'argile rouge foncée, marron ou de sols jaunes argileux présentant une structure prononcée brillante en forme de noix. Ces sols sont très productifs dans les régions tropicales humides, moins altérés que les ferralsols, résistants à l'érosion. ils sont utilisés pour les plantations forestières tout comme pour les cultures vivrières.

Gleysols (Sols **hydromorphes**⁷ à gley ou à accumulation de fer en carapace ou cuirasse) : Ils ont une humidité permanente ou temporaire près de la surface et sont aptes pour la répartition des cultures arables, l'élevage de bétail laitier et l'horticulture sous réserve d'un drainage adéquat (Fig. 2.22).

Leptosols : ce sont des sols de couverture graveleux et/ou pierreux très plats (moins de 30cm de profondeur) sensibles à l'érosion. Ils représentent une ressource potentielle pour le pâturage pendant la saison humide ou terre de forêt et ne sont pas aptes à l'agriculture.

Short description of major soil groups

Acrisols (Sols ferrallitiques fortement dessaturés): Strongly weathered, illuvial and acid soils with low base saturation, subsurface iron accumulation, low-activity clays; Adapted to cropping systems with full **fertilization**⁷ necessary for sedentary farming, **agroforestry**⁷ recommended for soil protection.

Luvisols (Sols **ferrugineux**⁷ lessivés): Soils with subsurface accumulation of clay or of sesquioxides and organic matter, high activity clays and high base saturation; Flat and gently sloping favourable soil physical structure, well drained, porous and well aerated mostly fertile soils (Fig. 2.21).

Ferralsols (Sols ferrallitiques): Deep weathering with dominance of **kaolinitic**⁷ clay minerals but low activity clays, accumulation of iron, high content of sesquioxides; great soil depth, good permeability and stable microstructure, less susceptible to erosion; soil fertility may be maintained by manuring, mulching, adequate fallow periods, or agroforestry.

Regosols (Sols minéraux bruts et sols peu évolués d'apport éolien): Soils with very limited soil development, unconsolidated windblown materials; low moisture holding capacity, often used for extensive grazing.

Planosols (Sols ferrugineux tropicaux lessivés pro parte): Soils with a bleached, temporarily water-saturated topsoil on a slowly permeable subsoil; low clay content in the topsoil, more clay in the sub horizon, low fertility level and land use of low intensity; present in flat to gently undulating terrain with natural sparse grass vegetation, scattered with shrubs or trees climax vegetation of grasses or open forest, mostly used for extensive grazing.

Nitisols (Sols fersialitiques, Ferrisols): Deep soils, well drained, accumulation of clay dark red, brown or yellow clayey soils having a pronounced shiny, nut-shaped structure; very productive soil of the humid tropics, less weathered than ferralsols, resistant to erosion; used for plantation crops and food crops.

Gleysols (Sols **hydromorphes**⁷ à gley ou à accumulation de fer en carapace ou cuirasse): Soils with permanent or temporary wetness near the surface; suitable for arable cropping, dairy farming and horticulture if drained appropriately (Fig. 2.22).

Leptosols: Very shallow soils (less than 30 cm depth) cover hard gravelly and/or stony rocks; sensitive to erosion, resource potential for wet-season grazing or forest land; unfavourable for agriculture.

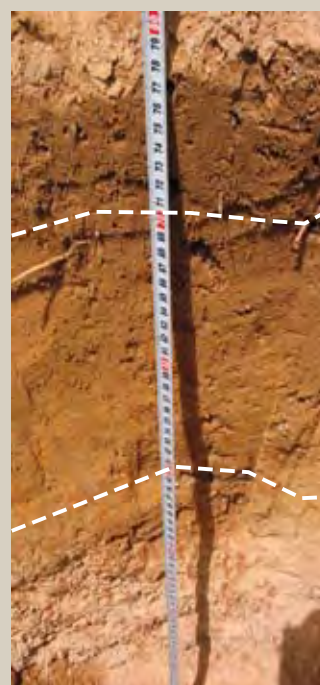


Fig. 2.21: Ferric luvisol, sol ferrugineux tropical lessivé et induré. CAN



Fig. 2.22: Plinthic gleysol, sol hydromorphe à pseudo gley. CAN

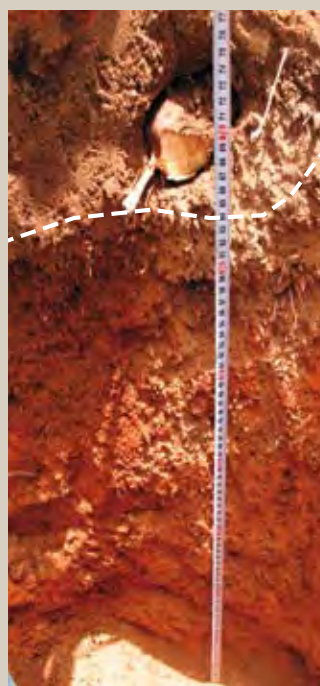


Fig. 2.23: Albi-petric plinthosol, sol ferrugineux tropical latéritique. CAN



Fig. 2.24: Gleyic lixisol, sol ferrugineux peu lessivé à pseudo gley faiblement évolué. CAN

2.5

Le feu comme agent pour la structure végétale & la diversité

Noellie YAO
Tobias LANDMANN
Michael SCHMIDT
Souleymane KONATÉ
Stefan DECH
K. Eduard LINSEMAIR

Les feux de brousse sont fréquents en Afrique de l'Ouest. On estime que pas moins de 80 % du milieu savanicole africain est parcouru par le feu [34]. Le feu a longtemps été considéré comme un élément essentiel et permanent des **écosystèmes**⁹ savanicoles [35, 36], en raison notamment de ses effets sur la structure de la végétation et de l'équilibre des biomasses **herbacée**⁹ et arborescente des savanes.

Caractéristiques des savanes ouest-africaines

En l'Afrique de l'Ouest, les savanes se caractérisent par des strates boisées avec un tapis herbacé ou par des prairies primaires parsemées d'arbres [37]. Elles sont présentes essentiellement dans les milieux tropicaux où le climat est saisonnièrement sec. Les mosaïques de forêts et les galeries forestières sont également très courantes en Afrique de l'Ouest et sont moins affectées par le feu. La

Fire as an agent for vegetation structure & diversity

Bushfires are very frequent in West African savannas. It is estimated that as many as 80 % of the total savannas in Africa are affected by fire [34]. Fire has long been considered a permanent and essential element of savannas **ecosystems**⁹ [35, 36], especially regarding its effect on vegetation structure and mitigating the balance between grass and trees biomass in savannas.

Characteristics of West African Savannas

West African savannas are characterized by woodlands with an **herbaceous**⁹ ground layer, or primary grasslands with very sparse trees [37]. Savannas occur mainly in tropical areas where the climate is seasonally dry. Mosaic forests and gallery forest also occur frequently in West Africa; however these are less affected by fire. The many different types of savannas in West Africa reflect broad differences in rainfall and soil patterns, and

grande variété des savanes en Afrique de l'Ouest reflète les fortes différences entre les modèles de précipitation et les sols, et essentiellement le régime saisonnier des pluies avec une saison sèche très marquée ainsi que le mélange de biomasses herbacées et ligneuse de ces savanes les rendent vulnérables aux incendies fréquents [37, 38].

Caractérisation des feux de brousse

Un feu de brousse se définit par la combinaison de trois éléments, c'est-à-dire [39] :

1. La biomasse de combustible, par exemple le bois ou les herbes
2. Un oxydant, par exemple l'oxygène
3. De la chaleur, par exemple une source d'inflammation.

Les différents types de feux de brousse

Les feux de sol brûlent la matière organique contenue dans la litière, l'humus ou les tourbières et, en Afrique de l'Ouest, le fumier animal qui constitue également une grande partie de la biomasse combustible. Les feux de surface brûlent les strates basses de végétation, c'est-à-dire, la partie supérieure de la litière, la strate herbacée et les **ligneux**⁹ bas. Les feux de cimes brûlent la partie supérieure des

essentially the seasonal rainfall regime with a marked dry season as well as the mixture of herbaceous and woody biomass of these savanna systems makes them prone to frequent fires [37, 38].

Characterization of bushfires

A bushfire is defined by the combination of three features, namely [39]:

1. Fuel biomass, for example wood or grass
2. An oxidant, for example oxygen
3. Heat, for example from an ignition source.

The different types of bushfires

Soil fires burn organic matter in the litter, humus or peat bogs and in West Africa animal dung is also a large part of the biomass fuel mass. Surface fires burn the lower layers of vegetation, i.e. the upper part of the litter, the grass layer and lower shrubs. Crown fires burn the upper parts of trees (high woody plants) and form a crown fire. They are more intense and harder to control especially if further fuelled by strong winds. These fires are rather rare in comparison to bushfires. In West Africa,

arbres (les ligneux hauts) et forment une couronne de feu. Ils sont d'autant plus intenses et difficiles à contrôler surtout quand ils sont alimentés par des vents forts. Ces feux sont plus rares que les feux de brousse. En Afrique de l'Ouest, les feux sont généralement des feux de surface [40].

En fonction de la direction de la combustion [41], on parle de **feux ascendants** qui brûlent d'autant plus rapidement que la pente est prononcée et de **feux descendants** qui se propagent moins rapidement, bien qu'il existe un grand risque de sauts au versant suivant.

En fonction des strates végétales exposées au feu, on trouve :

1. **Les feux de litière**, souvent à l'origine d'un grand nombre de départs de feux, sont d'autant plus difficiles à détecter que leur combustion est lente.
2. **Les feux de prairie** qui ont un taux d'inflammation élevé. Sous l'effet du vent, ils peuvent se propager sur de grandes surfaces dans les prairies ouvertes.
3. **Les feux de broussaille** dont l'inflammabilité est moyenne, ces feux se propagent rapidement et constituent une échelle par laquelle les feux grimpent dans les strates supérieures.
4. **Le feu de cimes** : la strate des arbres est rarement à l'origine des feux de forêt mais constitue un élément important dans le

fires are in general surface fires [40].

According to the direction of combustion [41], there are **rising fires**, which burn faster on a steeper slope, and **descending fires**, which spread much slower, but there is a great risk of them jumping from one slope to another. Pertaining to vegetation layers that are exposed to the fire there are:

1. **Litter fire** that easily ignites, and are often the origin of many fires that are hard to detect, as they burn very slowly.
2. **Grass fires** typically with high ignition rates; the wind can spread the fire in open grasslands easier and many grassland fires are very large in size.
3. **Shrubland fires** that have a medium ignitability; these fires rapidly pass fire to the upper layers.
4. **Crown fires**: The tree layer in a wood fire is rarely the origin of a fire, but it facilitates the spread of flames once the whole tree is on fire. These are called crown fires but they rarely occur in African savannas.

Fire behaviour

The parameters generally used in the description of a bushfire are fire intensity, the spreading speed, the size of the flame

développement des incendies une fois que l'arbre est enflammé. Il s'agit de feux de cimes, qui ne se produisent que très rarement dans les savanes africaines.

Comportement du feu

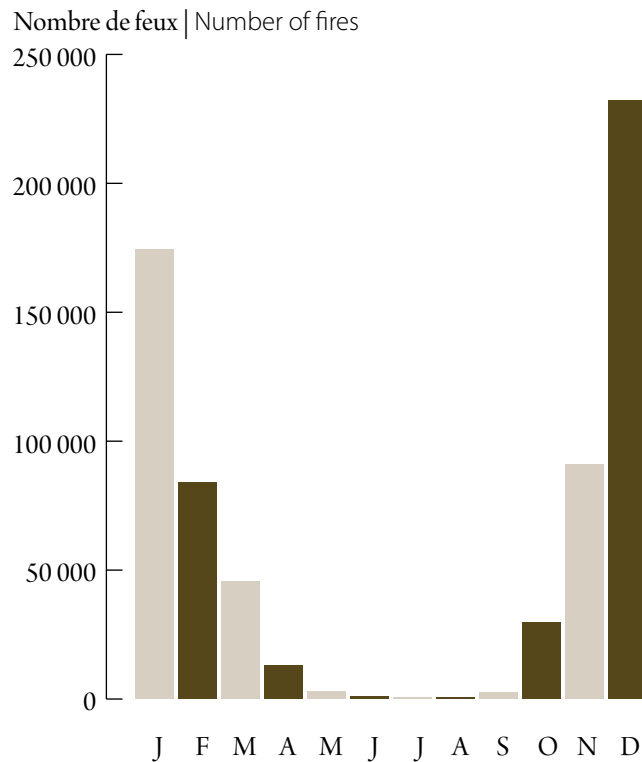
Les paramètres généralement utilisés pour décrire un feu de brousse sont l'intensité, la vitesse de propagation, la taille du front de flammes et la typologie du feu. Ces paramètres sont influencés par des facteurs environnementaux comme le climat, la topographie, la quantité de biomasse combustible disponible, leur distribution dans le temps et le type de végétation brûlée. L'intensité d'un feu de brousse dépend de la quantité, la distribution spatiale, de l'humidité et l'inflammabilité du combustible, des conditions météorologiques et de la topographie. En présence de vastes quantités de combustibles secs spatialement bien distribués et de conditions météorologiques favorables, les feux sont généralement de grande intensité. La taille du front de flammes d'un incendie dépendra des conditions atmosphériques afférentes au milieu en question, de l'existence d'une barrière physique et de la quantité, de la distribution spatiale et du niveau d'humidité des combustibles [39, 41].

front and the type of fire, as described above. These parameters are influenced by environmental factors, such as climate, topography, amount of biomass fuel available, their distribution in space and the kind of vegetation burned. The intensity of a bushfire depends on the quantity, the spatial distribution, humidity, and ignitability of the fuels, weather conditions and topography. In the presence of a large amount of dry fuels well distributed in space and favourable climatic conditions, fires are generally intense. The size of the front of a fire depends on atmospheric conditions prevailing in an environment, the existence of a physical barrier, and on the quantity, spatial distribution and moisture content of the fuels [39, 41].

The fire regimes

The setting alight of fires occurs mainly during the dry season. Generally, the fire season lasts from the beginning of November to the end of April in West Africa (see Fig. 2.25). Early fires, which are less destructive, are lit or ignited at the beginning of the dry season (from November to January), when the grass layer is relatively moist, hence the fuel is harder to ignite, which weakens the intensity of the fire. The majority of the fires lit in this period

Fig. 2.25: Saison des feux le long de l'année sur des observations faites de janvier 2000 à décembre 2006. | Fire season over the year, as observed from January 2000 to December 2006.



have a preventive purpose. Late season fires, which are much more destructive and severe, are lit in the middle and at the end of the dry season (from February to April), when the grass has become very dry and also dry leaf litter is readily available, which makes an easily ignitable fuel load mixture.

We processed satellite data sets to map active fires over an area in West Africa, between -15° W and 15° E and between 15° N and 0° . With this thermal spectral data on near to daily overpassing satellites systems, fire patterns can be tracked over the whole of West Africa. The result shows that the number of active fires was 669 749 during the dry season and 7 663 during the rainy season (see Fig. 2.25).

Origins of bushfires

While some bushfires are of natural origin, being triggered by chance by lightning, the majority of fires are man-made. Humans light fires in order to clear and prepare fields, renew pastures, hunt small game, clear the surroundings of villages, hamlets, tracks and paths, for harvesting honey, and for the production of charcoal [35, 40, 42].

Les régimes des feux

La mise à feu des incendies se produit surtout pendant la saison sèche. Généralement, la saison des incendies en Afrique de l'Ouest va de début novembre à fin avril (Fig. 2.25). Les feux précoces, qui sont moins destructifs, sont allumés ou mis à feu au début de la saison sèche (novembre à janvier), quand la strate herbacée est relativement humide et la mise à feu du combustible est donc plus difficile, ce qui amoindrit l'intensité du feu. La plupart des incendies mis à feu à cette période ont un but préventif. Les feux de fin de saison, plus destructifs et rigoureux, interviennent vers la moitié ou la fin de la saison sèche (de février à avril), quand la strate herbacée s'est bien desséchée, tout comme la litière de feuilles, constituant ainsi un mélange de combustible hautement inflammable.

Nous avons traité les ensembles de données satellitaires pour dresser la carte des incendies sur la zone de l'Afrique de l'Ouest comprise entre -15° Ouest et 15° Est et entre 15° Nord et 0° . Avec ces données spectrales thermiques issues d'un passage quasiment journalier des systèmes satellitaires, il est possible de suivre la trajectoire des modèles d'incendies dans toute l'Afrique de l'Ouest. Les résultats montrent qu'il y a eu 669 749 incendies actifs pendant la saison sèche et 7 663 pendant la saison des pluies (Fig. 2.25).

The effects of bushfires

Fire is a working tool for farmers, for livestock breeders and for hunters alike. Nevertheless, the repeated use of this tool has serious consequences on the environment. Late and more frequent fires, to the fire regimes have changed in the past, may destroy the regeneration potential of vegetation. They cause a gradual decrease of the diversity of tree species, and the regeneration potential of tree species that are most sensitive to fire is affected negatively. These damages are greater, the lesser the diameter of a tree. This mechanism plays an important part in the retreat of forests, which increasingly give way to more open woodlands. Open woodlands allow even more fires, since herbaceous biomass can replace woody vegetation and open areas get more funnel wind needed for fire. Repeated fire can reduce the organic matter in the soil by slowing the soils enrichment with humus. After the fire has passed, the soil is exposed more strongly to the direct action of the sun, the wind, and the rain. The consequence of this often is soil erosion. If this is practised repeatedly and on a large scale, CO_2 is increasingly emitted into the atmosphere, which contributes to the production of greenhouse gases that are responsible for **climate**

Origine des feux de brousse

Alors que quelques feux de brousse ont une source naturelle, étant déclenchés de manière accidentelle par une source de chaleur ou d'inflammation, la plupart des incendies sont provoqués par l'homme. Les êtres humains pratiquent la mise à feu pour : défricher et préparer les champs, renouveler le pâturage, chasser les petits gibiers, nettoyer les alentours des villages, des hameaux, des sentiers et des chemins, pour la récolte de miel et pour la production de charbon de bois [35, 40, 42].

Les effets des feux de brousse

Le feu est un outil de travail pour les agriculteurs, pour les éleveurs de bétail et pour les chasseurs. Néanmoins, l'utilisation réitérée de cet outil comporte de graves conséquences pour l'environnement. Les incendies tardifs et fréquents, qui sont le résultat du changement du régime des feux au cours des années, détruisent le potentiel de régénération végétale. Ils entraînent la diminution progressive de la diversité des espèces et un impact négatif sur le potentiel de régénération des espèces d'arbres particulièrement sensibles au feu. Plus le diamètre d'un arbre est petit, plus les dégâts sont importants. Ce procédé joue un rôle important dans la régression des

changes" [42].

Yet, although bushfires have their downsides if they are practiced in the way cited above, it is important to underline some of their positive effects. Bushfires in Africa are not only connected with agricultural production, they also have other meanings for certain West African peoples: They have a religious character expressing traditional beliefs and also cultural uses [43].

This is the case in the Baoulé country in central Côte d'Ivoire, where certain fires, especially early fires, have a cultural character. Smoke rising from these fires announces to the farmer that the time has come to prepare the fields for sowing [43]. Likewise, for Burkinabé farmers in Burkina Faso, fires have a purifying function. They accompany the transport of new crops into the villages. And it is only after these rites that the population can eat from the new crops. They are also used in rites dedicated to gods specifically for granting health, peace and for driving away misfortunes from the community. To this end, fires accompany the "going out" of masks and the purification of the souls. The latter, called fires of immunisation are lit to drive away

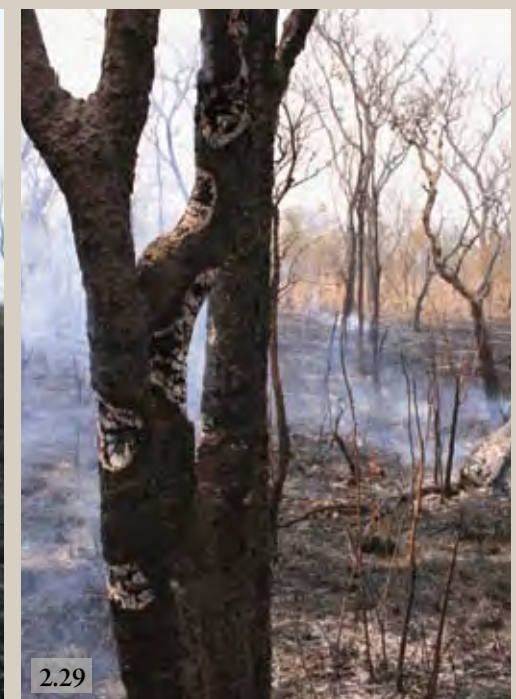


Fig. 2.26: Feu précoce de la saison sèche. | Early dry season fires. NYA

Fig. 2.27: Jeunes pousses suite à un feu précoce de la saison sèche. | Young shoots after the passing of an early dry season fire. NYA

Fig. 2.28: Feux tardifs en fin de saison. | Late season fires. NYA

Fig. 2.29: Dégâts causés par un feu tardif en fin de saison. | Damage caused by a late season fire on the trunk of a tree. NYA

forêts qui se transforment de plus en plus en zones boisées ouvertes. Par ailleurs, comme dans les zones ouvertes la végétation ligneuse est souvent remplacée par une biomasse herbacée et que les vents soufflent plus fort, les zones boisées ouvertes sont encore plus vulnérables aux incendies. Les incendies à répétition peuvent réduire la matière organique contenue dans le sol; ce qui freine son enrichissement par l'humus. Après le passage du feu, le sol est directement exposé à l'action du soleil, du vent et de la pluie. Cette exposition cause souvent une érosion du sol. Son renouvellement à grande échelle intensifie l'émission de CO₂ dans l'atmosphère et par conséquent la production des gaz à effet de serre responsables du **changement climatique**⁷ [42].

Pourtant, bien que les feux de brousse aient un certain nombre d'inconvénients, leur pratique présente certains effets positifs. En Afrique, ils ne sont pas uniquement liés à l'agriculture. Ils ont d'autres significations pour beaucoup de gens en Afrique de l'Ouest. Ils ont même un aspect religieux qui manifeste certaines croyances traditionnelles et des coutumes culturelles [43].

Par exemple, en pays Baoulé au centre de la Côte d'Ivoire, certains incendies (cas des feux précoces) ont un caractère culturel. La fumée qui se dégage annonce le temps de préparer les champs aux

semences aux agriculteurs [43].

De même, pour les agriculteurs burkinabés, les feux ont une fonction purificatrice. Ils accompagnent le transport des nouvelles cultures dans les villages. Ce n'est qu'après ces feux que les populations locales peuvent manger ces nouvelles cultures. Ils sont également utilisés dans des rituels dédiés aux dieux, particulièrement pour assurer la bonne santé, la paix et pour chasser la malchance de la communauté. À cette fin, les feux accompagnent le retrait des masques et la purification des âmes. Ces derniers, appelés feux de l'immunisation sont allumés pour chasser des maladies telles que la rougeole, la coqueluche et un grand nombre d'autres maladies infantiles [43].

Les feux font également partie des politiques de gestion des parcs pour maintenir l'équilibre dynamique entre les composants savaniques et pour supprimer les éléments ligneux des espaces verts dans les savanes. Jusqu'à présent, les feux précoces ont toujours été un moyen de gestion des parcs nationaux. Ils ont largement contribué à la formation des savanes actuelles et sont un élément important de leur dynamique [44]. Un autre facteur non moins important est l'impact positif direct sur le sol, grâce à la production de matière organique sur la surface à travers la minéralisation.

certain diseases such as the measles, the whooping-cough and many other childrens diseases [43].

Fires are also used as part of park management policies, i.e. to maintain the dynamic balance between savanna components and to suppress woody elements in parkland savannas. Until today, early season fires have been used as a mean of managing national parks. They have largely contributed to the formation of present savannas and are a major factor in their dynamics [44]. They have a direct positive impact on the soil through the surface production of organic matter through mineralization, which is worth considering.

The ashes that are made soluble by the action of CO₂, transform into soluble carbonate, which penetrates into the ground and part of which is taken up by rivers and as a result makes the alluvia of rivers and streams fertile. Another positive aspect of fire is the preservation of savannas for livestock consumption. The passing of early fires is essential for obtaining grass that is short, tender and rich in proteins, corresponding to the nutrition needs of the **fauna**⁷. Studies carried out in Kokondékoro, in the centre of Côte d'Ivoire, have shown that the absence of fires in a vegetation biome during several years leads to the

appearance of a woody vegetation, to the detriment of the herbaceous and grass layer. Gradually, the savannas are increasingly being displaced by woody cover. As an immediate consequence, certain animals that feed on the herbaceous grass layer will disappear or migrate to other environments, giving way to animals adapted to forest environments [45].

Furthermore, bushfires have a beneficial effect on some plant species such as *Dichrostachys cinerea* and *Acacia gerreadii* [46]. In Pendjari National Park in Benin, the setting alight of fires at the beginning of the dry season also allows for a better view of the fauna, which, by increasing the number of tourists, creates funds needed for park management and conservation.

In early dry season fires (from November to January), only 15 to 25 percent of the vegetation burns. These fires are less complete, that meaning usually only the bottom part of the grass (*Andropogon* and *Pennisetum*) burns or are charred and as a consequence the tall grass usually falls over (Fig. 2.26). Just a few weeks after the fire passed, we can see young shoots crop up (Fig 2.27). Conversely, late season fires (from February to April) are more complete, that is, nearly all of the grass is

Les cendres rendues solubles par l'action du CO_2 , se transforment en carbonate soluble qui pénètre dans le sol pour être ensuite en partie absorbé par les rivières et qui, par conséquent, fertilisera les alluvions des fleuves et des cours d'eau. La préservation des savanes pour l'alimentation du bétail est encore un autre aspect positif des incendies. Les premiers feux de saison sont essentiels pour obtenir une strate herbacée basse, tendre et riche en protéines, qui correspond aux besoins nutritionnels de la **faune**⁷. Les études menées à Kokondékro (au centre de la Côte d'Ivoire) ont révélé que l'absence de feux dans un biome végétal durant plusieurs années incite l'apparition d'une végétation ligneuse au détriment d'une strate herbacée ou de graminées. Progressivement, les savanes sont de plus en plus remplacées par une couverture ligneuse. La conséquence immédiate est la disparition ou la migration des animaux se nourrissant de cette strate herbacée vers d'autres sites, laissant la place aux animaux adaptés au milieu forestier [45].

En outre, les feux de brousse ont un effet bénéfique sur certaines espèces de plantes telles que *Dichrostachys cinerea* et *Acacia gerreadii* [46]. Dans le Parc National de Pendjari au Bénin, les feux de début de saison sèche permettent non seulement de mieux apercevoir la faune qui, en attirant un plus grand nombre de touristes, génère

consumed by the fire, leaving ash and charcoal on the fire affected area (Fig. 2.28). These fires destroy about 90 to 95 % of the total vegetation. This result is also confirmed by the research of Landmann [47] in South Africa in the Kruger National Park. The trunks of certain trees (Fig. 2.29) that are sensitive to fires are affected. As a consequence, these trees will disappear if these practices are repeated often.

Fire data from MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) satellite data at 1-Kilometer resolution allowed to make a fire mask superimposed on a MODIS surface reflectance image (real colour) in the below map. The fire mask shows a fire belt in sub-sahelian West Africa, precisely corresponding to the savanna area (Map 2.10).

Land cover data derived from the GLC (Global Land Cover) 2000 vegetation map was overlaid on the active fire data from the MODIS satellite. The analysis shows that bushfires are not frequent in all vegetations types. Figure 2.30 shows that fires are most abundant in so called '**Deciduous**' woodlands' and also in Deciduous shrublands with sparse trees. A total of 76 % of all

aussi des fonds nécessaires à la gestion et la conservation des parcs. Lors des feux précoces de la saison sèche (de novembre à janvier), seulement 15 à 25 % de la végétation brûle. Ces feux sont moins complets; ce qui veut dire que seule la partie inférieure de la strate herbacée (*Andropogon* et *Pennisetum*) brûle ou se carbonise et, par conséquent, les grandes graminées tombent par-dessus. (Fig. 2.26). On peut voir surgir des jeunes pousses au bout de quelques semaines (Fig. 2.27).

En revanche, les feux de fin de saison (de février à avril) sont plus complets, c'est-à-dire qu'ils brûlent quasiment toute de la strate herbacée en laissant des cendres et du charbon de bois sur toute la zone incendiée (Fig. 2.28). Ces feux détruisent entre 90 et 95 % de la végétation totale. Le travail de Landmann [47] en Afrique du Sud dans le parc national Kruger vient confirmer ces résultats. Les feux affectent les troncs (Fig. 2.29) de certaines espèces d'arbres sensibles qui disparaissent en conséquence, si ces incendies sont pratiqués trop fréquemment, ces arbres pourraient disparaître.

Les données MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) sur le feu provenant d'un satellite avec une résolution de 1km ont permis de faire un masque de feu superposé à une réflexion d'image MODIS (couleur réelle) sur la carte ci-dessous. Le

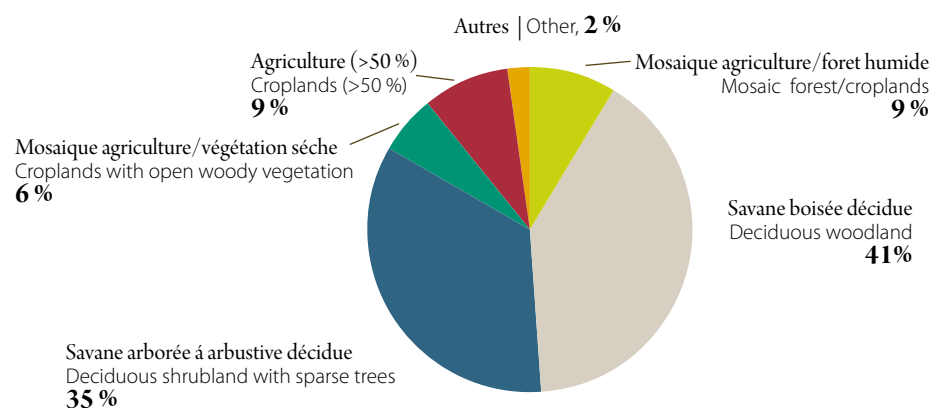


Fig. 2.30: Moyenne de la fréquence de feu de 2000 à 2006 pendant la saison sèche en fonction des classes de végétation (%). | Average fire occurrence from 2000 to 2006 during the dry season in different land cover classes (in %).

masque de feu révèle une ceinture de feu dans l'Afrique de l'Ouest sub-sahélienne qui correspond exactement à la zone des savanes (Carte 2.10).

Les données de couverture végétale dérivées de la carte de GLC (Global Land Cover) 2000 ont été superposées aux données feu actives obtenues du satellite MODIS. Cette analyse révèle que les feux de brousse ne sont pas fréquents dans tous les types de végétations. Comme on peut le constater dans la figure 2.30, les feux sont plus fréquents dans les zones appelées « zones boisées **décidues** » ainsi que dans les « zones arbustives décidues parsemés d'arbres ». 76 % de tous les feux détectés par le satellite MODIS se produisent dans ces deux classes de végétation.

Conclusion et perspectives

Le problème des feux de brousse et leurs effets sur la bio-complexité des savanes est très complexe. Il est difficile de généraliser un quelconque principe. Le brûlage excessif dû à la fréquence élevée des feux peut entraîner l'appauvrissement des sols. Mais, d'un autre côté, le feu est également un outil important pour les agriculteurs, les éleveurs, pour la gestion des espaces verts et pour entretenir la stabilité végétale des savanes. La gestion des feux ne

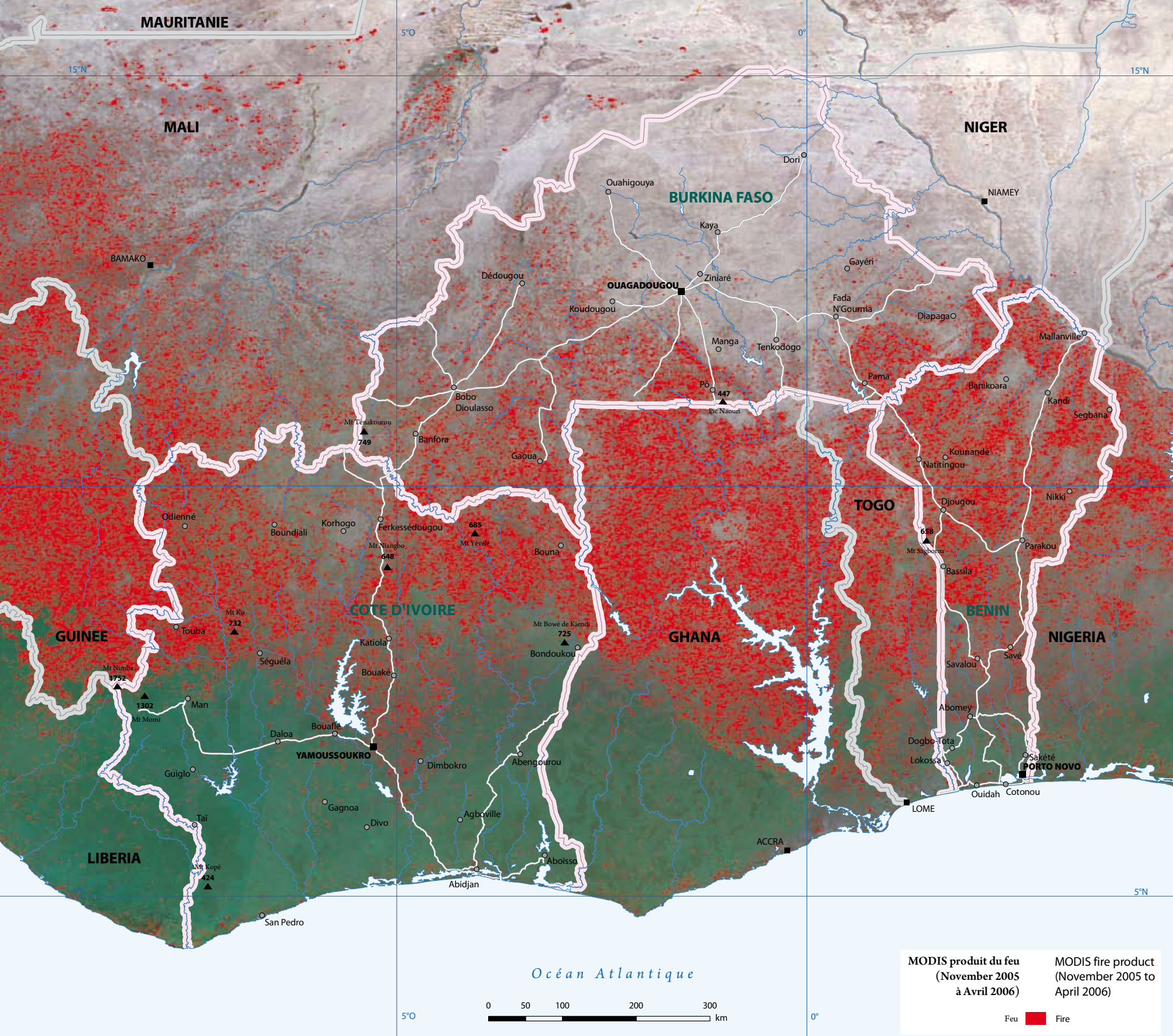
fires detected by the MODIS satellite occur in these two vegetation classes.

Conclusion and perspectives

The issue of bushfires and their effect on the bio-complexity of savannas is very complex. It is hard to generalize any principle. Excessive burning, that is increased burning frequencies, can result in poorer soils but on the other hand, fire is an important and useful tool for farmers, breeders, park management and for maintaining the vegetation stability of savannas. Fire management practices should not be applied in a rigid manner, but should be all-encompassing to cater for local needs and ecological 'circumstances' as well as climatic conditions. The impact of fire regimes on the vegetation structure can be assessed if data from a long period of time is available on the distribution of fires and the structure of the vegetation. Remote sensing is currently the only tool that permits a **systematic** collection of fire data on a large scale and for a long period of time. In order to better understand the impact of bushfires on vegetation structure, future satellite missions should comprise high spatial resolution data with

devrait pas s'appliquer de manière rigide, mais plutôt de manière universelle afin de répondre aux besoins locaux et aux « circonstances » écologiques comme aux conditions climatiques. Il est possible d'évaluer l'impact des régimes de feux sur la structure végétale pour autant que l'on dispose de données sur la distribution des feux et sur la structure végétale étalées sur une longue période. La télédétection est actuellement le seul outil permettant le recueil **systematique** de données sur le feu à grande échelle et sur une période assez prolongée. Pour mieux comprendre l'impact des feux de brousse sur la structure de la végétation, les futures missions satellitaires devraient inclure des données spatiales à haute résolution avec des longueurs d'onde sensibles à la gravité des feux afin de consentir des observations opérationnelles et reproductibles sur les effets des feux de brousse sur une plus longue durée. De la même manière, diminuer l'utilisation des feux de brousse pour le défrichage en faveur de l'exploitation agricole aurait probablement un effet positif sur la fertilité des sols à long terme. Les gouvernements devraient proposer des pratiques de défrichage et d'utilisation des terres comme alternatives à l'agriculture itinérante par brûlis.

wavelengths sensitive to the severity of fires so as to permit operational and reproducible observations of bushfire effects across longer periods of time. Likewise, reducing the use of bushfires as part of clearing practices for agricultural practices would possibly have a positive effect on soil fertility in the long run. Governments should propose land clearing and land utilization practices as an alternative to 'slash and burn'.



Carte 2.10: Des données d'occupation des terres dérivées de la carte de la végétation du GLC 2000 et superposées par le produit feu MODIS qui montre l'évènement du feu du novembre 2005 à l'avril 2006. **Map 2.10:** Land cover data from the GLC 2000 vegetation map overlain by the MODIS fire product showing the incidence of fire from November 2005 to April 2006

Influence des feux sur la biodiversité des savanes ouest africaines

Louis SAWADOGO

Les feux affectent la viabilité des graines et leur germination ainsi que la vitalité des plantes et leur architecture. Ainsi, le feu peut avoir des effets positifs et négatifs sur la régénération des espèces végétales. En effet, en zone aride, la majeure partie des semences se retrouvent à la surface du sol. C'est à ce niveau que les températures les plus élevées s'observent lors du passage des feux. Des températures de l'ordre de 800 °C à 200 °C ont été enregistrées de la surface du sol à 2 mètres au dessus du sol [48]. Les semences contenues dans la litière ainsi que les plantules peuvent être ainsi détruites par les feux freinant la régénération sexuée de certaines espèces. Skoglund [49] trouve que la relative pauvreté de la banque de semences du sol dans les savanes arides est fortement liée au risque de destruction de ces semences par les feux. Néanmoins, le feu peut déclencher la germination des graines de certaines espèces comme *Dicrostachys cinerea* et la floraison de d'autres tel que *Cochlospermum tinctorium* [50]. De même, la fumée est reconnue comme améliorant la germination des semences de certaines espèces telle que *Borreria scabra* [51]. Il en est de même de la chaleur produite lors de la combustion qui favoriserait la levée de la dormance des semences de certaines espèces telle que *Burkea africana* [52].

Le feu, en règle générale, ne tue pas les arbres et les arbustes. C'est pourquoi, une végétation soumise à des feux fréquents et intenses tendra à être buissonnante avec des individus multicaulés de taille relativement réduite [53, 52].

Par contre, l'influence nocive des feux récurrents est indéniable en ce qui concerne les jeunes brins de semis et les plantules de nombreuses espèces de la savane. En effet, la majeure partie des espèces de savane sont pyro-tolérantes eu égard à leur longue évolution avec le feu si bien que la proportion tuée par le feu est très faible.

La faible conductivité du sol fait que la température du feu en dessous de la surface du sol n'atteint pas 60 °C considérée comme température létale pour les tissus végétaux [54, 48]. Les racines des ligneux y sont ainsi préservées. Le feu favorise ainsi le développement des espèces dotées de capacités de régénération végétative par drageonnage et rejet de souche. En savane soudanienne, *Detarium microcarpum* constitue l'exemple classique des espèces à régénération par drageonnage et qui est maintenue à l'état buissonnant par les feux récurrents.

Des dispositifs de recherche pour l'étude à long terme de l'influence de facteurs anthropiques, notamment celui du feu précoce, sur la dynamique de la végétation ont été installés dans les forêts classées de Laba et de Tiogo dans la zone de transition entre le nord et le sud soudanien du Burkina Faso depuis 1992. Les résultats de ces études ont montré que la protection contre le feu

pendant une décennie a permis de doubler et de tripler le nombre d'espèces de juvéniles ligneuses respectivement à Laba et à Tiogo [52]. Néanmoins, l'enrichissement de la classe des juvéniles s'est fait par recrutement à partir des classes inférieures (semis et plantules) plutôt que par apport de nouvelles espèces. Les espèces les plus sensibles au feu précoce sont *Detarium microcarpum*, *Annona senegalensis* et *Anogeissus leiocarpus* avec une forte réduction de la population des juvéniles en 10 ans d'application de feu précoce. Par contre la population des juvéniles de *Entada africana* est plus importante dans la zone brûlée que dans celle protégée du feu. Le feu précoce appliqué annuellement sur le long terme a induit une mortalité plus élevée des rejets de souche de *Crossopteryx frebrifuga* et de *Combretum fragrans* à Laba [55].

Chez les **herbacées**[?], le feu induit des repousses au niveau de certaines graminées **vivaces**[?] telles que *Andropogon gayanus*, *A. ascinodis* et *Diheteropogon amplexans*. Cependant, la production de repousses dépend de la nature et du taux d'humidité du sol au moment du brûlis. Ces repousses, recherchées par les herbivores, sont nutritionnellement plus riches que les pailles.

Néanmoins, les feux fréquents provoquent la disparition de ces espèces vivaces par épuisement des réserves et leur remplacement par des annuelles [48, 55]. En effet, les semences de certaines espèces comme *Loudetia togoensis* sont munies de mécanismes qui leur permettent de s'enterrer et d'échapper ainsi à la grande chaleur lors du passage des feux. Ces espèces sont alors plus compétitives dans les savanes qui brûlent fréquemment.

En zone plus humide, dans la savane guinéenne du Ghana, la protection contre le feu et le pâturage pendant une trentaine d'années (1957 – 1989) d'une **parcelle**[?] de savane contiguë à une formation forestière a permis une bonne régénération d'espèces forestières et savanicoles importantes telles que *Milicia excelsa*, *Antiaris toxicaria*, *Ceiba pentandra*, *Albizia ferruginea*, *Lonchocarpus sericeus* et de l'espèce exotique *Azadirachta indica* [56].

La végétation constitue l'**habitat**[?] et l'alimentation de la **faune**[?]. Ainsi, l'influence du feu sur la végétation a un effet indirect sur celui de la faune. La diversité biologique de la grande faune est fonction du degré d'abondance et de la qualité nutritive des plantes. C'est ainsi que Klop et Prins [57] affirment que dans les savanes ouest africaines, les feux, en influant sur la quantité et la qualité de la strate herbacée, ont un rôle plus prépondérant que les facteurs édaphiques[?] et climatiques quant à la diversité des herbivores.

La quasi-totalité des pays de l'Afrique de l'Ouest ont opté pour la pratique des feux précoces comme outils d'aménagement des savanes soudanaises et guinéennes. En effet, les feux précoces, en maintenant un certain équilibre entre les strates ligneuses et herbacées, permettent une utilisation multiple des ressources des formations naturelles.

Influence of fire on West African savanna biodiversity

Fire affects the viability of seeds and their germination as well as the vitality of plants and their architecture. Thus, fire can have positive and negative effects on the regeneration of plant species. Indeed, in the arid zone, the majority of seeds are found at the soil surface. It is at this level that the highest temperatures can be observed when fires pass through. Temperatures of 800 °C to 200 °C were recorded on the soil surface and up to 2 meters above the soil [48]. The seeds contained in the ground as well as seedlings can be destroyed due to fires inhibiting the sexual regeneration of some species. Skoglund [49] finds that the relative poverty of the seed bank of the soil in the dry savannas is strongly linked to the risk of destruction of these seeds by fires. However, fire can trigger germination of seeds of some species like *Dicrostachys cinerea* and flowering of others like *Cochlospermum tinctorium* [50]. Smoke is also known in improving germination of seeds of some species like *Borreria scabra* [51]. It is similar with heat produced during combustion which contributes to break seed dormancy of some species like *Burkea africana* [52].

In general, fire does not kill trees and shrubs. Thus, vegetation exposed to frequent and intense fires will tend to be bushy with multistemmed individuals with relatively reduced size [53, 52].

However, the harmful influence of the recurrent fires is undeniable for the young stems of seedlings and saplings of numerous savanna species. Indeed, the larger part of savanna species are fire-tolerant given their long evolution with fire and to such an extent that the proportion killed by fire is very low.

The low conductivity of the soil ensures that temperatures below the soil surface do not reach 60 °C, which is considered the lethal temperature for plant tissues [54, 48]. The roots of trees are thus preserved there. Fire therefore favours the development of species with vegetative regeneration capacities through rootsuckering and coppicing. In the Sudanian savanna, *Detarium microcarpum* is the classic example of species regenerating by rootsuckers and staying bushy by recurrent fires.

Experimental sites for long-term studies of the influence of **anthropogenic**[↗] factors, notably early fire, on the dynamic of vegetation were established in the state forests of Laba and Tiogo in the Sudanian zone of Burkina Faso since 1992. The results of these studies showed that protection against fire over one decade enables doubling and tripling

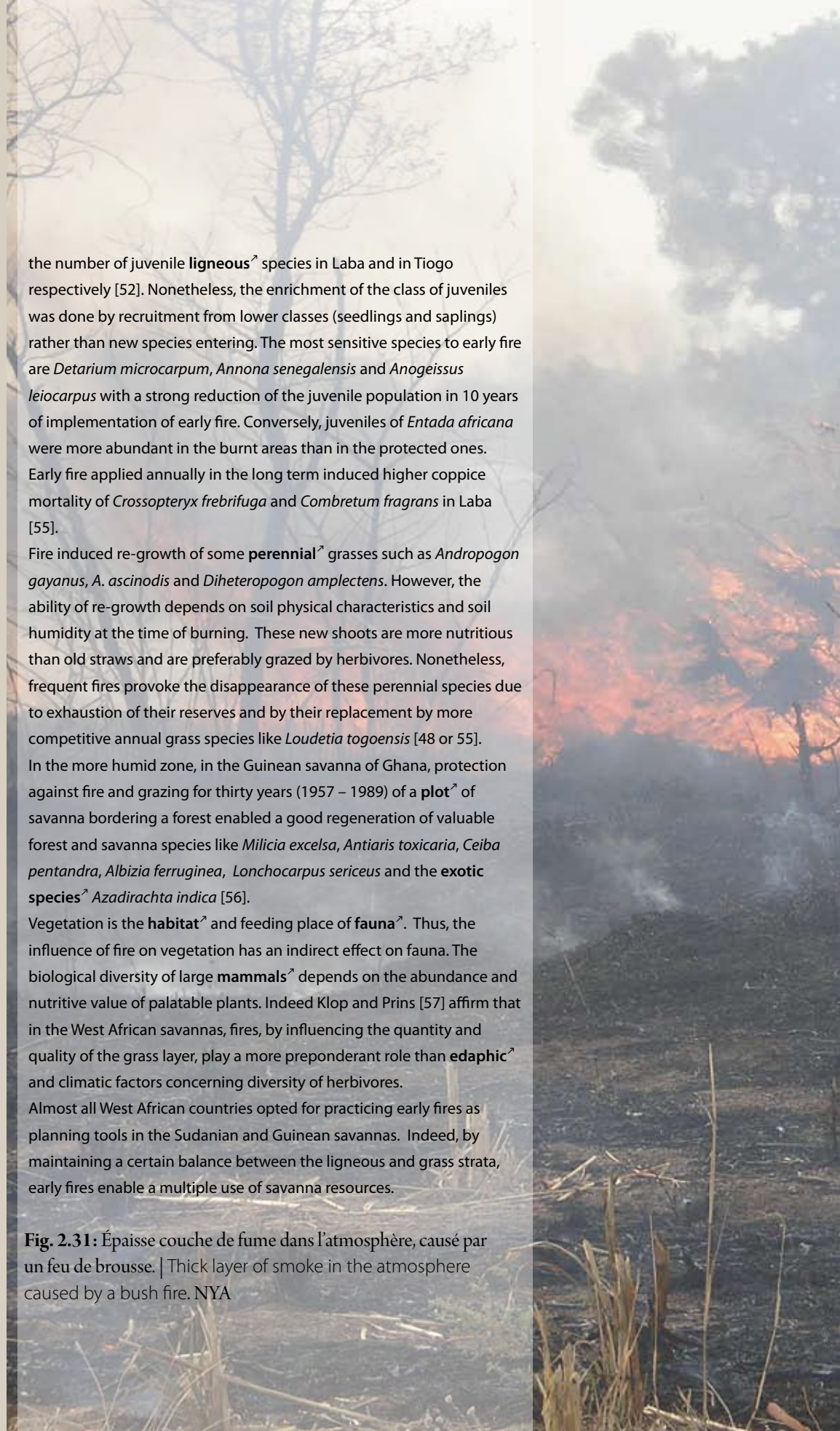
the number of juvenile **ligneous**[↗] species in Laba and in Tiogo respectively [52]. Nonetheless, the enrichment of the class of juveniles was done by recruitment from lower classes (seedlings and saplings) rather than new species entering. The most sensitive species to early fire are *Detarium microcarpum*, *Annona senegalensis* and *Anogeissus leiocarpus* with a strong reduction of the juvenile population in 10 years of implementation of early fire. Conversely, juveniles of *Entada africana* were more abundant in the burnt areas than in the protected ones. Early fire applied annually in the long term induced higher coppice mortality of *Crossopteryx frebrifuga* and *Combretum fragrans* in Laba [55].

Fire induced re-growth of some **perennial**[↗] grasses such as *Andropogon gayanus*, *A. ascinodis* and *Diheteropogon amplexans*. However, the ability of re-growth depends on soil physical characteristics and soil humidity at the time of burning. These new shoots are more nutritious than old straws and are preferably grazed by herbivores. Nonetheless, frequent fires provoke the disappearance of these perennial species due to exhaustion of their reserves and by their replacement by more competitive annual grass species like *Loudetia togoensis* [48 or 55]. In the more humid zone, in the Guinean savanna of Ghana, protection against fire and grazing for thirty years (1957 – 1989) of a **plot**[↗] of savanna bordering a forest enabled a good regeneration of valuable forest and savanna species like *Milicia excelsa*, *Antiaris toxicaria*, *Ceiba pentandra*, *Albizia ferruginea*, *Lonchocarpus sericeus* and the **exotic species**[↗] *Azadirachta indica* [56].

Vegetation is the **habitat**[↗] and feeding place of **fauna**[↗]. Thus, the influence of fire on vegetation has an indirect effect on fauna. The biological diversity of large **mammals**[↗] depends on the abundance and nutritive value of palatable plants. Indeed Klop and Prins [57] affirm that in the West African savannas, fires, by influencing the quantity and quality of the grass layer, play a more preponderant role than **edaphic**[↗] and climatic factors concerning diversity of herbivores.

Almost all West African countries opted for practicing early fires as planning tools in the Sudanian and Guinean savannas. Indeed, by maintaining a certain balance between the ligneous and grass strata, early fires enable a multiple use of savanna resources.

Fig. 2.31: Épaisse couche de fume dans l'atmosphère, causé par un feu de brousse. | Thick layer of smoke in the atmosphere caused by a bush fire. NYA



BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE 2

REFERENCES CHAPTER 2

- [1] UNEP/CBD/SBTIA. 2005: Rapport de la Convention sur la Diversité Biologique, /11/6, 2005.
- [2] Wilson EO. 2002: *The future of life*. Alfred A. Knopf, New York.
- [3] Barbault R, Cotnet C, Jouzel J, Mégie G, Sachs I, Weber J. 2002: Johannesburg, Sommet Mondial du Développement Durable : Quel enjeux ? Quelle contribution Scientifique ? Ministère des Affaires Etrangères Français-adpf.
- [4] Conservation International. 2005: <http://www.biodiversityhotspots.org/>.
- [5] Hails C. (ed.). 2008: *Living Planet Report 2008*. WWF International, Gland, Switzerland.
- [6] FAO. 2005: www.fao.org/biodiversity
- [7] Lévêque C. 1994: *Environnement et diversité du vivant*. Collection Explora, Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris.
- [8] Benneh G. 1990: Towards sustainable development: an African perspective. *Geografisk Tidsskrift*, 90, 14.
- [9] Groombridge B & Jenkins MD. 2002: *World Atlas of Biodiversity*. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, USA.
- [10] ADOP. 2004: *Les Etats d'Afrique in Agenda 2004*, SAEC, Ouagadougou
- [11] Microsoft@Encarta@2008.1993-2007 Microsoft Corporation.
- [12] Ministère de l'Economie et des Finances. 2008: *RGPH-2006*, INSD, Ouagadougou.
- [13] Les Éditions Jeune Afrique. 2005: *Atlas de l'Afrique*, Burkina Faso. Les éditions J.A. aux Éditions du Jaguar, Paris.
- [14] Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change (IPCC): *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, S. Solomon et al., Eds. (Cambridge Univ. Press, New York, 2007), pp. 21–91.
- [15] Fink A. 2006: *Der westafrikanische Monsun (The West African Monsoon)*. *promet*, 32, 114-122.
- [16] Shanahan TM, Overpeck JT, Anchukaitis KJ, Beck JW, Cole JE, Dettman DL, Peck JA, Scholz CA & King JW. 2009: Atlantic Forcing of Persistent Drought in West Africa. *Science* 324, 377, DOI: 10.1126/science.1166352.
- [17] Laux P, Kunstmann H & Bárdossy A. 2008: Predicting the regional onset of the rainy season in West Africa. *Int. J. Climatol.* 28, 329–342, DOI: 10.1002/joc.1542.
- [18] Tarhule A & Hughes MK. 2002: Tree-ring research in semi-arid West Africa: need and potential. *Tree-ring Research*, 58, 31-46.
- [19] Schöngart J, Orthmann B, Hennenberg KJ, Porembski S & Worbes M. 2006: Climate-growth relationships of tropical tree species in West Africa and their potential for climate reconstruction. *Global Change Biology* 12, 1130-1150.
- [20] Conacher AJ & Dalrymple JB. 1977: The nine unit land surface model: an approach to pedogeomorphic research. *Geoderma*, 18.
- [21] FAO. 1988: *Soil map of the world. Revised legend*, by FAO–UNESCO–ISRIC. World Soil Resources Report No. 60, Rome.
- [22] FAO. 2006: *World reference base for soil resources ; a framework for international classification, correlation and communication*; World Soil Resources Reports 103.
- [23] Gerrard J. 1992: *Soil geomorphology: an integration of pedology and geomorphology* Chapman & Hall.
- [24] Kaloga B. 1965: *Sols et pédogenèse dans les bassins versants des Volta Blanche et rouge (cours moyen)*. Centre ORSTOM de Dakar.
- [25] Kaloga B. 1976: Contribution à l'étude du cuirassement : relations entre les gravillons ferrugineux et leurs matériaux d'emballage. *Cahiers ORSTOM, sér. Pédol.*, 14, 4, 299-319 p.
- [26] Maignien R. 1956: De l'importance du lessivage oblique dans le cuirassement des sols en AOF. *Congr. Int. Sci. Sol.* 6, Paris, vol. E, 463-467 p.
- [27] Michel P. 1973: *Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie ; étude géomorphologique* Tome 1, ORSTOM Paris Imprimerie DARANTIERE, Dijon.
- [28] Roose E. 1980: *Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale, Etude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques de matières sous végétations naturelles ou cultivées* no. 130, Collection Travaux et Documents, ORSTOM, Paris (1980) thèse d'Etat, 569 p.
- [29] Roose E & Serrailh JM. 1990: Erodibilité de quelques sols tropicaux: vingt années de mesure en parcelles d'érosion sous pluies naturelles. *Cahiers d'ORSTOM, Série Pédologie* 25, 7-30 p.
- [30] Tardy Y & Novikoff A. 1988: Activité de l'eau et déplacement des équilibres gibbsite-kaolinite dans les profils latéritiques. *C.R. Acad. Sci., Paris, Sér. II*.
- [31] Roose E. 1973: *Dix-sept années de mesures expérimentales de l'érosion et du rissellement sur un sol ferrallitique sableux de Basse Côte d'Ivoire*. Thèse docteur-ingénieur Abidjan, 125 p.
- [32] Laris P. 2002: Burning the seasonal mosaic: Preventative burning strategies in the wooded savanna of Southern Mali. *Human Ecology*, 30, 155–186.
- [33] Goldammer GJ & De Ronde C. 2004: *Wildland Fire Management, handbook for Sub-Sahara Africa*. Germany: Global Fire Monitoring Center.
- [34] Govender N, Trollope WSW & Van Wilgen BV. 2006: The effect of fire season, fire frequency, rainfall and management on fire intensity in savanna vegetation in South Africa. *Journal of Applied Ecology* 43, 748–758.
- [35] Baxter PWJ & Getz WM. 2005: A model framed evaluation of elephant effects on tree and fire dynamics in African Savannas. *Ecological Applications* 15, 1331–1341.
- [36] Arbonnier M. 2002: *Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest*. France: CIRAD-MNHN.
- [37] Whelan RJ. 1995: *The ecology of fire*. New York, Cambridge University Press.

- [40] Monnier Y. 1990: La poussière et la cendre. Paysages, dynamique des formations végétales et stratégies des sociétés en Afrique de l'Ouest. Paris: Ministère de la Coopération et du Développement.
- [41] Sonko I. 2000: Etude des effets de différents régimes de feux sur la dynamique de la flore et de la végétation ligneuses des plateaux du Parc National du Niokolo-Koba (Sud-Est du Sénégal). Ph.D. thesis, Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
- [42] Bailly Y. 1992: Maitriser les feux. *Agripromo*, 4, 5–6.
- [43] Paré E. 1992: Maitriser les feux: Tous les feux n'ont pas la même signification. *Agripromo*, 76, 11–12.
- [44] Backéus I. 1992: Distribution and vegetation dynamics of humid savannas in Africa and Asia. *Journal of vegetation science*, 3, 345–356.
- [45] Dereix Ch & Amani N. 1978: Etude de l'action des feux de brousse sur la végétation. Les parcelles feux de Kokondékro: Résultats après quarante ans de traitement. Bouaké: Centre technique forestier tropical de Côte d'Ivoire.
- [46] Bouxin G. 1975: Action des feux saisonniers sur la strate ligneuse dans le Parc National de l'Akagera (Rwanda, Afrique Centrale). *Végétation*, 30, 189–196.
- [47] Landmann T. 2003: Estimating fire severity from remote sensing information for experimental fires in the Kruger National Park (KNP). *South African Journal of Sciences* 99, 357–360.
- [48] Sawadogo P, Zida D, Sawadogo L, Tiveau D, Tigabu M & Oden PC. 2007: Fuel characteristics, fire behavior and temperature in a savanna-woodland of West Africa in relation to grazing and dominant grass type. *International Journal of Wild land Fire*, 16, 531-539.
- [49] Skoglund J. 2009: The role of seed banks in vegetation dynamics and restoration of dry tropical ecosystems. *Journal of Vegetation Science*, 3, 357 – 360.
- [50] Devineau JL & Fournier A. 1998 : Écologie d'une savane africaine. Synthèse provisoire des résultats acquis. ORSTOM / ERMES. 77 p.
- [51] Dayamba SD, Tigabu M, Sawadogo L & Oden PC. 2008 : Seed germination of herbaceous and woody species of the Sudanian savanna-woodland in response to heat shock and smoke. *Forest Ecology and Management*, 256, 462-470.
- [52] Zida D, Sawadogo L, Tigabu M, Tiveau D & Odén PC. 2007: Dynamics of sapling population in savanna woodlands of Burkina Faso subjected to grazing, early fire and selective tree cutting for a decade. *Forest Ecology and Management*, 243, 102-115.
- [53] Menaut JC, Lepage M & Abbadie L. 1995: Savannas, woodlands and dry forests in Africa. In: S.H. Bullock, H.A. Mooney and E.E. Medina (eds.), *Seasonally dry tropical forests*. 1995, 64 - 92.
- [54] Daniell JW, Chappell WE & Couch HB. 1969: Effect of sublethal and lethal temperature on plant cells. *Plant Physiology*, 44, 1684-1689.
- [55] Sawadogo L, Nygård R & Pallo F. 2002: Effects of livestock and prescribed fire on coppice growth after selective cutting of Sudanian savannah in Burkina Faso. *Annals of Forest Science*, 59, 185-195.
- [56] Swaine MD. 1992: The Effects of Fire Exclusion on Savanna Vegetation at Kpong, Ghana. *BIOTROPICA* 24, 166-172.
- [57] Klop E & Prins HHT. 2008: Diversity and species composition of West African ungulate assemblages: effects of fire, climate and soil. *Global Ecology and Biogeography* 17, 778–787.





3

Etat actuel de la biodiversité en Afrique de l'Ouest

Current state of biodiversity in West Africa

La végétation de l'Afrique de l'Ouest a été établie en parfaite concordance avec les différentes zones climatiques. Les différentes zones de végétation forment des bandes presque parallèles allant de la zone côtière Guinéenne à pluviométrie élevée et bien répartie sur toute l'année aux zones de végétation plus sèches que sont les steppes du Sahel et le désert du Sahara au Nord.

Ce chapitre présente les différents types de végétation rencontrée dans toute la zone d'étude et analyse le phénomène de la fragmentation des forêts denses et ses conséquences sur la biodiversité. L'utilité et l'importance de la télédétection satellitaire dans l'étude des processus de changements de la couverture terrestre et les raisons de ces changements sont abordées en se basant sur une étude de cas effectué au Burkina Faso. Enfin, concernant la faune, l'accent a été mis sur deux grands groupes d'animaux que sont les amphibiens et les chauves-souris. La diversité spécifique, le rôle écologique, la distribution, les menaces et le statut actuel de conservation selon les critères de l'UICN sont examinés.

West African vegetation largely reflects the basic climatic zones of the region. The different vegetation zones run in roughly parallel bands from the southern Guinean coast with high and well distributed rainfall throughout the year to zones of drier vegetation, the steppes in the Sahel and the Sahara desert in the North. This chapter presents the different vegetation types of the whole region and analyses the phenomena of fragmentation of rain forest and its consequences for biodiversity. The utility and importance of satellite remote sensing in assessing the processes of land cover changes and the cause underlying those changes in West Africa is also analysed with a case study from Burkina Faso. Finally, emphasize is made on two important groups of wildlife: amphibians and bats. The species diversity, ecological role, distribution, threats and the current status of some species are reviewed with respect to IUCN Red List.

Fig. 3.0: *Myotis bocagii*, Burkina Faso. JFA

3.1

La végétation de l'Afrique de l'Ouest

Karen HAHN-HADJALI
Rüdiger WITTIG
Marco SCHMIDT
Georg ZIZKA
Adjima THIOMBIANO
Brice SINSIN

La végétation de l'Afrique de l'Ouest se présente de manière plutôt uniforme par rapport à d'autres parties de l'Afrique tropicale. En raison de sa topographie de basse altitude, les zones de végétation reflètent essentiellement les zones climatiques. Ceci donne naissance à une série de zones de végétation formant des bandes pratiquement parallèles qui s'étendent de la côte sud guinéenne, où les précipitations sont élevées et bien distribuées tout au long de l'année, en passant par des zones à la végétation toujours plus sèche, jusqu'aux confins du désert du Sahara plus au nord.

Il existe plusieurs approches fondées sur des paramètres climatiques et/ou **phytogéographiques**⁷ pour délimiter et décrire ces zones de végétation. Nous suivons le classement le plus appliqué et accepté, proposé par White [1], qui englobe le continent tout entier. Sa délimitation des zones de végétation est essentiellement fondée sur les modèles de distribution des espèces et elle distingue

des centres régionaux d'**endémisme**⁷ (où >50 % de la **flore**⁷ est endémique), qui sont intercalés par des zones de transition. Chaque zone de végétation comprend plusieurs types de végétation principaux qui se distinguent par leur physiognomonie (forêt, brousse, prairie, etc).

QUATRE ZONES DE VEGETATION

La Côte d'Ivoire, le Burkina Faso et le Bénin comprennent quatre zones de végétation (Fig. 3.1), dont deux sont des centres régionaux d'endémisme et les deux autres des zones régionales de transition (allant du Sud au Nord) :

- La zone guinéo-congolaise (centre régional d'endémisme)
- La zone guinéo-congolaise/soudanaise (zone régionale de transition)
- La zone soudanaise (centre régional d'endémisme)
- La zone du Sahel (zone régionale de transition)

En Côte d'Ivoire, près de 41 % du pays appartient à la zone guinéo-congolaise, qui correspond à la zone de forêt tropicale où les précipitations annuelles sont les plus élevées. La zone entière héberge quelque 8 000 espèces, dont 80 % sont endémiques.

Vegetation of West Africa

The vegetation of West Africa presents a simple picture compared to other parts of tropical Africa. Due to its relatively low-lying terrain the zones of vegetation largely reflect the basic climatic zones. This results in a series of vegetation zones running in roughly parallel bands from the southern Guinean coast with high and evenly distributed rainfall throughout the year to zones of increasingly drier vegetation until the Sahara desert is reached in the North.

For the delimitation and description of these vegetation zones various classification approaches exist based on climatic and/ or **phytogeographic**⁷ parameters. We follow the most applied and accepted vegetation classification of White [1], covering the whole continent. His delimitation of vegetation zones is principally based on patterns of species distributions and distinguishes regional centres of **endemism**⁷ (with >50 % of their

flora⁷ being endemic) and transition zones between them. For each vegetation zone several main vegetation types are recognized, which are characterized by their physiognomy (forest, bushland, grassland, etc).

FOUR VEGETATION ZONES

The countries Côte d'Ivoire, Burkina Faso and Benin comprise four vegetation zones (Fig. 3.1.), two of them are regional centres of endemism, the other two are regional transition zones (South to North):

- Guineo-Congolian zone (regional centre of endemism)
- Guineo-Congolia/Sudanian zone (regional transition zone)
- Sudanian zone (regional centre of endemism)
- Sahel zone (regional transition zone)

In Côte d'Ivoire about 41 % of the country belongs to the Guineo-Congolian zone, which corresponds to the rain forest zone with highest amounts of annual rainfall. In the entire zone about 8 000 species occur, of which 80 % are endemic. North to this zone follows the Guineo-Congolian/Sudanian zone with around 2 000 species. This transition zone is

Au nord de cette zone se trouve la zone guinéo-congolaise/soudanaise, qui héberge environ 2 000 espèces. Cette zone de transition se caractérise par des types de forêts tropicales plus arides et une mosaïque de forêts tropicales humides de basse altitude et de prairies secondaires, en raison de l'action humaine. Dans le « **Dahomey Gap** »⁷, la zone s'étend jusqu'à la côte et sépare les deux blocs de forêt tropicale humide africaine.

Le nord de la Côte d'Ivoire ainsi qu'une grande partie du Burkina Faso (91 %) et du Bénin (87 %) appartiennent à la zone soudanaise, qui comprend une large bande de l'Afrique de l'Ouest, où se reproduisent quelques 2 750 espèces. Environ un tiers sont des espèces endémiques. La végétation dominante de cette zone est constituée par des forêts claires et des savanes, les dernières se constituent d'une dense couverture uniforme de hautes graminées avec une densité variable d'arbres et d'arbustes assez épars. À part quelques forêts marécageuses et **ripicoles**⁸, il n'existe pour ainsi dire pas de vraie forêt dense. Cependant, la question de savoir si les forêts sèches constituaient la végétation d'origine sur de vastes territoires avant le développement intensif de l'Afrique de l'Ouest fait toujours débat. Dans la plupart des territoires cultivables, la végétation d'origine a été profondément modifiée et remplacée par une mosaïque

characterized by drier types of rain forests and a mosaic of lowland rain forests and secondary grasslands, due to extensive human impact. In the "**Dahomey Gap**"⁷, this zone reaches the coast and separates the two blocks of African rain forest. The North of Côte d'Ivoire and the main parts of Burkina Faso (91 %) and Benin (87 %) belong to the Sudanian zone, which covers a large band in West Africa, where about 2 750 species occur. About one third of them are endemic. The dominant vegetation of this zone consists of woodlands and savannas with a dense continuous cover of tall grasses and varying densities of scattered trees and shrubs. Apart from a small amount of swamp and riparian forests there is virtually no true dense forest. However, it is still under discussion whether dry forests were the original vegetation over extensive areas before West Africa became densely inhabited by humans. In most places where cultivation is possible, the original vegetation has been profoundly modified and is replaced by mosaics of fields and fallows. The latter are savannas and woodlands in various stages of regeneration following a period of cultivation.

The Sahel zone with only about 1200 species occurs in the driest areas in the northern part of Burkina Faso (9 % of the

de champs et de jachères. Ces dernières sont des savanes et des forêts claires traversant diverses étapes de régénération après à une période de culture.

La zone du Sahel, avec 1 200 espèces, se situe dans la partie plus aride au nord du Burkina Faso (9 % du pays), où la moyenne des précipitations annuelles varie entre 250-500 mm. La saison des pluies ne dure que deux à quatre mois. Sous des conditions si sévères, la végétation est principalement constituée de formations herbeuses boisées et de formations buissonnante **décidues**⁹. La couverture herbeuse de ces types de végétation est généralement de petite taille (< 80 cm de hauteur) et plutôt rare, tandis que les espèces ligneuses, au feuillage fins et épineuses dominant. En raison de ses épines aiguës, cette formation végétale reçoit le nom de végétation aux arbustes d'épineuses.

LES TYPES DE VEGETATION SELECTIONNEES

La Mangrove

Les mangroves (voir la carte 3.1, type de végétation 15, Fig. 3.2) sont dominées par des arbres ou des arbustes se développant sur des rives à balancement fréquents de marées d'eau de mer. Les espèces propres des mangroves sont adaptées à ces conditions de vie

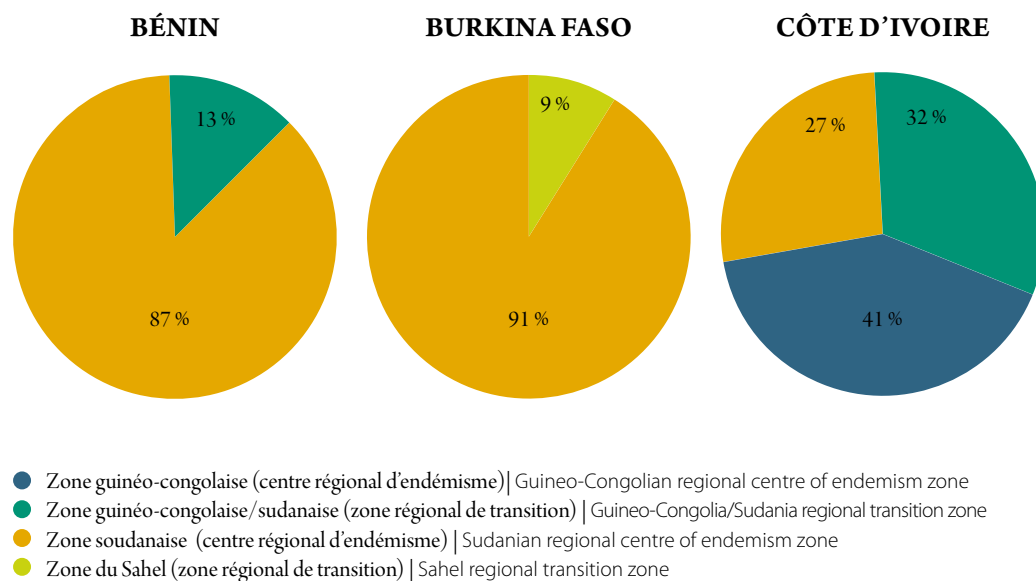


Fig. 3.1: Zones de végétation des pays de BIOTA West. | Vegetation zones in the target countries of BIOTA West.

particulières grâce à leurs pneumatophores, des “racines aériennes”, qui sont exposées pendant la marée basse et/ou sont (presque) vivipares. Cela veut dire que les plantes produisent des semences qui germineront avant de se détacher de la plante mère. Le feuillage des espèces évoluant dans les mangroves est épais et semblable au cuir. Les espèces typiques de l'Afrique de l'Ouest sont *Rhizophora mangle*, *R. harrisonii*, *R. racemosa*, *Avicennia germinans* et *Laguncularia racemosa*. La mangrove de l'Afrique de l'Ouest est plutôt pauvre en variétés d'espèces de plantes mais elle joue un rôle important pour la faune⁷ marine.

La forêt marécageuse

Les forêts marécageuses (voir la carte 3.1, type de végétation 14, Fig. 3.6) se développent notamment dans la zone guinéo-congolaise sur des terrains aux conditions appropriées, c'est-à-dire sur une grande dépression où s'accumule l'eau. Elles hébergent une flore endémique variée. Les arbres les plus typiques comprennent *Berlinia auriculata*, *Carapa procera*, *Diospyros longiflora*, *Mitragyna ciliata*, *Uapaca guineensis*. Sous sa forme la plus luxuriante, la forêt marécageuse guinéo-congolaise ressemble beaucoup à la forêt tropicale. Néanmoins, la couverture principale est irrégulière et plutôt éparse,

country), where the annual average rainfall is about 250-500 mm. The rainy season lasts only two to four months. Under these arid conditions the vegetation consists mainly of wooded grasslands and **deciduous**⁷ bushlands. The grass cover of these vegetation types is generally low (< 80 cm height) and scarce, woody species with small and narrow leaves and thorns are dominant. Due to their sharp thorns this formation is often named thorn scrub vegetation.

SELECTED VEGETATION TYPES

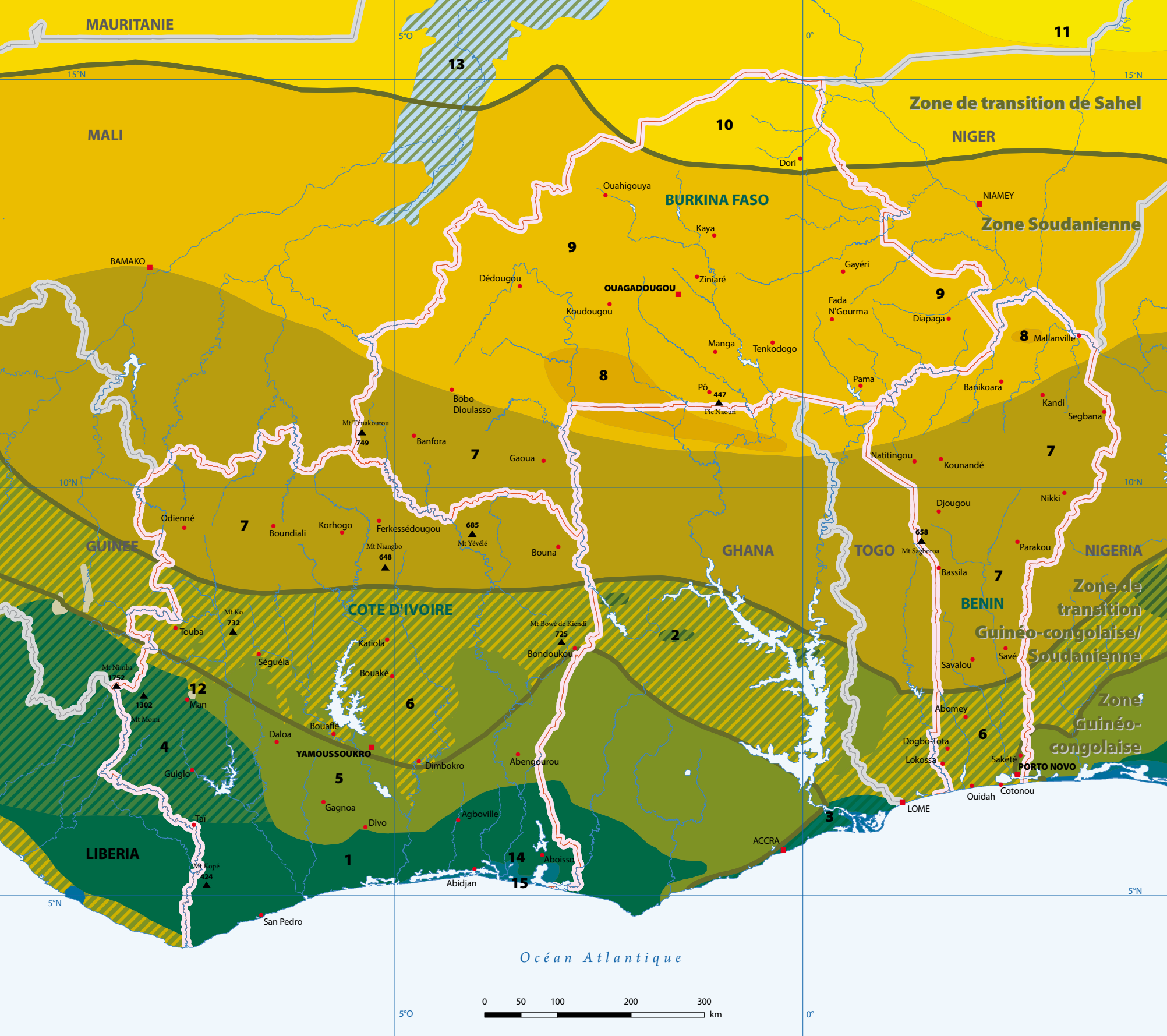
Mangrove

Mangroves (refer to map 3.1, vegetation type 15, Fig. 3.2) are dominated by trees or bushes occurring on shores periodically flooded by sea-water. True mangrove species (= *Rhizophora*) are adapted to these special living conditions by having pneumatophores, “breathing roots”, which are exposed at low tide and/or are (almost) viviparous. That means that the plants produce seeds which germinate before becoming detached from the parent plant. The leaves of mangrove species are thick and leathery. Typical species in West African Mangroves are *Rhizophora mangle*, *R. harrisonii*, *R. racemosa*, *Avicennia germinans* and

Types de végétation

Forêt ombrophile planitiaire: types relativement humides	1	Lowland rain forest: wetter types
Mosaïque de forêt ombrophile planitiaire et de forêt claire à <i>Isoberlinia</i> et de formation herbeuse secondaire	2	Mosaic of lowland rain forest, <i>Isoberlinia</i> woodland and secondary grassland
Mosaïque côtière ouest-africaine	3	West African coastal mosaic
Mosaïque de forêt ombrophile planitiaire: types relativement humides et secs	4	Mosaic of Guineo-Congolian wetter and drier rain forests
Forêt ombrophile planitiaire guinéo-congolaise : types relativement secs	5	Guineo-Congolian rain forest: drier types
Mosaïque de forêt ombrophile planitiaire et de formation herbeuse secondaire	6	Mosaic of lowland rain forest and secondary grassland
Forêt claire soudanienne avec abondance d' <i>Isoberlinia</i>	7	Sudanian woodland with abundant <i>Isoberlinia</i>
Forêt claire soudanienne indifférenciée à îlots d' <i>Isoberlinia</i>	8	Sudanian undifferentiated woodland with islands of <i>Isoberlinia</i>
Forêt claire soudanienne indifférenciée	9	Sudanian undifferentiated woodland
Formation herbeuse boisée à <i>Acacia</i> et formation buissonnante décidue du Sahel	10	Sahel <i>Acacia</i> wooded grassland and deciduous bushland
Formation herbeuse et arbustive semi-désertiques	11	Semi-desert grassland and shrubland
Forêt de montagne indifférenciée	12	Undifferentiated montane vegetation
Mosaïques de formations herbeuses édaphiques avec une végétation semi-aquatique	13	Edaphic grassland mosaics with semi-aquatic vegetation
Forêt marécageuse	14	Swamp forest
Mangrove	15	Mangrove

Vegetation types



Carte 3.1: Zones de végétation et types de végétation de l'Afrique de l'Ouest [1, modifié].
Map 3.1: Vegetation zones and vegetation types of West Africa [1, modified].



3.2



3.3



3.4



3.5

Types de végétation | Vegetation types

Fig. 3.2: Mangrove. | Mangrove. KHA

Fig. 3.3: Savanes soudanienne. | Sudanian undifferentiated woodland. KHA

Fig. 3.4: Forêt claire soudanienne. | Sudanian woodlands. ATH

Fig. 3.5: Formation herbeuse boisée sahélienne. | Sahalian wooded grasslands. KHA

en raison de plusieurs éléments perturbateurs, particulièrement celui de l'action humaine. Très souvent, les forêts marécageuses sont dépouillées pour faire place aux rizières.

Les forêts tropicales humides guinéo-congolaises

Les forêts tropicales humides sont les formations végétales d'Afrique qui hébergent la plus grande diversité d'espèces. Plus de 200 espèces de **plantes vasculaires**⁷ ont été répertoriées sur des **parcelles**⁷ de 600 m² [1]. Les forêts tropicales guinéo-congolaises sont constituées d'un peuplement forestier d'au moins 30 m de hauteur, au tronc fin et à l'écorce lisse. Un grand nombre d'épiphytes et de lianes, comme celles du genre *Agelaea*, *Combretum*, *Salacia* et *Strychnos*, sont aussi très caractéristiques de ces forêts. En fonction des conditions climatiques, on distingue trois types de forêt tropicale humide en l'Afrique de l'Ouest :

- Les types de forêts **sempervirentes**⁷ humides sur la zone côtière (carte 3.1, types de végétation 1, Fig. 3.7)
- Les types de forêts tropicales sèches dans les zones périphériques relativement arides (carte 3.1, types de végétation 5)
- La mosaïque de forêts tropicales sèches et humides (carte 3.1, types de végétation 4)

Laguncularia racemosa. The West African mangrove is rather poor in plant species but very important for the marine **fauna**⁷.

Swamp forest

Swamp forests (refer to map 3.1 vegetation type 14) occur particularly in the Guineo-Congolian zone in areas with suitable conditions, i.e. water accumulating in larger depressions. They have a diverse endemic flora. The most characteristic trees include *Berlinia auriculata*, *Carapa procera*, *Diospyros longiflora*, *Mitragyna ciliata*, *Uapaca guineensis*. At its most luxuriant occurrence, Guineo-Congolian swamp forest is similar in appearance to rain forest. The main cover however is irregular and rather open caused by many disturbances, particularly human impact. In many cases the swamp forests are cleared for rice-farming.

Guineo-Congolian rain forests

Rain forests are the most species rich vegetation formations in Africa. Up to 200 species of **vascular plants**⁷ have been recorded on 600 m² **plots**⁷ [1]. Guineo-Congolian rain forests consist of at least 30 m tall tree stands, where most tree species have slender trunks and smooth bark. A high amount of **epiphytes**⁷

Chaque type de végétation héberge une composition d'espèces spécifiques, bien que la plupart des espèces des forêts tropicales soient amplement répandues. Un trait caractéristique des forêts tropicales côtières sempervirentes est le grand nombre de Caesalpinioideae, comme celles du genre *Soyauxia*, *Berlinia* et *Cynometra*. L'espèce *Lophira alata* (« Azobé »), un arbre pionnier, est la plus abondante. Les forêts des zones périphériques relativement sèches du centre régional d'endémisme guinéo-congolais sont plus marquées et n'accueillent pas beaucoup d'espèces typiques des forêts plus humides. La forêt mixte humide et semi décidue est relativement riche en espèces. Des grands arbres, comme *Entandrophragma angolense*, *E. candollei*, *Parinari glabra*, *Nauclea diderrichii* et *Parkia bicolor*, s'y reproduisent parmi d'autres. En fonction des précipitations et des conditions du sol, ces forêts tropicales humides semi-décidue peuvent à leur tour se subdiviser en plusieurs types différents de forêts.

Une grande partie de la forêt tropicale de la Côte d'Ivoire a été détruite par l'agriculture et les incendies et remplacée par des prairies secondaires. Le Parc National de Taï en Côte d'Ivoire constitue l'une des plus vastes zones protégées de forêt tropicale au nord de la Guinée. La formation herbeuse secondaire se développe souvent

sous la forme d'une mosaïque de parcelles de forêt originaire particulièrement endommagées et de parcelles de fourrés secondaires et de forêts secondaires. La couche herbeuse dépasse souvent les 2 m de hauteur et consiste notamment en espèces du genre *Andropogon*, *Hyparrhenia*, *Panicum* et *Schizachyrium*. Elle comprend généralement un mélange d'arbres de différentes densités résistants au feu ; les principaux arbres sont ceux du genre *Terminalia* et *Combretum*. Les formations herbeuses sont habituellement soumises au brûlis une fois par an, comme la plupart des formations des forêts claires et savanes.

Les forêts claires et savanes soudanaises

La grande majorité de la zone soudanaise est recouverte par diverses formations des forêts claires et des savanes soudanaises. Selon le critère physiognomique, celles-ci se divisent en forêt claire, savane arborée, savane arbustive et savane herbeuse, des formations végétales qui reflètent clairement la proportion décroissante d'espèces ligneuses. Néanmoins, il n'est pas évident d'identifier les communautés de plantes obéissant à une composition d'espèces caractéristique car la plupart des arbres soudanais ont des échelles géographiques et des tolérances écologiques très amples. De plus, le

and lianas such as those of the genera *Agelaea*, *Combretum*, *Salacia* and *Strychnos*, is also characteristic. According to the climatic conditions rain forest in West Africa can be divided into three different types:

- The wetter **evergreen**⁷ forest types in the coastal zone (map 3.1, vegetation type 1, Fig.3.7)
- The drier types of rain forest in the relatively dry peripheral zone (map 3.1, vegetation type 5)
- The mosaic of wetter and drier rain forests (map 3.1, vegetation type 4)

Each vegetation type shows a specific species composition, although the majority of the rain-forest species are widespread. Most typical for coastal evergreen rain forest is a high amount of Caesalpinioideae, e.g. species of the genera *Soyauxia*, *Berlinia* and *Cynometra*. One of the most abundant species is *Lophira alata* ("Azobé") a pioneer tree species. The forests of the relatively dry peripheral parts of the Guineo-Congolian regional centre of endemism are more deciduous, and also lack many typical species of the wetter forests. Mixed moist semi-evergreen forests are relatively species rich. Large trees such as *Entandrophragma*

angolense, *E. candollei*, *Parinari glabra*, *Nauclea diderrichii* and *Parkia bicolor* occur among many others. Depending on rainfall and soil conditions these moist semi-deciduous rain forests can be subdivided into a number of different types.

Much of the rain forest of Côte d'Ivoire has been destroyed by cultivation and fire and is replaced by secondary grassland. The Taï National Park in Côte d'Ivoire is the largest protected area of the Upper Guinean rain forest. The secondary grassland often occurs in mosaics with small, severely degraded patches of the original forest, and patches of secondary thicket and secondary forest. The grass layer is often more than 2 m tall and consists of species of the genera *Andropogon*, *Hyparrhenia*, *Panicum* and *Schizachyrium*. It usually contains a mixture of fire-resistant trees in various densities; principal trees are those of the genera *Terminalia* and *Combretum*. The grasslands are usually burned annually, as most of the woodland formations.

Sudanian woodlands

Most part of the Sudanian zone is covered by Sudanian woodlands in various formations. According to physiognomical criteria they are generally divided into savanna woodlands, tree



Fig. 3.6: Forêt marécageuse. | Swamp forest. Lokoli, Benin. KHA

Fig. 3.7: Forêt tropicale humide. | Rain forest. SPO



3.6

3.7

relief de l'Afrique de l'Ouest est peu prononcé et le **climat change**⁷ graduellement. Cependant, plusieurs espèces présentent des distributions distinctes septentrionale ou méridionale du nord, ce qui fait qu'il est possible de distinguer deux types de zones forestières soudanaises :

- Les forêts claires plus humides au sud : dominée par *Isoberlinia doka* (carte 3.1, types de végétation 7, Fig. 3.4)
- Les forêts claires plus sèches au nord : un grand nombre d'arbres et d'arbustes Combretaceae, plutôt dépourvues *Isoberlinia doka* (carte 3.1, types de végétation 8, Fig. 3.3)

De nos jours, la terre est cultivée presque partout. La présence de types de végétation forestière dépendra donc de la période à laquelle les champs cultivés avant sont laissés en jachère. Ces périodes de jachère sont nécessaires pour récupérer la fertilité du sol et permettre la repousse. La diminution des périodes de jachère, due notamment à l'absence de terres cultivables, mène à une régénération instable de nombreuses espèces et au déclin de la **biodiversité**⁸. Dans l'agriculture traditionnelle, les arbres revêtant une importante fonction économique comme *Vitellaria paradoxa*, l'arbre du beurre de karité, et *Parkia biglobosa*, le Néré, sont épargnés du dépeuplement,

savannas, shrub savannas and grass savannas reflecting the decreasing proportion of woody species. However, the recognition of distinct plant communities with a characteristic species composition is difficult, as most Sudanian trees have very wide geographical ranges and ecological tolerances. Moreover, the relief of West Africa is little pronounced and the **climate changes**⁹ gradually. Several species, however, show a distinct northern or southern occurrence in West Africa and therefore the Sudanian woodlands can be divided into two types:

- The wetter woodlands in the South: dominated by *Isoberlinia doka* (map 3.1, vegetation type 7, Fig. 3.4)
- The drier northern woodlands: high amount of Combretaceae trees and shrubs generally lacking *Isoberlinia doka* (map 3.1, vegetation type 8, Fig. 3.3)

Today nearly everywhere the land is heavily cultivated. The occurrence of woodland vegetation types hence depends on the period formerly cultivated fields are left as fallows. These fallow periods are necessary for the restoration of soil fertility and the recovery and re-growth of vegetation. Shortening of fallow periods due to land shortage leads to disturbed regeneration of

ce qui donne lieu à un nouveau type de savane fortement arborée, appelé aussi « parcs agro forestiers de la savane » .

Les formations herbeuses boisées sahéliennes

Les formations herbeuses boisées du Sahel (carte 3.1, types de végétation 10, Fig. 3.5) constituent le type de végétation la plus répandue sur les sols sablonneux de la zone de transition régionale sahélienne. La densité des grandes plantes ligneuses varie énormément, notamment en fonction de l'approvisionnement en eau et de l'ampleur de l'intervention humaine. Généralement, les arbres et les arbustes sont de petite taille (moins de 8 m) et librement épars sur la couche herbeuse. Les plus courantes sont les espèces épineuses d'*Acacia*, telles que *A. tortilis* var. *raddiana*, *A. laeta*, et d'autres arbustes épineux comme *Commiphora africana*, *Balanites aegyptiaca*, *Boscia senegalensis* et *Ziziphus mauritiana*. La couche herbeuse est plus ou moins régulière et ne dépasse pas les 80 cm de hauteur. Elle est essentiellement constituée d'espèces annuelles, comme *Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis* et le genre *Aristida*. Dans les zones fortement pâturées, les graminées sont remplacées par des mauvaises herbes telles que *Boerhavia coccinea* et *Tribulus terrestris*.

En raison de plusieurs périodes d'inondations sévères au cours de

many species and a decline of **biodiversity**⁷. In traditional agriculture, economically important trees like *Vitellaria paradoxa*, the shea-butter tree, and *Parkia bioglobosa*, the locust bean tree, are spared from clearing, thus creating a special type of tree dominated savanna, called "parkland savanna".

Sahelian wooded grasslands

The Sahelian wooded grassland (map 3.1, vegetation type 10, Fig. 3.5) is the most widespread vegetation type on sandy soils in the Sahelian regional transition zone. The density of the larger woody plants varies greatly, especially in relation to water supply and the amount of human interference. Generally the trees and shrubs are small (below 8 m) and scattered loosely in the grass layer. Most frequent are thorny *Acacia* species, such as *A. tortilis* var. *raddiana*, *A. laeta*, and other thorny shrubs like *Commiphora africana*, *Balanites aegyptiaca*, *Boscia senegalensis* and *Ziziphus mauritiana*. The grass layer is more or less continuous and lower than 80 cm. It consists mostly of annual species, i.e. *Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis* and *Aristida* species. In heavily grazed areas the grasses are replaced by annual weeds such as *Boerhavia coccinea* and *Tribulus terrestris*.

ces dernières décennies et à cause de l'action humaine croissante, et plus particulièrement de la pâture, la végétation du Sahel est soumise à de sévères changements. Dans de nombreuses zones, les espèces ligneuses sont en diminution à cause de la régénération harsardeuse et les mauvaises herbes remplacent souvent les graminées fourragères. Au cours des prochaines années, le **changement climatique**⁷ annoncé pourrait avoir des conséquences sévères, surtout dans cette région.

Due to several severe drought periods in the last decades and increasing human impact, particularly grazing, severe vegetation changes are occurring in the Sahel. In many areas woody species are decreasing, due to disturbed regeneration and fodder grasses are replaced by annual weeds. In the upcoming years, the anticipated climate change is expected to show severe consequences especially in this region.

3.2

Fragmentation de la forêt tropicale humide – Biodiversité en danger

Martin WEGMANN
Miriam MACHWITZ
Michael SCHMIDT
Stefan DECH

Les zones vierges et inaltérées sont importantes pour la rémanence de la **biodiversité**⁷ et par conséquent pour un grand nombre de services écosystémiques. Cependant, de nombreuses zones étendues, comme les forêts tropicales, ont été fragmentées à cause de l'action humaine, notamment de l'exploitation forestière. La perte et la fragmentation de l'**habitat**⁷, la segmentation de zones autrefois étendues en habitats plus réduits, encouragent la migration des espèces, ce qui à long terme mènera à une diminution de la diversité génétique intra-populations. Ceci conduira inévitablement au déclin et à une perte potentielle de la biodiversité (Fig. 3.8 et 3.9).

Plusieurs questions importantes se posent :

- Le maintien d'habitats de petite ou de grande taille est-il favorable à certaines espèces pour garder une population viable ?
- Dans quelle mesure une espèce peut-elle s'adapter en l'absence

Fragmentation of rain forest – endangering biodiversity

Pristine and undisturbed areas are important for the persistence of **biodiversity**⁷ and hence for many **ecosystem**⁷ services. However, many of these large continuous areas like tropical rain forest have been fragmented due to human impact such as logging. The loss and **fragmentation of habitats**⁷, the split up of formerly continuous areas into smaller fragments, will constrain species migration, which in the long run will result in less genetic diversity within populations. This will ultimately result in a decline and a potential loss of biodiversity (Fig. 3.8 and 3.9). Several important questions arise:

- Is a large or are several small habitat patch better for certain species to maintain a viable population?
- How does the suitability for a species change if there are no surrounding patches anymore and the **connectivity**⁷ between patches decreases?

d'îlots d'habitats spécifiques favorables à sa survie et quelles sont les conséquences d'une absence de **connectivité**⁷ entre îlots forestiers ?

Ces questions urgentes sont très pertinentes à l'heure actuelle où le **changement climatique**⁷ et la conversion de la végétation naturelle en terres agricoles ou urbaines constituent la plus importante menace pour la biodiversité. La perte d'habitat a atteint des proportions inquiétantes et il devient impérieux d'analyser les effets de ces changements. La migration des espèces, la perte de biodiversité ou les changements hydrologiques sont influencés par ces transformations.

MIGRATION ET FRAGMENTATION

Le changement climatique va contraindre les espèces à modifier leurs aires de distribution puisque les conditions appropriées pour la subsistance d'une population se trouveront ailleurs. Les espèces mobiles pourraient se déplacer vers ces « nouvelles » zones. Cependant, la migration est entravée par l'apparition de barrières, notamment la fragmentation du paysage : les rues ou les zones urbaines peuvent constituer des zones impénétrables pour certaines

These pressing questions are very pertinent in a century where **climate change**⁷ and transformation of natural vegetation to agriculture or urban areas is the most serious threat to biodiversity. Habitat loss has reached tremendous rates, and it becomes important to analyze the effects of these changes. Species migration, biodiversity loss or changes in hydrology are influenced by these transformations.

MIGRATION AND FRAGMENTATION

Climate change will force species to shift their distributional range, because suitable conditions to sustain a viable population will exist somewhere else. Mobile species could move towards these 'new' areas. However the migration is restrained by barriers erected for instance by fragmentation of the landscape: streets or urban areas can form an impervious area for certain species, hence their migration is inhibited. This might hamper the allocation of resources or the possibility to breed successfully.

Analyzing the effect of changes in spatial patterns of forest on migration and generally on ecosystems will provide further insights if and how spatial attributes are able to make up for the

espèces et donc inhiber leur migration. Cela pourrait entraver l'allocation des ressources ou la reproduction des espèces concernées. L'analyse de l'effet des changements à partir de modèles spatiaux de forêt sur la migration et, de manière générale, sur l'**écosystème**⁷, apportera de nouvelles informations sur les possibilités et la façon dont les attributs spatiaux peuvent remplacer les conséquences de la perte d'habitat ou de changement climatique.

Dans le cadre du **projet BIOTA**⁷, nous avons mis au point et appliqué des indices fondés sur des données obtenues à partir d'images satellite de la couverture **terrestre**⁷. En utilisant la couverture terrestre nous examinons les modèles spatiaux pour décrire la couverture forestière en Afrique de l'Ouest, notamment la connectivité entre les îlots. Cette analyse nous a permis de distinguer des îlots forestiers aux attributs spatiaux variables, indépendamment de leur taille ou de la couverture globale de la classe de couverture terrestre.

LA FORET TROPICALE HUMIDE

La forêt tropicale humide en Afrique de l'Ouest est un «hotspot» de biodiversité. Ces forêts sont considérées dans le monde entier comme l'une des plus importantes zones où vivent des espèces rares. Cependant, ces zones sont sous une menace croissante en

effects of habitat loss or climate change.

Within the **BIOTA Project**⁷ we developed and applied indices based on land cover data mapped from satellite images. Using the land cover we analyzed spatial patterns to describe the forest cover in West Africa, especially patch connectivity. This analysis made it possible to differentiate patches of varying spatial attributes independently from their size or the overall coverage of the land cover class.

RAIN FOREST

The rain forest in West Africa is a hotspot of biodiversity. These forests are regarded worldwide as one of the most important regions where rare species exist. But these areas are increasingly threatened by logging activities and land conversion towards agriculture. This can eventually lead to a total loss of important species and thus, for instance, to a loss of plants used as medicine by the local population.

In the past the rain forest ecosystem has already been altered dramatically. Analyzing the changes of how fast and where the rain forest cover has decreased is very important for biodiversity related questions. Moreover further information like the shape

raison de l'exploitation forestière et de la conversion en terres agricoles. Ceci pourrait mener à la perte totale des espèces importantes mais aussi à la perte de plantes médicinales utilisées par la population locale, entre autres.

L'écosystème de la forêt tropicale humide a déjà été drastiquement modifié dans le passé. Afin de pouvoir répondre aux questions touchant la biodiversité, il est important d'analyser les changements en ce qui concerne les endroits et la vitesse à laquelle la forêt tropicale humide diminue. De plus, toute information supplémentaire, comme la forme et la distance entre les **parcelles**⁷ de forêt, c'est-à-dire la connectivité, est importante pour expliquer les récents modèles de biodiversité.

Dans cette étude, nous avons analysé les effets de la déforestation sur la forêt tropicale humide en Afrique de l'Ouest, et donc la fragmentation des vestiges de cette forêt. Pour aborder cette question il nous fallait tout d'abord connaître la couverture potentielle mais aussi la couverture réelle des forêts tropicales humides. La couverture potentielle des forêts tropicales humides correspond à l'étendue de la forêt sans l'intervention de l'homme, tandis que la couverture réelle correspond à l'étendue de la forêt tropicale humide après l'action **anthropique**⁷. Dans une deuxième étape, nous avons

or the distance between forest fragments, also called connectivity, is important in explaining recent biodiversity patterns.

In this study we investigated how the rain forest in West Africa is affected by deforestation events and hence the fragmentation of its remnants. To address this issue we first needed the potential as well as the actual cover of rain forests. The potential cover of rain forest is the extent of forest as it would be without human influence, while the actual cover is the rain forest extent after human impact. In a second step we calculated indices describing the spatial arrangement of fragments, e.g. their size, shape or distance to neighboring fragments. This information, together with zoological and **botanical**⁷ data, can then be used to determine parameters influencing biodiversity patterns.

POTENTIAL RAIN FOREST COVER

The knowledge about the potential extent of rain forest is difficult to retrieve. It ought to be the extent solely based on **abiotic factors**⁷ without any human influence like logging etc.. We used environmental information like precipitation, and elevation to predict the potential extent of forest in West Africa. This

calculé les indices décrivant la disposition spatiale des îlots forestiers, par exemple leur taille, leur forme ou la distance par rapport aux îlots voisins. Ces informations, accompagnées de données zoologiques et **botaniques**⁷, seront utilisées pour définir les paramètres qui influencent les modèles de biodiversité.

LA COUVERTURE POTENTIELLE

Il n'est pas évident de connaître l'étendue potentielle de la forêt tropicale humide. Il s'agirait de l'étendue fondée uniquement sur des **facteurs abiotiques**⁷ sans aucune interférence humaine, comme l'exploitation forestière, etc. Nous avons utilisé des informations environnementales, telles que les précipitations et l'élévation afin de déduire l'étendue potentielle de la forêt en Afrique de l'Ouest. Pour cela, nous avons appliqué les soi-disant modèles de prévision spatiale. Dans la carte 3.2, il est évident que plusieurs pays ont un potentiel de couverture de forêt tropicale soit total, soit partiel. Ceci était probablement le cas il y a quelques siècles. L'image est tout autre si nous observons la représentation de la couverture réelle (Carte 3.2).

was achieved by applying so called spatial prediction models. In map 3.2 it becomes apparent that various countries are potentially fully or partly covered with rain forest. This was probably the case a few centuries ago. Looking at the actual cover shows a different picture (Map 3.2).

ACTUAL RAIN FOREST COVER

Retrieving information about the actual extent of rain forest in West Africa can be done with field surveys, however it is challenging and expensive to map larger areas. Therefore we used satellite imagery of the last few years to map the actual rain forest in West Africa (Map 3.2). There are still some rain forest remnants left in Côte d'Ivoire, Liberia and Ghana. In Ghana they are smaller and isolated while in the Côte d'Ivoire for example they consist of one large patch and a few small ones. The largest continuous and undisturbed rain forest fragment is the Taï National Park (Côte d'Ivoire). Compared to the potential cover of rain forest, only less than 20 % of the original rain forest is still left. Beside the total habitat loss, also the size of single remnant patches of rain forest, their reduced connectivity and the unsuitable environmental conditions surrounding these rain forest

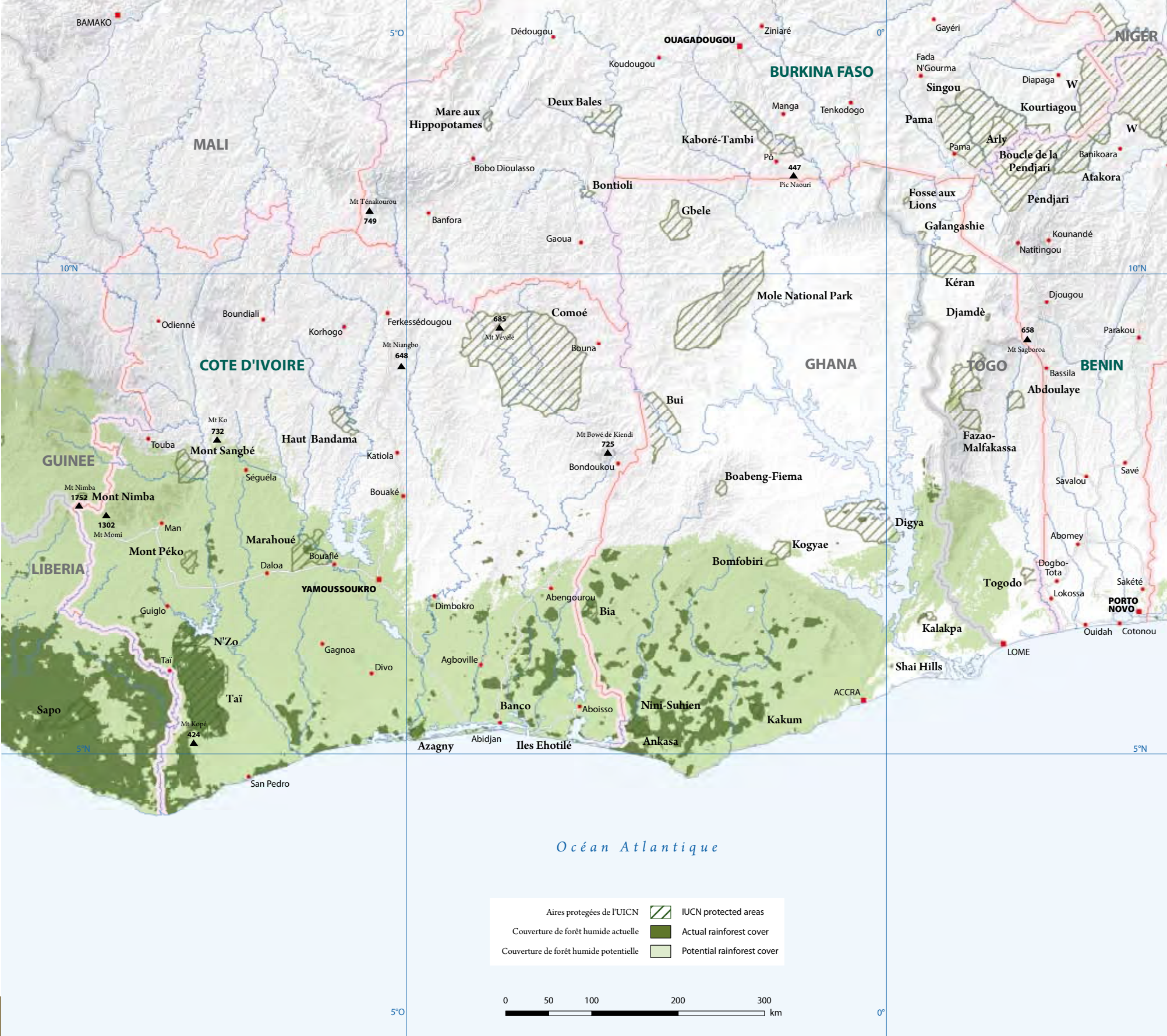
LA COUVERTURE REELLE

Il est possible d'obtenir des informations sur l'étendue réelle de la forêt tropicale en Afrique de l'Ouest en menant des enquêtes de terrain, cependant la cartographie de zones plus vastes est un projet ambitieux et coûteux. C'est pour cela que nous avons utilisé l'imagerie satellite de ces dernières années pour dresser la carte de la forêt tropicale humide réelle en Afrique de l'Ouest (Carte 3.2). Il y a encore quelques restes de forêt tropicale humide en Côte d'Ivoire, au Libéria et au Ghana. Au Ghana, il s'agit de petits îlots forestiers isolés, alors qu'en Côte d'Ivoire, par exemple, on distingue un grand îlot de forêt tropicale humide et quelques petits îlots. Le Parc National Taï (en Côte d'Ivoire) constitue la plus grande forêt tropicale humide continue et inaltérée. En comparant ces données à la couverture potentielle de forêt tropicale humide, nous constatons qu'il ne reste que 20 % de la forêt tropicale originelle. Au-delà de cette énorme perte en superficie, la taille des vestiges de forêt tropicale, leur connectivité réduite et les conditions environnementales inappropriées autour de ces vestiges, altèrent plusieurs fonctions écologiques, comme la taille et la viabilité des populations de certaines espèces. Ceci a un impact négatif sur la biodiversité, sur l'hydrologie et sur d'autres services écosystémiques importants, car les effets

patches affect various ecological functions like population size or viability. This has negative impacts on biodiversity, hydrology and other important ecosystem services, because edge effects and reduced connectivity alter the ecosystem fundamentally.

FRAGMENTATION

To know how the effects of forest cover change affect various biological parameters, like species richness or species compositions, it is necessary to quantify the spatial attributes of the remaining fragments: e.g. by area, their shape or their proximity to other fragments. In this context it is also important to apply ecological meaningful metrics to analyze the forest fragments with e.g. bat or amphibian distribution data. A metric or an index here is a value which describes certain spatial attributes of a landscape. These indices can lead to a better explanation of their distributional range. Species might not exist in a small and isolated habitat fragment because it does not support a viable population due to e.g. scarce resources. In map 3.3 a measure for the connectivity of patches is shown. It is visible that some fragments are very isolated (red), while others are connected (green). For example the Taï National park in Côte d'Ivoire is one



Carte 3.2: La couverture réelle et potentielle de forêt tropical humide.
Map 3.2: Actual and potential rain forest cover.

périphériques et la connectivité réduite influencent fondamentalement l'écosystème.

FRAGMENTATION

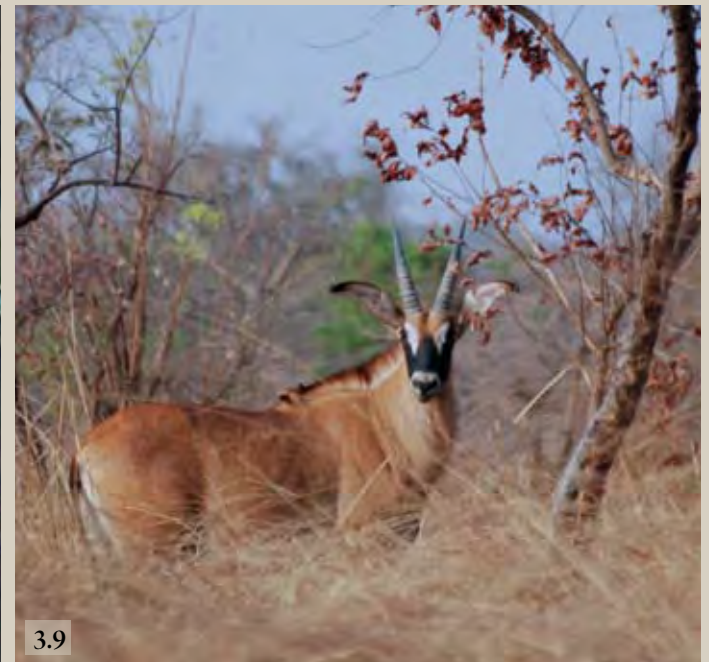
Pour connaître l'ampleur des effets du changement de la couverture forestière sur plusieurs paramètres biologiques, comme la diversité ou la composition des espèces, il est tout d'abord nécessaire de quantifier les attributs spatiaux des îlots forestiers restants : par

exemple, par zone, par leur forme ou par la proximité des autres îlots forestiers. Dans ce contexte, il est tout aussi important d'avoir des paramètres écologiques pertinentes et mesurables pour analyser les vestiges de forêt ; par exemple des données sur la distribution des chauve-souris et des amphibiens. Un paramètre mesurable ou un indice est une valeur décrivant certains attributs spatiaux d'un paysage. Ces indices peuvent apporter une explication plus précise sur la distribution des espèces. Certaines espèces ne pourraient pas

Espèces animales mises en danger par la fragmentation des habitats: | Animal species endangered by habitat fragmentation:

Fig. 3.8: Hippopotame nain. | Pygmy hippopotamus. *Hexaprotodon liberiensis*. MRO

Fig. 3.9: Antilope rouanne. | Roan antelope. *Hippotragus equinus*. MWE



of the largest remnants of rain forest but in contrast to small fragments in Ghana, this area is not a part of a larger agglomeration of rain forest remnants. The suitability of areas in terms of size and connectivity depends on species in focus. Some species might depend on larger patches while other species might be able to use several patches due to their dispersal capabilities. This has to be taken into account by zoologist, botanists or park managers in order for them to explain biodiversity patterns and also for the setting up of new protected areas.

CONCLUSION

In times where the surface of the earth is changing tremendously due to human impact, regardless of the change being due to land conversion or being caused indirectly by climate

change, research to protect the remaining nature and mitigate the changes is indispensable. Quantifying the changes and the spatial attributes of remaining fragments of rain forest can lead to an increased awareness and protection of pristine areas. Land cover data from satellite remote sensing provides important data for the spatial analysis of forest remnants.

This study showed that not only the focus on the land cover and its extent is important but it is also important to consider the spatial arrangement of the fragments, which provides valuable information for the potential of species migration. Ultimately, incorporating these factors into biodiversity research or conservation planning can lead to an improved understanding and protection of biodiversity.

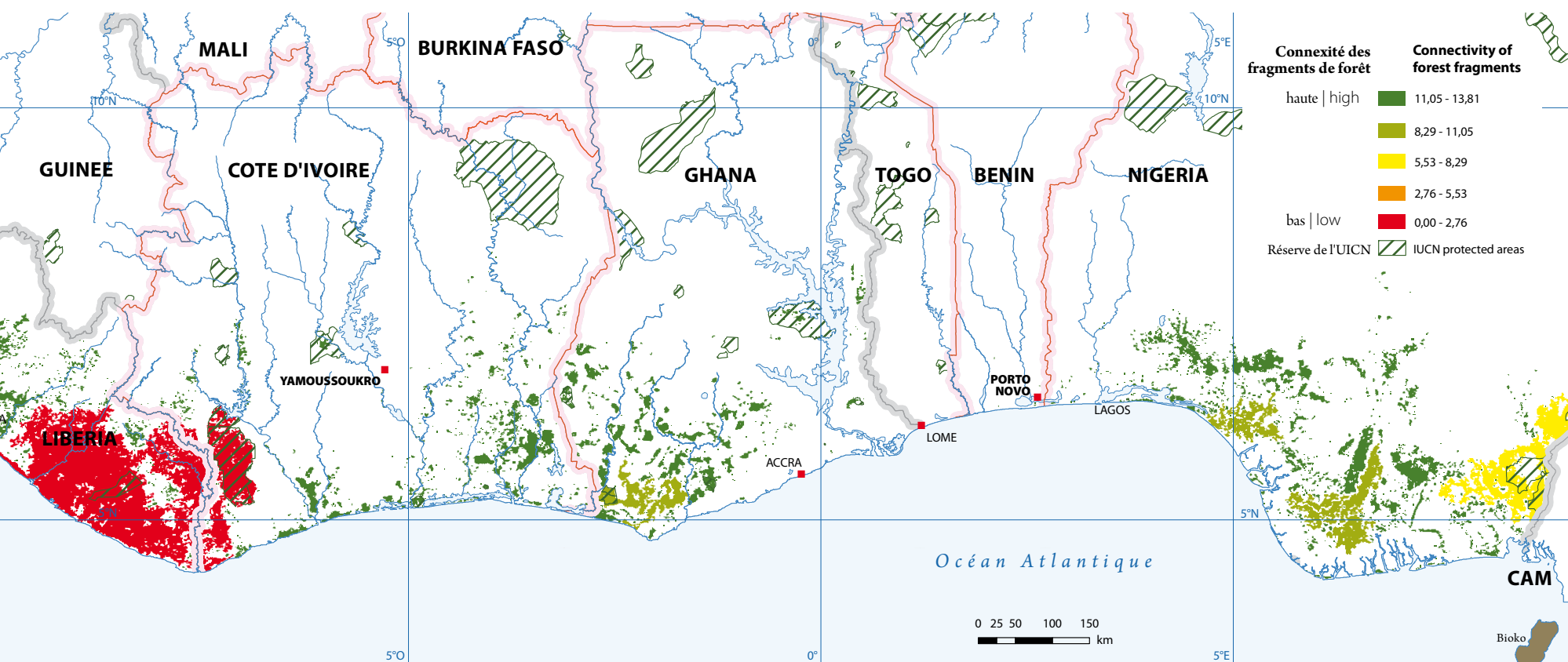
exister dans un habitat de petite taille et isolée, parce que, faute de ressources suffisantes, elles ne pourraient pas entretenir durablement leurs populations. La carte 3.3 décrit la mesure de connectivité des îlots forestiers. On constate que certains îlots sont très isolés (rouge), tandis que d'autres sont connectés entre-elles (vert). Par exemple, le Parc National Tai en Côte d'Ivoire est l'un des plus grands réserves de forêt tropicale humide, mais contrairement aux petites forêts du Ghana, cette zone ne fait pas partie d'une plus grande agglomération de fragments de forêt tropicale humide. La conformité des zones en termes de taille et de connectivité dépend des espèces prises en considération. Certaines espèces pourraient avoir besoin de plus grands espaces tandis que d'autres espèces ont des capacités de dispersion à grande échelle. Ceci doit être pris en considération par les zoologues, les botanistes ou les gérants des parcs afin de pouvoir expliquer les modèles de biodiversité et mettre en place les nouvelles aires protégées.

CONCLUSION

Alors que la surface de la terre est en train de changer drastiquement à cause de l'action anthropique, sans tenir compte du

changement en cours par la reconversion des sols ou l'influence indirecte du changement climatique, il est indispensable de continuer les recherches pour protéger ce qu'il reste de la nature et atténuer les changements. La quantification des changements et des attributs spatiaux des vestiges de forêt tropicale peut mener à davantage de conscientisation et à la protection des zones naturelles. Les données sur la couverture terrestre obtenues de la télédétection par satellite constituent des données essentielles pour l'analyse spatiale des restes de forêt.

Cette étude a démontré qu'il est important non seulement de mettre l'accent sur la couverture terrestre et sur son étendue mais aussi de considérer la disposition spatiale des fragments forestiers, qui fournit des informations précieuses sur le potentiel de migration des espèces. Pour finir, l'incorporation de ces facteurs dans les recherches sur la biodiversité ou dans la planification de la conservation peut mener à une meilleure compréhension et à la protection de la biodiversité.



Carte 3.3: Connexité des fragments de forêt tropical.

Map 3.3: Connectivity of rain forest fragments.

3.3

Changement de la couverture terrestre d'après les observations par télédétection satellitaire

Tobias LANDMANN
Miriam MACHWITZ
Michael SCHMIDT
Stefan DECH
Paul VLEK

La couverture **terrestre**⁷ est définie comme étant la couverture physique ou l'apparence de la surface de la terre. La meilleure façon d'observer la couverture terrestre et les changements de ses caractéristiques ou l'utilisation des sols est d'utiliser l'imagerie satellitaire, en raison de sa capacité à couvrir des vastes zones de manière efficace. Alors qu'il peut s'avérer difficile et coûteux d'effectuer des analyses de terrain afin d'obtenir un ensemble de données spatiales ou un inventaire des caractéristiques des sols et de leurs changements, la télédétection par satellite procure une vue d'ensemble instantanée, à un moment donné. L'utilisation des images satellitaires en série chronologique peut servir à reconstruire l'historique du changement de la couverture terrestre sur des zones éloignées, et donc fournir des informations utiles sur les tendances d'utilisation des sols. Si les données provenant des satellites sur le

changement/l'utilisation des sols sont précises, elles peuvent aider les décideurs à identifier les zones où la couverture du sol subit des changements rapides. Les zones à changement rapide ou « zones névralgiques » sont, par exemple, des endroits où les surfaces naturelles subissent des transformations, comme dans le cas de zones forestières transformées en zones urbaines [2]. L'identification de ces « zones névralgiques » de changement permettra de surveiller et de mesurer de plus près les effets potentiels de l'urbanisation sur, par exemple, la diversité des espèces à l'intérieur de ces zones. Pour un meilleur aperçu du changement de la couverture terrestre et des accélérateurs de changement à l'échelle locale, nous avons utilisé une zone d'étude modèle au Burkina Faso afin d'étudier le changement de la couverture terrestre de manière plus détaillée. Nous avons utilisé des méthodes conçues à partir de la télédétection par satellite et des données socio-économiques disponibles. Les résultats des observations des changements au Burkina Faso peuvent être généralisés par méta-analyse à la région ouest africaine couverte par le **projet BIOTA**⁷. Sur l'ensemble de la zone échantillonnée au Burkina Faso, nous avons répertorié et étudié les changements de la couverture terrestre sur la période allant de 1990 à 2000. La collecte de données sur la période allant de 2000 à 2007

Land cover change in West Africa as observed by satellite remote sensing

Land cover is defined as being the physical cover or appearance of the surface of the earth. To be able to detect land cover and changes of land cover features or land use, it is most feasible to use satellite imagery, as it has the capacity to cover large areas effectively. Whilst it seems difficult and expensive to perform field analysis to produce a spatial data set or map of land features and their changes, satellite remote sensing can give an overview as a 'snapshot' in time. If satellite imagery is used in a time-series, it can be used to reconstruct historic land cover changes over remote areas and thus provide valuable information on land use trends. If the satellite derived land cover/use change data is accurate, it can be used by decision makers to identify areas where the land surface is changing rapidly. Areas of rapid change or 'hot spots' are for instance regions where transformations of natural surfaces such as woodlands to urban

land occur [2]. Based on the knowledge of where the change 'hot spots' are, possible effects of urbanization on species diversity, for instance, can be monitored and measured within these areas more closely.

To provide an insight into local scale land cover change and change drivers, we used an exemplary study site in Burkina Faso to investigate land cover change in more detail. We used satellite remote sensing based methods and available socio-economic data. The change detection results from Burkina Faso can be generalized within a meta-analysis for the **BIOTA West**⁷ region. Within the exemplary study area in Burkina Faso we mapped and investigated the land cover changes from the year 1990 to 2000, and secondly mapped land cover change from 2000 to 2007 for a smaller area, for reasons of satellite data availability.

PROCESSES OF LAND COVER CHANGE AND CAUSES OF LAND COVER CHANGE IN WEST AFRICA

There are multiple and complex causes for the changing surface in West Africa. Land cover change in West Africa occurs often in combination with **climate change**⁷. The exact effect of

s'est effectuée sur une plus petite zone, pour des raisons de disponibilité de données satellitaires.

PROCESSUS DE CHANGEMENT DE LA COUVERTURE TERRESTRE ET CAUSES DU CHANGEMENT DE LA COUVERTURE TERRESTRE

Les causes du changement de la couverture terrestre en Afrique de l'Ouest sont multiples et complexes. Le changement de la couverture terrestre en Afrique de l'Ouest accompagne souvent le **changement climatique**². Il est difficile de distinguer avec précision les effets des changements **anthropiques**² de ceux résultant des conditions climatiques [3]. L'Afrique de l'Ouest en tant que région subit actuellement de sévères changements de sa couverture terrestre, notamment à cause de la croissance démographique et de l'intensification de l'agriculture. Néanmoins, en ce qui concerne l'Afrique de l'Ouest, il n'existe que très peu d'informations sur les différences régionales en matière de changement de la couverture terrestre, c'est-à-dire sur les raisons de ce changement à plusieurs échelles, le rythme auquel se produit ce changement et l'ampleur du changement [4].

both, human or climate induced change is difficult to discern [3]. West Africa as a region is currently being affected by land cover change severely, specifically through the expanding population and intensified agricultural activities. However, information about the regional differences of land cover change, i.e. reasons for the change at various scales, rates at which change occurs and land cover change magnitudes, are still scarcely available throughout West Africa [4]. In BIOTA West we investigated land cover and land use changes from 1990 to 2000, and from 2000 to 2007 primarily in Burkina Faso. To derive the satellite land cover maps in different time frames we used several satellite imagery sources such as 1-kilometer DMSP, 250-meter MODIS, 15-30-meter ASTER, 30-meter Landsat imagery and other digital information data sets on topography, soils and protected area polygons from **Geographical Information System (GIS)**² data bases. From 2000 to 2007 we were only able to map changes for a smaller area. Also, we did not have any reference socio economic data from the years 2000 to 2007, thus our detailed land cover driver analysis is constrained to the time frame from 1990 to 2000. Data availability is so often a limiting factor in the long term land cover trend analysis and thus long term

Dans le cadre du projet BIOTA West nous avons étudié le changement de la couverture terrestre et de l'utilisation des sols pour la période comprise entre 1990 et 2000 et pour la période de 2000 à 2007 essentiellement au Burkina Faso. Afin d'obtenir les cartes satellitaires du changement de la couverture terrestre sur plusieurs périodes de temps différentes nous avons utilisé diverses sources d'imagerie par satellite, comme les images des DMSP 1 km, MODIS 250 m, ASTER 15-30, Landsat 30 m, ASTER 15-30 m, Landsat 30 m, ainsi que des ensembles de données numériques sur la topographie, les sols et les polygones de zones protégées provenant des bases de données du **Système d'Information Géographique (SIG)**². Pour la période comprise entre 2000 et 2007 nous n'avons pu répertorier les changements que sur une zone restreinte. Par ailleurs, nous n'avons aucune donnée socio-économique de référence pour la période comprise entre 2000 et 2007 et notre analyse prédominante détaillée sur la couverture terrestre se limite donc exclusivement à la période allant de 1990 à 2000. La disponibilité limitée de données est bien souvent un facteur limitant pour l'analyse des tendances évolutives de la couverture terrestre sur le long terme et par conséquent pour l'analyse du processus de changement de la couverture terrestre à long terme.

land cover change process analysis.

TRANSFORMATION

From the satellite maps within the focus study area we found that in particular woodlands are affected by land cover change more than other land cover units. Between 1990 and 2000 most of the woodlands in the focus area were transformed into agricultural areas. This type of change is called a land cover transformation as it is a complete change of land cover within a certain time frame. The land transformation process made up around 12 percent of the total surface area of the focus area between the years 1990 to 2000. Figure 3.10 shows the relative area of each main conversion processes investigated in the case study area (50 000 km²) in Burkina Faso from 1990 to 2000. The relevant contributions of land cover change drivers (or reasons) to the conversions processes are shown as relative fractions in the pie diagram. The driver information was determined using statistical relationships between satellite mapped land cover change and socio-economic data. The fraction sizes in the pie charts show the relative contribution of each driver investigated in this particular study area. For instance, the

CONVERSION

En observant les cartes obtenues des images satellitaires de la zone étudiée, nous avons découvert que les forêts sont particulièrement plus atteintes par le changement de la couverture terrestre que d'autres unités de couverture terrestre. Entre 1990 et 2000, la plupart des terres boisées de la zone étudiée ont été converties en zones agricoles. Ce type de changement s'appelle une transformation de la couverture terrestre puisqu'il s'agit d'un changement total de la couverture terrestre dans un laps de temps déterminé. Le processus de conversion des sols concernait environ 12% de la surface totale de la zone étudiée entre les années 1990 et 2000. La figure 3.10 présente la zone relative de chaque processus de conversion étudié dans la zone d'étude (50 000 km²) au Burkina Faso, de 1990 à 2000. Les contributions des moteurs (ou des raisons) du changement de la couverture terrestre sur les processus de conversion sont représentées en fractions relatives sur les graphes de la figure 3.10. Les données sur les moteurs du changement ont été obtenues en utilisant les rapports statistiques entre les changements de couverture terrestre répertoriés à partir des images satellitaires et les données socio-économiques. Les tailles des fractions sur les graphes reflètent la contribution relative de chaque accélérateur analysé dans

transformation from woodlands into cropland, being the most dominant change processes with an area of ~260 000 ha per year, is primarily caused by proximity to urban areas or population growth. To a lesser degree this transformation is caused by the driving factor cropland expansion, at the expense of

cette zone d'étude particulière. Par exemple, le processus dominant de conversion des zones boisées en zones agricoles concerne une superficie équivalente à 260 000 hectares par an. Ce processus de conversion est essentiellement dû à la proximité des zones urbaines et à la croissance démographique. Dans une moindre mesure, cette conversion est provoquée par l'extension des zones agricoles au détriment des zones boisées. On distingue au total trois moteurs contribuant à la conversion des zones boisées en zones agricoles.

MUTATION

Au cours de la même période d'observation, nous avons constaté que la proximité des routes de même que l'extension des zones boisées au détriment des forêts, sont responsables des processus de mutation de la couverture terrestre (Fig. 3.10). Un processus de mutation est un changement subtil de la forêt en zone boisée. Ce processus de mutation s'est produit à une vitesse d'environ 110 000 hectares par an. L'exploitation forestière sélective est l'une des principales causes de l'accroissement des zones boisées et nous avons constaté son occurrence s'accroît avec la proximité des routes ou des infrastructures. On observe sur la figure 3.11 le transport de bois, sans doute coupé à proximité de la route, vers le marché

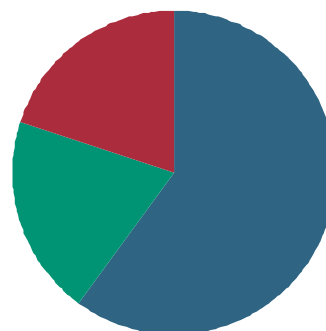
woodlands. In total we could determine three driving factors for the transformation of woodlands to cropland.

MODIFICATION

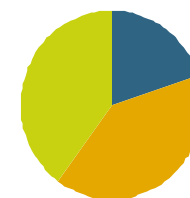
In the same observation period we found the proximity to

- Densité de population | Population density
- Expansion des espaces cultivés | Cropland expansion
- Pente | Slope
- Expansion des formations boisées | Expansion of woodlands
- Distances aux routes | Distance to roads

Conversion | Conversion
terres boisées → zones agricoles
woodland → cropland
~260 000 ha/yr



Conversion | Conversion
forêt → terres boisées
forest → woodland
~110 000 ha/yr



Conversion | Conversion
forêt → zones agricoles
forest → cropland
~22 000 ha/yr

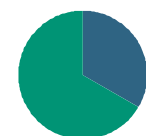


Fig. 3.10: Principaux processus de conversion des terres par année (en hectares) et la contribution relative des facteurs responsables de ces changements, 1990 et 2000. Zone d'étude de 50 000 km² échantillonnée au Burkina Faso. | Main annual land cover change (ha), and relative contribution of drivers for the respective conversion, 1990-2000; 50 000 km² exemplary study area in Burkina Faso.

d'Ouagadougou (Burkina Faso). Dans la zone sud du transect² BIOTA, le feu est souvent utilisé comme agent ou comme un moyen de changement de la couverture terrestre en même temps que l'exploitation forestière ou le tronçonnage de la végétation, comme nous le montre la figure 3.12, concernant une zone de la Côte d'Ivoire. Le défrichage des champs consacrés aux activités agricoles se fait par brûlis, ce qui fait du feu également un important outil de gestion des sols.

MODELES SPATIAUX DE CHANGEMENT EN AFRIQUE DE L'OUEST

Le résultat des processus de conversion et de mutation peut être observé depuis l'espace en utilisant l'imagerie par satellite, notamment lorsqu'on effectue une détection du changement à partir d'images satellites effectuées à des périodes différentes. La carte 3.4 présente un exemple du projet BIOTA au sud et au centre du Burkina Faso, ainsi que au nord du Ghana et du Bénin. Les codes de couleurs représentent les différentes classes de couvertures terrestres et la même région y sont représentés en 2000 et 2007 respectivement. Entre 2000 et 2007, une grande partie des terres boisées ouvertes et fermées ont été remplacées par des terres boisées ouvertes, en vert

roads, and equally so the expansion of woodlands at the expense of forests, to be driving factors for so called land cover modification processes (Fig. 3.10). A modification process is a subtle change from forest to woodland. This modification process occurred at a rate of ~110 000 ha per year. An expansion of woodlands is mostly due to selective logging, and in this case we could observe that the process was most notable next to roads/infrastructure developments. Figure 3.11 shows how wood that was presumable harvested near the road is transported towards Ouagadougou in Burkina Faso, where the wood is sold on the market. In the southern area of the BIOTA transect², fire is often used as an agent or tool for land cover change in conjunction with tree felling or vegetation slashing, as shown in figure 3.12 for an area in Ghana. Fields for agricultural tillage are often cleared using fire, thus fire is also an important instrument for land management.

SPATIAL PATTERNS OF CHANGE IN WEST AFRICA

The result of the transformation and modification processes can be seen from space using satellite imagery, especially when performing change detection on satellite images from different



3.11



3.12

Fig. 3.11: Le développement d'infrastructures entraîne souvent l'exploitation des terres boisées dans leur proximité. | Infrastructural developments often result in selective logging of woodlands along roads. CPA

Fig. 3.12: Défrichements avec brûlis de la végétation. | Land clearing with fire. JFO

DMSP – Defense Meteorological Satellites Program

Capteur sur satellite à faible résolution spatiale de spectres visibles et infrarouges, les données sont disponibles gratuitement. | Low spatial resolution, visible and infrared spectra satellite sensor, data is freely available

MODIS – Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

Spectromètre pour imagerie satellitaire de moyenne résolution pouvant capter des spectres visibles et thermiques ; les données ont une résolution temporelle et sont disponibles gratuitement. | Low to moderate resolution, visible to thermal spectra satellite sensor, data has daily temporal resolution and is freely available

ASTER – Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer

De moyenne à haute résolution, capable d'absorber des spectres visibles et thermiques ; les données sont accessibles à leur valeur nominale. | High to moderate resolution, visible to thermal satellite sensor, data is available at a nominal cost

Landsat – Capteur sur satellite de moyenne à haute résolution, spectre visible et thermique, basse Résolution temporelle, la plupart des données sont disponible gratuitement. | High to moderate resolution satellite sensor, visible to thermal spectra, low temporal resolution, most data is freely available

plus clair (Carte 3.4). Les terres boisées vierges (vert foncé) ont été largement remplacées par une végétation très ouverte (terres boisées/prairies en orange), y compris à l'intérieur des zones protégées au Burkina Faso et au nord du Bénin. Dans la partie occidentale du Burkina, les zones boisées/prairies naturelles très ouvertes (orange) ont été largement remplacées par des zones agricoles (gris). Cette conversion trouve sa cause dans l'extension des zones de culture du coton au Nord-Ouest du Burkina Faso entre 2000 et 2007.

Cependant, certaines conversions des terres boisées peuvent être attribuées à des effets saisonniers, comme une diminution des précipitations au fil des années. Avec la télédétection par satellite il est souvent difficile de distinguer correctement les changements de la couverture terrestre dus à des effets de végétation saisonniers puisqu'ils sont également identifiés en tant que changements de la « verdure » végétale au fil du temps. Pourtant, les principaux modèles de changements dans la zone étudiée ont été validés par des observations de terrain et des données socio-économiques. Le changement de la couverture terrestre que nous avons décrit est en mesure de fournir des prévisions précises des tendances de changement de la couverture terrestre.

dates. Map 3.4 shows an example from the BIOTA project in southern and central Burkina Faso, including northern Ghana and Benin. The colour codes represent land cover classes, and the same region is shown respectively for the year 2000 and 2007.

Between 2000 and 2007, large parts of the closed to open woodlands were replaced by open woodlands, in a lighter green (Map 3.4). Pristine woodlands (dark green) were replaced largely by very open vegetation (woodlands/grasslands in orange), even within protected areas in eastern Burkina Faso and northern Benin. In western Burkina natural very open woodlands/grasslands (orange) has been replaced by agricultural lands (grey) to a large extent. This transformation is due to the expansion of cotton growing areas in northwestern Burkina Faso between 2000 and 2007.

Some of the woodland modifications, however, can be attributed to seasonal effects such as decreases in rainfall over time. In satellite remote sensing it is often difficult to correctly discern land cover changes from seasonal vegetation effects as they are also identified as changes in vegetation 'greenness' over time.

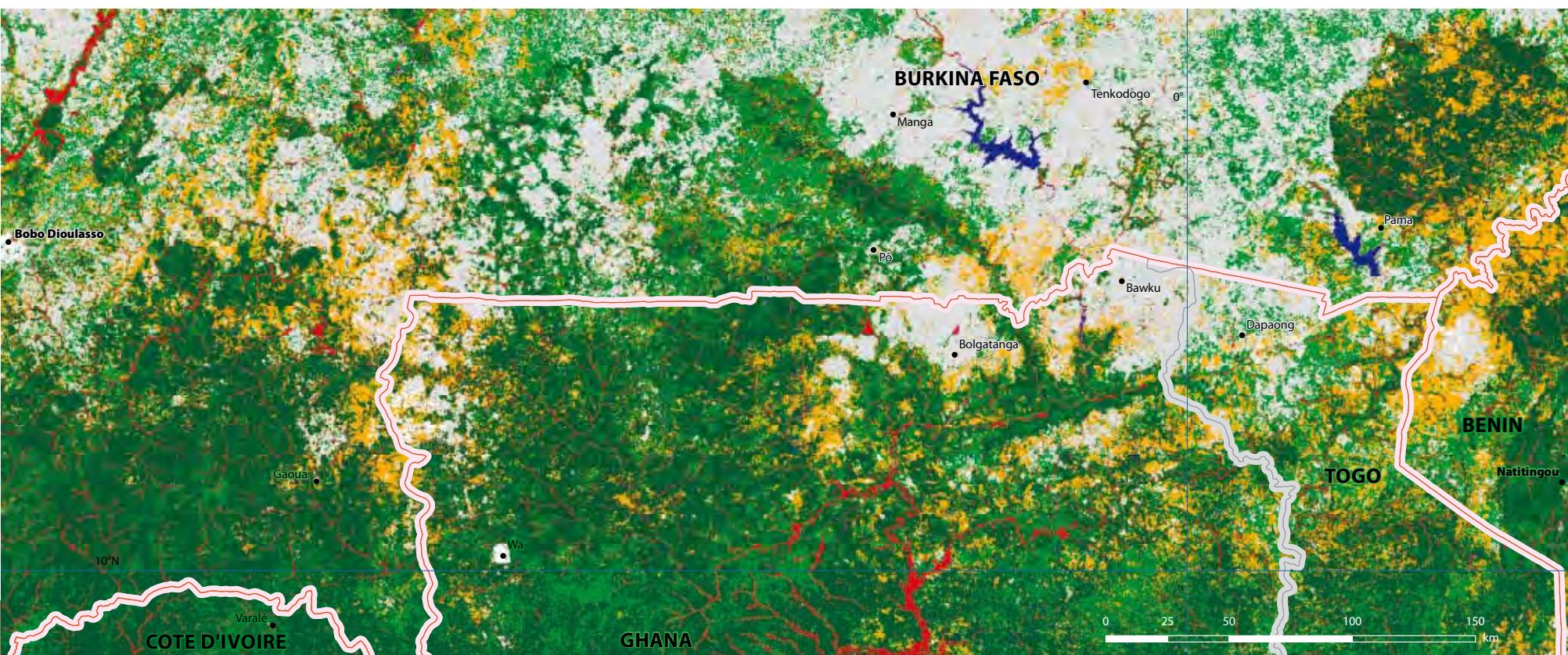
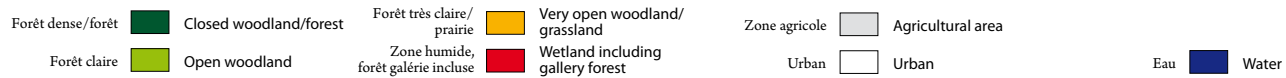
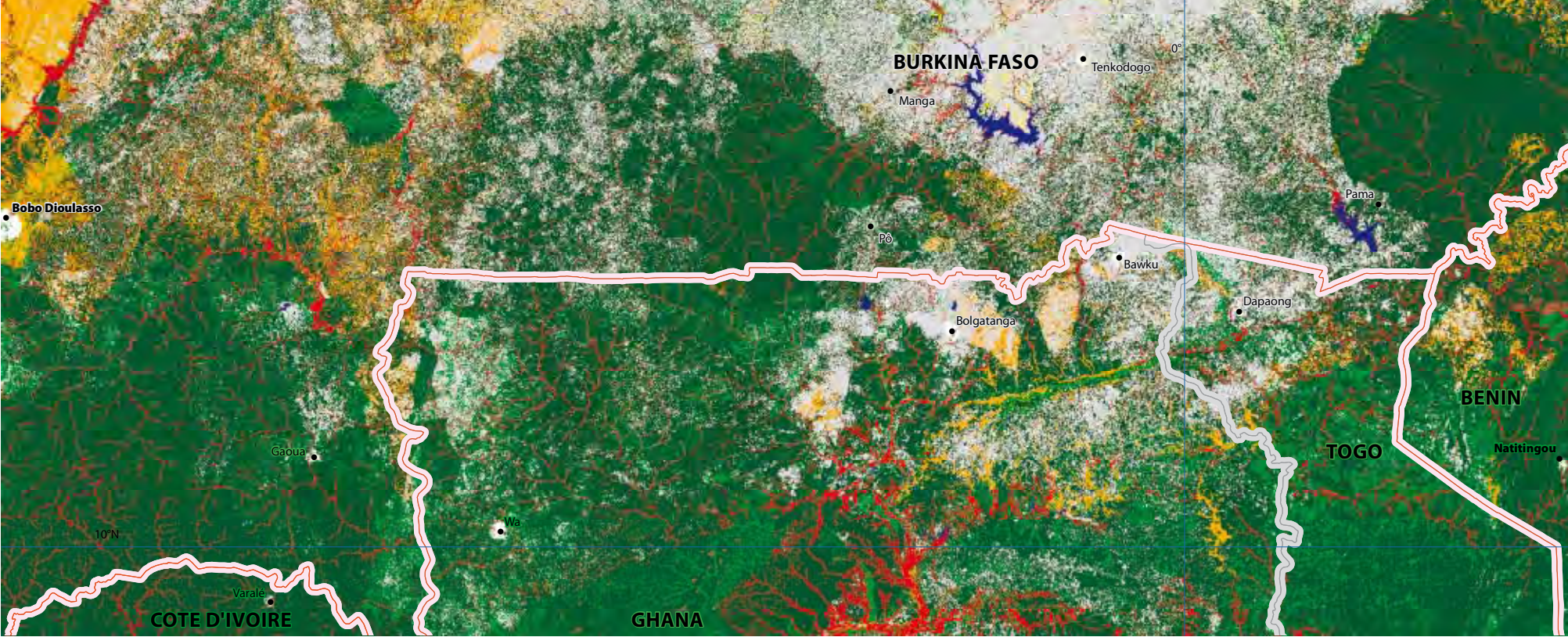
APPLICATION

La télédétection par satellite peut servir à identifier et cartographier efficacement les changements de la couverture terrestre, son ampleur et ses tendances. Avec l'apport de données socio-économiques, il est possible d'évaluer et de quantifier les facteurs responsables de ce changement. Grâce aux statistiques dérivées des cartes satellitaires et des données socio-économiques, les décideurs peuvent prévoir les changements selon une variété de scénarios de changement et de gestion des sols. Dans une étape ultérieure, les scénarios pourraient être observés sur une plateforme d'informations ou une interface de données graphiques. Ultérieurement, l'interface graphique pourrait faire office d'aide visuelle pour les acteurs du projet, les hommes politiques et les agriculteurs, pour évaluer les conséquences des décisions en matière de gestion des ressources et y apporter des améliorations.

Nonetheless the broad patterns of change in the focus area were validated by field observations and socio economic data. The described land cover change can be deemed as accurately predicting current land cover change trends.

APPLICATION

Satellite remote sensing can be employed to effectively identify and map land surface changes, magnitudes and trends. If socio economic data is available the drivers of change can be assessed and quantified. The statistics derived from the satellite mapped change and the socio economic data can be used by decision makers to predict changes under a variety of change and land management scenarios. The scenarios could be, in a further step, visualized within an information platform or graphic data interface. Subsequently the graphical interface could be used by project stakeholders and politicians and farmers as visual aid to assess the consequences of resource management decisions and for improved resource management.



Carte 3.4: Couverture terrestre cartographiée à partir d'images satellites de l'an 2000, en haut, et la couverture terrestre correspondante en 2007, en bas. Plusieurs sources d'images satellites ont été utilisées pour les deux cartes respectivement. | **Map 3.4:** Land cover mapped from satellite imagery for the year 2000, top image, and corresponding land cover in 2007, bottom image. Several satellite image sources were used for both maps.

Données constantes dérivées de la télédétection sur la densité des arbres

Matthias SCHRAMM, Tobias LANDMANN, Miriam MACHWITZ, Michael SCHMIDT, Stefan DECH

Les évaluations sur la **biodiversité**⁷, la distribution des espèces et les modèles de diversité dérivent d'informations extrêmement précises sur la thématique de la couverture **terrestre**⁷. Les méthodes courantes pour dresser la carte des **habitats**⁷ à partir de données dérivées de la télédétection satellitaire, consistent en l'utilisation des ensembles de données et des types de couvertures terrestres, où la couverture terrestre est interprétée en tant que classe homogène sans tenir compte de l'**hétérogénéité**⁷ à l'intérieur de la classe. Les changements graduels entre les différents types de couvertures terrestres, comme les subtils gradients entre les terres boisées et les savanes herbeuses, sont très courants dans les savanes de l'Afrique de l'Ouest. Cependant, ces gradients ne sont généralement pas bien exposés sur les cartes de la couverture terrestre, notamment quand les types de couvertures terrestres sont à une échelle ordinaire et que l'on utilise des polygones définis au sens large.

En outre, la distribution de certaines espèces est étroitement liée au rapport entre les types de couverture terrestre **ligneux**⁷ et herbeux, en raison de l'utilisation qu'elles font de ces formes de vie respectives, par exemple comme nourriture ou comme bois de chauffage. La prévision spatiale des savanes en Afrique de l'Ouest dépend donc en grande partie du rapport entre ces deux composants de couverture terrestre. La différenciation thématique au sens large des habitats n'est pas un indicateur approprié de la distribution des espèces par rapport à leur habitat. Au lieu de cela, pour un plan détaillé de la distribution des espèces, il est indispensable d'obtenir des informations précises sur la densité des arbres.

Pour résoudre le problème des polygones de couverture terrestre grossièrement définis et surmonter les obstacles de la représentation inexacte des gradients de la couverture terrestre, nous avons mis au point une méthode pour dresser des cartes pouvant décrire des proportions continues de différents composants de la couverture terrestre sur une zone bien définie, dont la superficie correspond à un pixel sur l'image satellite. Nous avons mis au point cette méthode et nous l'avons utilisée dans le cadre du projet BIOTA, en nous référant au Parc National de Bontoli au Burkina Faso comme zone d'étude de cas (Carte 3.5).

Pour la méthode du composant pixel, nous avons utilisé plusieurs sources de données satellitaires avec des bandes de fréquence spectrale et des définitions spatiales différentes. Pour dresser la carte d'une zone de densité d'arbres plus vaste nous avons utilisé les données recueillies par un satellite MODIS avec une définition de 250 mètres, aux alentours du parc national de Bontoli. La

carte de la densité des arbres qui en découle, avec une répartition plus précise des changements graduels entre les composants de la savane arborée et de la savane herbeuse, englobe plusieurs habitats et représente leur rapport avec plus de précision. Les cartes 3.6 et 3.7 présentent une comparaison entre une méthode courante pour la subdivision en classes discrètes et le résultat de l'approche mise au point pour le parc national de Bontoli, au Burkina Faso. Pour la carte 3.7 nous avons utilisé les données d'un satellite ASTER de haute définition, pour les deux ensembles de données. Grâce à cette nouvelle approche, l'hétérogénéité de la zone de sol nu, ainsi que les gradients entre les herbes et les arbres, en haut et à gauche de l'image, peuvent être regroupés et répertoriés avec plus de précision. La carte 3.8 présente la carte de la densité des arbres dérivée de la carte de proportion de la couverture terrestre du Parc National de Bontoli décrite plus haut. Le résultat n'est pas un polygone homogène d'une thématique générale de classe de couverture terrestre mais plutôt la carte d'un paysage hétérogène.

Cette méthode d'estimation de proportion de couverture terrestre peut être façonnée pour des zones plus vastes. La carte 3.9 présente une représentation de la densité des arbres pour une vaste zone de l'Afrique de l'Ouest à partir des données recueillies par un satellite MODIS avec une définition de 250 mètres. Le calcul des ensembles de données extrêmement précises sur la densité est donc possible et peut constituer un important paramètre de saisie pour les modèles de distribution des espèces.

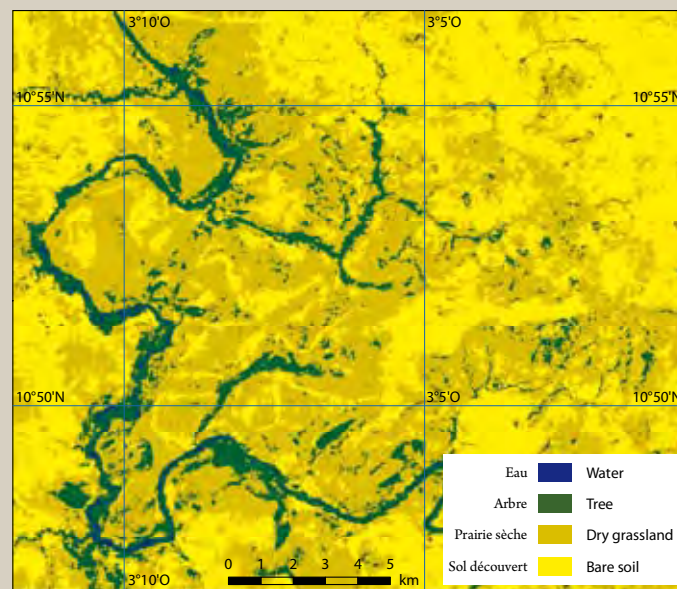
Continuous tree density data as derived by remote sensing

Biodiversity⁷ assessments, species distribution, and diversity models depend on highly accurate thematic land cover information. Common methods of mapping **habitats**⁷ employing satellite remote sensing data often use land cover types and data sets, where the land cover is interpreted as homogenous classes and the **heterogeneity**⁷ within the land cover class is not considered. Gradual changes between land cover types, such as subtle gradients between woodland and grassland savanna, are very common in West African savannas. But largely these gradients are not well described in land cover mapping, especially when land cover types are on an ordinal scale and broadly defined polygons are used.



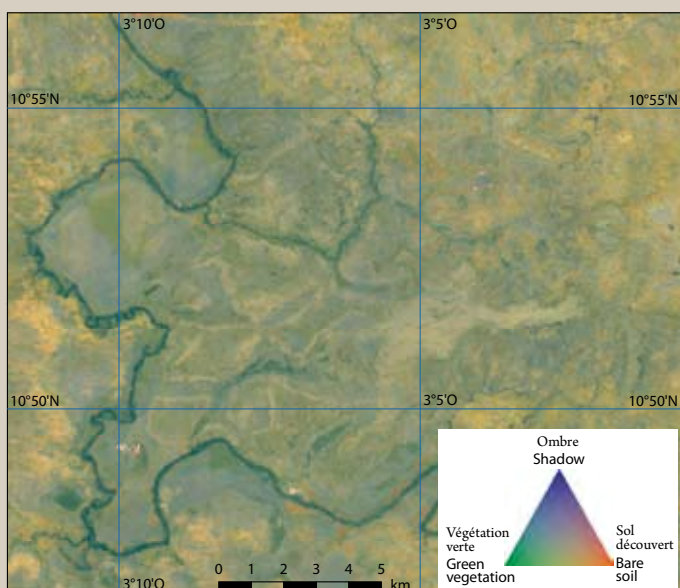
Carte 3.5: Image satellite ASTER du Parc National de Bontioli au Burkina Faso. La couleur rouge signale de fait de végétation photosynthétique active.

Map 3.5: ASTER satellite image of Bontioli National Park in Burkina Faso. Red colour indicates photosynthetic active vegetation.



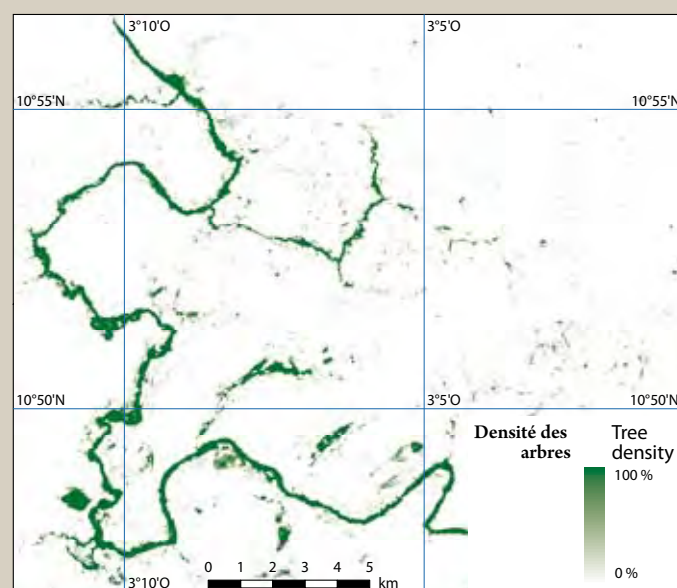
Carte 3.6: Cartographie de la couverture terrestre avec une méthode courante.

Map 3.6: Land cover mapping using common methods.



Carte 3.7: Cartographie de la couverture terrestre avec la nouvelle approche innovatrice fondée sur les composants pixel.

Map 3.7: Land cover mapping with innovative new approach based on pixel components.



Carte 3.8: Densité des arbres obtenue grâce à la nouvelle approche de cartographie par composant pixel.

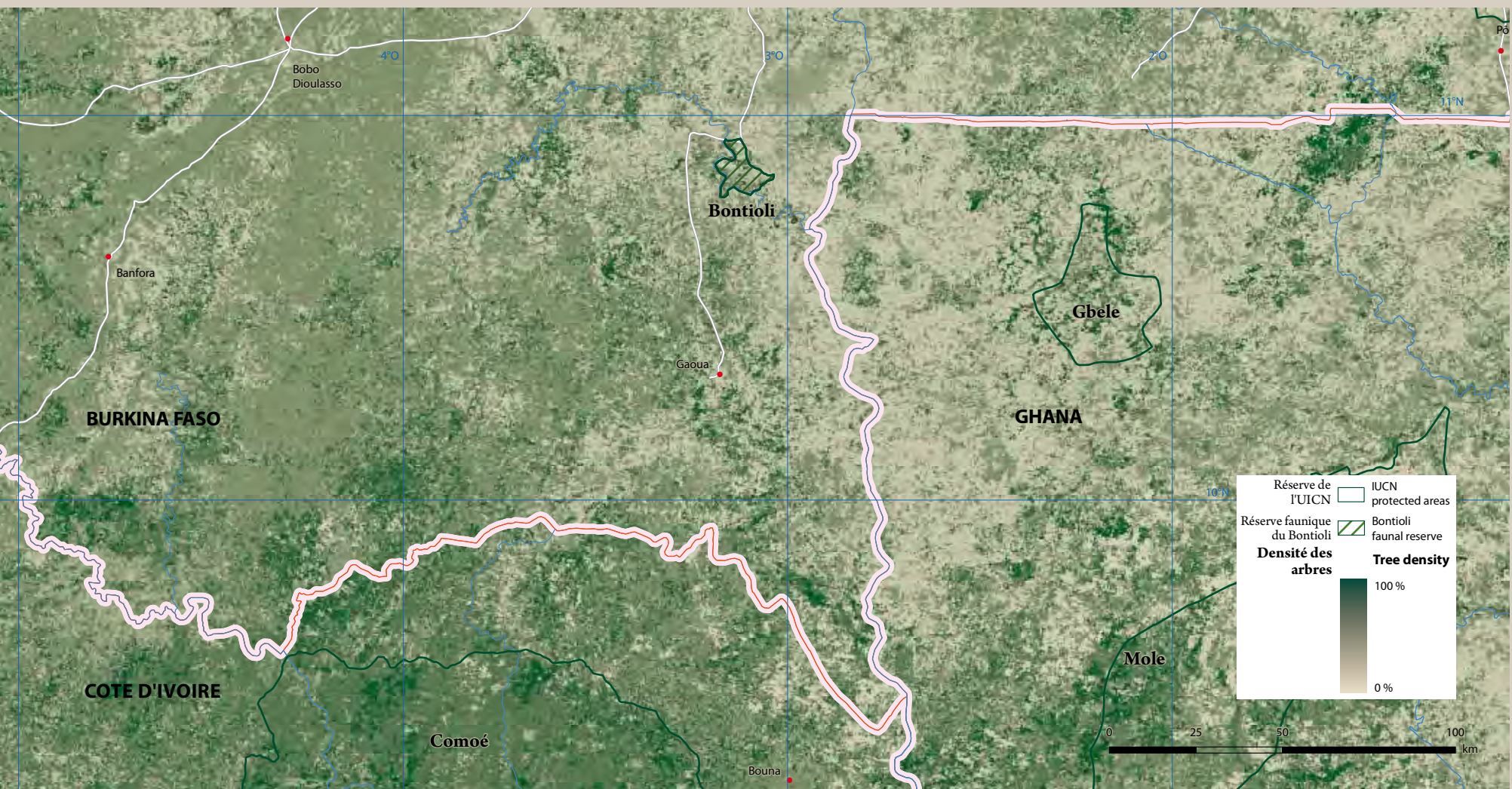
Map 3.8: Tree density extracted from the new pixel component mapping approach.

Moreover, the distribution of some plant species depends on the relation between **ligneous**[↗] and **herbaceous**[↗] land cover types, due to the utilization of these respective life forms for instance as either food or firewood source. Thus the spatial prediction of savannas in West Africa relies largely upon the relationship between these two land cover components. Broad thematic differentiation of habitats is not an appropriate indicator for species distributions in relation to their habitat. Instead, knowledge about accurate tree density is essential for a deeper insight of species distribution.

To solve the problem of broadly defined land cover polygons and overcome obstacles in the inaccurate representation of land cover

gradients we developed a mapping method which has the ability to detect continuous proportions of distinct land cover components in an area, covered by a pixel which makes up a satellite image. We developed this method and employed it within the framework of the BIOTA project, using the Bontioli National Park in Burkina Faso as a case study site (Map 3.5).

For the pixel component method we used several satellite data sources with different spectral wavebands and spatial resolutions. To map a larger area of tree density we used 250-meter resolution MODIS satellite data around the Bontioli National Park. The resulting tree density map with a more accurate discrimination of gradually changes between tree



Carte 3.9: Carte générale de densité d'arbres dans la région d'Afrique occidentale issue du traitement de données à haute résolution MODIS.

Map 3.9: Broad area tree density map of a West African region derived by coarse resolution MODIS data.

and grass savanna components covers several habitats and represents their relationship much more accurately. Map 3.6 and map 3.7 show a comparison between a common method for the subdivision in discrete classes and the result of the developed approach for the Bontioli national park, Burkina Faso. In map 3.7 we used high resolution ASTER satellite data for both data sets. Especially the heterogeneity of the bare soil area as well as the gradient between grasses and trees in the upper right of the image can be modelled and mapped more accurately with this new approach. Map 3.8 shows the tree density map derived from the land cover proportion map of the Bontioli National Park mentioned above. The result is not a homogenous polygon of only one coarse thematic land cover class, but a heterogeneous landscape map.

This method of proportion estimation of land cover can be modelled for broad areas. Map 3.9 shows a tree density map for a wide West African area and using 250-meter MODIS satellite data. Hence the calculation of high accurate density datasets is possible, which can be used as an important input parameter in species distribution models.

3.4

Amphibiens de l'Afrique de l'Ouest

Johannes PENNER
P. Joël ADEBA
Annika HILLERS
S. Gilles A. NAGO
Mark-Oliver RÖDEL

Les amphibiens - Il divise en trois groupes (ordres): les anoures (grenouilles, crapauds, etc.), les cécilies et les urodèles (salamandres, tritons) - sont les descendantes vivants des premiers vertébrés qui sont marchés sur la terre. Leur nom « amphibien » faisant référence à leur mode de vie : la plupart des espèces pondent des oeufs en milieu aquatique et les têtards des oeufs fraîchement éclos ont une phase de vie aquatique jusqu'à leur transformation (**métamorphose**[?]). Les adultes ont une phase **terrestre**[?], du moins partiellement. « Amphi » vient du grec et signifie « des deux côtés » et « bios », qui vient aussi du grec, signifie « vie ». Les amphibiens sont donc des animaux « qui vivent des deux côtés », dans l'eau et sur la terre. Les amphibiens constituent un groupe d'espèces animales fortement menacées, notamment par la perte d'**habitats**[?] favorables.

West African Amphibians

Amphibians can be divided into three large groups (orders): anurans (frogs, toads, etc.), caecilians and urodela (newts, salamanders). They are the living cousins of the first **vertebrates**[?] to walk on land, their name "amphibians" stemming from their life cycle: most species lay eggs in water and the hatched tadpoles live an aquatic life until they transform (**metamorphose**[?]) into adults, which live, at least partly, **terrestrial**[?]. "Amphi" is Greek and means on "both sides" and "bios" is also Greek and translates into "life". Hence amphibians are animals "living on both sides", water and land. Amphibians are a highly threatened animal group, endangered especially by the loss of suitable **habitats**[?].

FORMS AND LIFESTYLES

Anurans: The most species rich amphibian order are the tailless amphibians or anurans, also known as frogs and

MODES ET STYLES DE VIE

Les Anoures : L'ordre des amphibiens avec la plus grande diversité d'espèces est celui des amphibiens sans queue ou anoures, plus couramment connus comme les grenouilles et les crapauds. À ce jour, presque 200 espèces de 12 familles ont été répertoriées en Afrique de l'Ouest. Les vrais crapauds (famille Bufonidae : 20 espèces) ont pour la plupart des peaux verruqueuses et de grosses glandes des deux côtés de la tête derrière les yeux (voir Fig. 3.13). Les formes et les tailles de ces glandes sont des traits caractéristiques pour déterminer les espèces. Outre quelques espèces spécialisées de crapauds vivant dans les forêts, beaucoup d'autres crapauds sont très fréquents dans les champs, les villages et les villes. L'une des raisons de l'existence de certaines espèces très courantes est la capacité des femelles de produire des dizaines de milliers d'oeufs. Les anoures regroupent une grande variété de modes et de styles de vie : les espèces marrons de petites tailles, vivant pour la plupart dans les litières feuillues des forêts; les rainettes aux couleurs vives, dont on entend souvent les cris provenant de la végétation le long des cours d'eau; les espèces complètement aquatiques, ne sortant de l'eau que pour se déplacer d'un étang à l'autre; les grandes espèces des savanes, souvent adaptées à la vie dans les champs; les espèces de taille

toads. So far almost 200 species belonging to 12 families are known from West Africa. True toads (family Bufonidae: 20 species) have mostly warty skins and large glands at the side of their head behind the eyes (see Fig. 3.13). Shapes and sizes of these glands are a good feature for determining the species. Besides a few toad species specialised on forests, many toads are commonly encountered in fields, villages and towns. One reason for the success of the common toads, lies in the ability of a single female to produce tens of thousands of eggs. Anurans comprise a huge variety of forms and lifestyles: ranging from small brown species, living mostly in the leaf litter of forests; colourful tree frogs, which can often be heard calling in the nights from the vegetation along water; completely aquatic species, only leaving the water to travel between ponds; large savanna species, which are often able to live in fields; medium sized species, occupying small streams and calling like birds to species which can jump several meters. For example the "rocket frog" (*Ptychadena oxyrynchus*, Fig. 3.14) can be found throughout savanna regions in Africa and is known to be able to leap up to 12 m, the world record in frog long jump.

moyenne, vivant dans les petits ruisseaux et dont le cri ressemble à celui d'un oiseau et les espèces pouvant faire des sauts de plusieurs mètres. Par exemple, la «grenouille fusée» (*Ptychadena oxyrhynchus*) (Fig. 3.14) très fréquente dans toutes les régions de savane en Afrique et peut faire des sauts de 12m de long, le record mondial du saut en longueur de grenouille.

Les Cécilies : Un groupe souvent négligé d'amphibiens est celui des cécilies. Ils sont dépourvus des extrémités, ils ont une queue, vivent sous terre et sont très semblables à des vers de terre (Fig. 3.15). Leurs yeux sont quasiment invisibles et la plupart des espèces de ce groupe ont probablement un style de vie **prédateur**, se nourrissant de vers de terre et d'autres **invertébrés** à corps mou.

Urodèles : Le troisième ordre, les Urodèles (caudata) ou salamandres, sont munis d'extrémités et d'une queue. On ne trouve aucune espèce de cet ordre en Afrique sub-saharienne.

Bien que les amphibiens soient largement étudiés dans de nombreuses zones de Afrique de l'Ouest, il arrive parfois de découvrir des espèces inconnues des scientifiques dans des zones restreintes,

Caecilians: An often overlooked amphibian group are the caecilians. They are legless, have a tail, live underground and very much look like earthworms (Fig. 3.15). Their eyes are barely visible and probably most species of this group follow a **predatory** lifestyle feeding on earthworms and other soft bodied **invertebrates**.

Urodela: Members of this group have legs and a tail. No species of this order occurs in Africa south of the Sahara.

Although many West African areas are well investigated for amphibians, species new to science are still found in sometimes small, but still unexplored areas, especially in forests. Even in the middle of large towns, for example in the Banco National Park within the city of Abidjan (Côte d'Ivoire), a new frog species (and at the same time a new genus), was discovered and described in 2009 [5]. It was named *Morerella cyanophthalma* referring to the blue eyes of the females (Fig. 3.16).

Amphibians are also remarkable because they are the vertebrate group with the most variable reproduction strategies



Fig. 3.13: *Bufo maculatus* MRO

Fig. 3.14: *Ptychadena oxyrhynchus* RER

Fig. 3.15: *Geotrypetes seraphini* MRO

Fig. 3.16: *Morerella cyanophthalma* DMA

souvent inexplorées, notamment dans les forêts, bien qu'également présents au coeur de grandes agglomérations, par exemple dans le Parc National de Banco au coeur de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Une nouvelle espèce de grenouille (ainsi qu'un nouveau genre) a été découverte en 2009 [5]. Elle a été nommée *Morerella cyanophthalma* en référence aux yeux bleus des femelles (Fig. 3.16). Les amphibiens constituent le groupe de **vertébrés** disposant du plus grand nombre de stratégies de reproduction et il y a donc plusieurs variations du schéma général de la métamorphose de la phase de vie aquatique à la phase de vie terrestre. Certaines espèces protègent leur progéniture de la dessiccation (les grenouille à nez de cochon, *Hemisus*) ou contre les prédateurs (ouaouarons, *Pyxicephalus*). Ces derniers creusent même des tunnels jusqu'aux sources d'eau proches quand l'habitat larvaire se dessèche. Certaines espèces utilisent des lacs minuscules comme des trous d'arbres ou des coquilles d'escargots remplies d'eau comme habitat pour les têtards. D'autres encore font des nids de mousse dans la végétation et y cachent leurs oeufs. Les rainettes (*Hyperoliidae*) collent ou enroulent leurs oeufs dans des feuilles et les têtards fraîchement éclos tombent dans l'eau. Il existe également des grenouilles au développement direct, c'est-à-dire qu'elles ne passent pas par une phase de

and hence there are many variations of the general scheme of water to land metamorphose. Some species protect their offspring from desiccation (pig-nosed frogs, *Hemisus*) or against predators (bullfrogs, *Pyxicephalus*). The latter even dig channels to nearby waters if the larval habitat is drying out. Some species use tiny ponds like tree holes or snail shells filled with water as tadpole habitat. Others make foam nests in the vegetation and hide the eggs inside. Treefrogs (*Hyperoliidae*) often glue or fold their eggs into the vegetation and the freshly hatched tadpoles drop into water. There are even frogs with a direct development, which means they do not have the tadpole stage, but the froglets hatch directly from the eggs (e.g. squeakers, *Arthroleptis*). The most spectacular variation of a reproduction strategy is giving live birth to fully developed, albeit small frogs (**vivipary**). Worldwide this can be observed in only one amphibian species, the Nimba toad (*Nimbaphrynoides occidentalis*). This species occurs exclusively in a very small mountain grassland area on the ridges and tops of the Nimba Mountains, located on the borders between Liberia, Côte d'Ivoire and Guinea. Adults are about 2-3 cm long and the females nourish the developing embryo directly by a placenta like structure. After

têtard mais les petites grenouilles sortent directement des oeufs (par exemple, les grenouilles criardes, *Arthroleptis*). La plus spectaculaire des variations de stratégies de reproduction est celle qui consiste à accoucher des grenouilles vivantes, qui bien que petites, sont entièrement développées (**vivipares**). Ceci est le cas d'une seule espèce d'amphibiens dans le monde, le crapaud des Monts Nimba (*Nimbaphrynoides occidentalis*). Cette espèce se développe exclusivement dans une petite zone de savane montagnaise, sur les sommets et les contre-pentes des Monts Nimba, située aux frontières du Libéria, de la Côte d'Ivoire et de la Guinée. Les adultes mesurent environ 2-3 cm de longueur et les femelles nourrissent directement l'embryon à partir d'une structure semblable à un placenta. Au bout d'une période de 9 mois, elles accouchent d'environ 12 juvéniles de 7 mm de longueur.

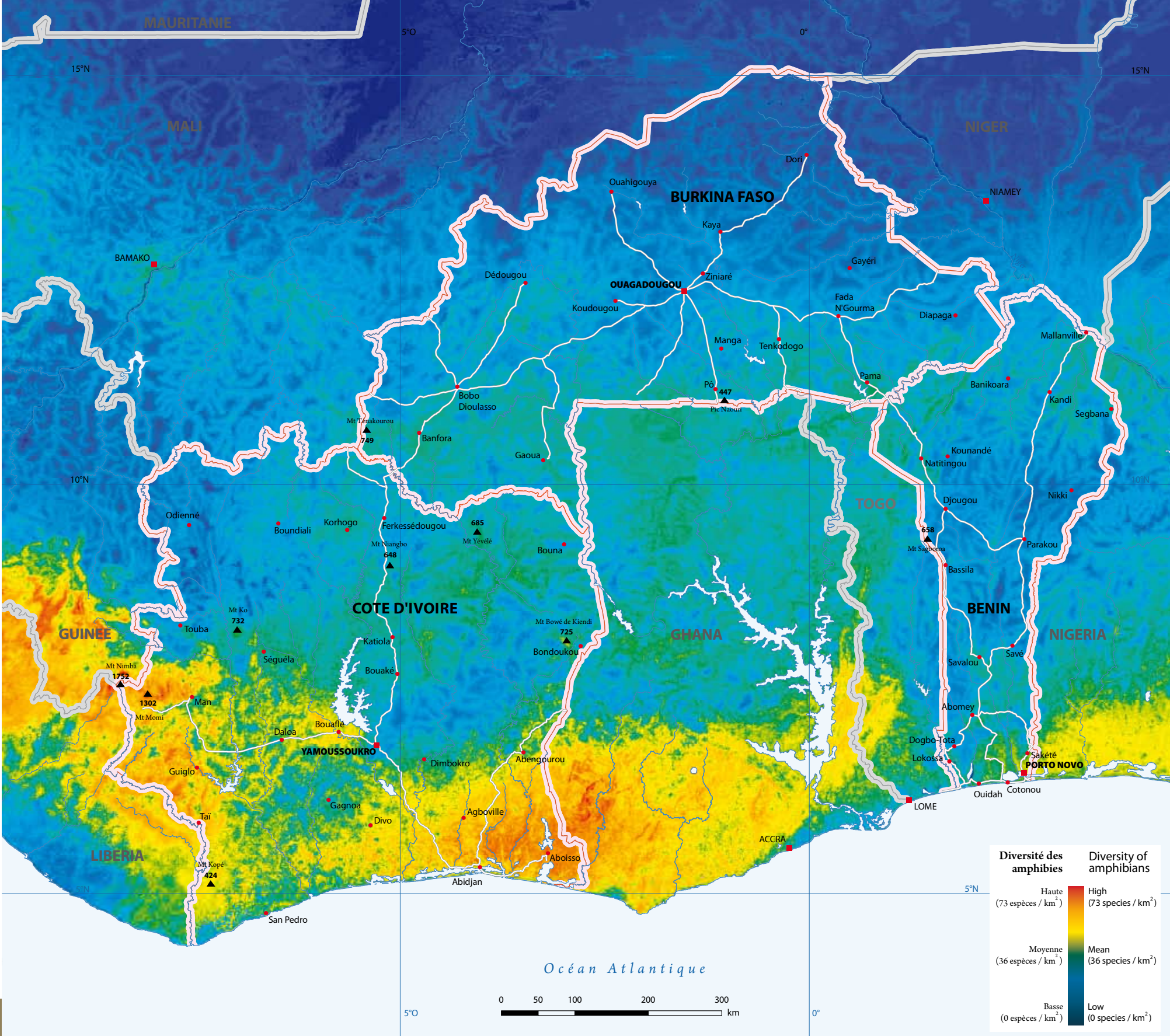
LA DISTRIBUTION DES ESPECES

La diversité des espèces d'amphibiens en Afrique de l'Ouest n'est pas distribuée de manière uniforme. Les forêts des bas pays de l'Afrique de l'Ouest sont généralement considérées comme des « hotspot » pour la diversité des espèces. Ceci est notamment dû au fait que certaines espèces ne se développent que dans ces zones

a period of nine months they give birth to about 12 toadlets of 7 mm body length.

SPECIES DISTRIBUTION

The species richness of amphibians in West Africa is not distributed uniformly. The lowland forests of Western Africa are generally considered as a "hotspot" for species diversity. This is mainly due to species which occur only in these particular areas and nowhere else. These are called endemic species. Distributional records are normally only available as points of occurrence. For larger areas it is impossible to say where species occur and where not. One way to estimate where species could live is via statistical modelling. The points of occurrence are set into relation to site conditions of the same areas via repeated calculations of a mathematical formula (iterative algorithm). These relationships are then extrapolated to larger areas. This was done for most West African species and the resulting species richness map with a resolution of 1 km² is shown in the map (Map 3.10). There are several areas where there is an overall very high number of species, e.g. the forests of western Ghana and eastern Côte d'Ivoire and the border region of Côte d'Ivoire and



Carte 3.10: Modélisation de la carte sur la diversité des espèces d'amphibiens en Afrique de l'Ouest en ayant utilisé une définition d'1km².

Map 3.10: Modelled amphibian species richness in Western Africa using a resolution of 1km².

et nulle par ailleurs. C'est ce que l'on appelle les espèces endémiques. Les quelques archives disponibles sur la distribution ne font souvent références qu'au lieu de la découverte. Dans des zones plus vastes il est impossible d'établir la présence ou l'absence de certaines espèces. Un moyen d'évaluer où pourraient se trouver certaines espèces est l'utilisation des modèles statistiques. Les lieux des occurrences sont mis en relation aux conditions environnementales des sites par une formule mathématique à répétition (algorithme itératif). Ces rapports sont ensuite extrapolés vers des zones plus vastes. Ce procédé a été utilisé pour la plupart des espèces d'Afrique de l'Ouest, et a permis de cartographier la variété des espèces avec une définition de 1km², que l'on peut apprécier sur la carte (Carte 3.10). Il existe plusieurs zones où l'on retrouve un très grand nombre d'espèces, par exemple les forêts à l'Ouest du Ghana et à l'Est de la Côte d'Ivoire mais aussi sur la frontière entre la Côte d'Ivoire et le Libéria. Certaines zones, comme les Monts Nimba, hébergent un très grand nombre d'espèces (jusqu'à présent 67), y compris des espèces rares et à distribution réduite. Une zone importante pour les amphibiens en Afrique de l'Ouest est le Parc National de Taï, au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Il s'agit de la plus grande forêt tropicale protégée en Afrique de l'Ouest, hébergeant presque 60 espèces

Liberia. Some areas, like the Nimba Mountains hold especially high numbers of species (so far 67) including rare and range restricted species. One important area for amphibians in West Africa is the Taï National Park in south-western Côte d'Ivoire. It is the largest protected rain forest in Western Africa and home to almost 60 amphibian species, many of them rare and

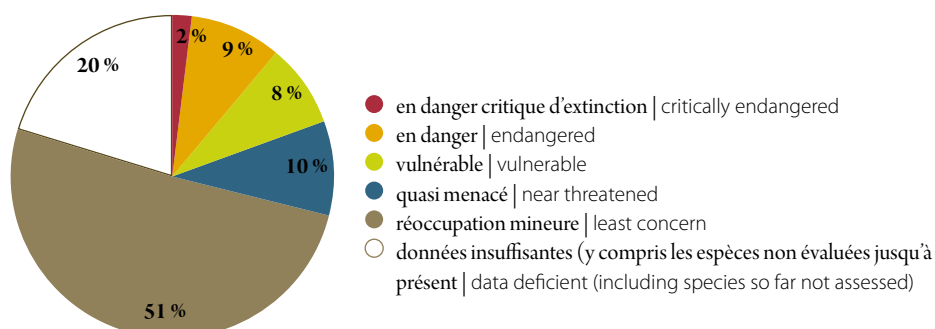


Fig. 3.17: Pourcentage d'espèces d'amphibiens menacées en Afrique de l'Ouest. Les catégories telles que définies sur la liste rouge de l'UICN. | Percentage of threatened West African amphibian species. Categories according to IUCN Red List.

d'amphibiens, dont une grande partie rares ou menacées. Les savanes hébergent naturellement moins d'espèces d'amphibiens que les forêts tropicales puisque leurs conditions arides ne sont pas appropriées pour de nombreuses espèces. Cependant, les Parcs Nationaux de Comoé (Côte d'Ivoire) ou de Pendjari (Bénin), qui abritent plus de 30 espèces, sont exceptionnel par rapport à d'autres savanes dans le reste du monde [6], [7].

L'IMPORTANCE ÉCOLOGIQUE

Les espèces d'amphibiens sont des très bons indicateurs d'un environnement sain, c'est-à-dire que l'exploitation forestière sélective à elle seule peut modifier complètement la composition de la **faune**[↗] amphibiens [8]. Cela veut dire qu'ils sont en mesure de signaler une détérioration environnementale avec une certaine anticipation par rapport à d'autres groupes d'organismes donc de nous avertir sur l'imminence de sérieuses menaces, même pour l'homme. Les amphibiens sont aussi importants pour entretenir un **écosystème**[↗] sain. Par exemple, les mares des savanes se dessèchent régulièrement. Les poissons ne peuvent donc pas survivre et ce sont les têtards qui, en consommant une grande quantité d'**algues**[↗], assurent le bon entretien de la qualité de l'eau pour les animaux et pour

endangered. Savannas naturally harbour fewer amphibian species than rain forests, as the drier conditions are not suitable for many amphibian species. But with more than 30 species the Comoé National Park (Côte d'Ivoire) or the Pendjari National Park (Benin) are especially diverse compared to other savanna habitats around the world [6], [7].

ECOLOGICAL IMPORTANCE

Amphibians are important indicator species of an intact environment, i.e. even selective logging in rain forests results in a completely altered composition of the amphibian **fauna**[↗] [8]. This is a sign that they can indicate environmental **degradation**[↗] earlier than other groups of organisms and hence point to anticipated threats perilous even for humans. Amphibians are also crucial for maintaining a healthy **ecosystem**[↗]. For example ponds in savanna regions dry out regularly. Fish thus can not survive and tadpoles, eating lots of **algae**[↗], are the main factor maintaining good water quality for animals and also humans. Predatory tadpoles also reduce the number of mosquito larvae in these waters and hence may control the spreading of diseases transmitted by mosquitoes, such as malaria.

l'homme. Les têtards prédateurs réduisent également le nombre de larves de moustiques sur ces eaux et peuvent donc enrayer la propagation de certaines maladies transmises par les moustiques, comme la malaria.

LES MENACES

De tous les vertébrés, les amphibiens constituent le groupe animal avec le plus fort pourcentage d'espèces menacées dans le monde entier [9]. Plus d'un tiers de toutes les espèces est menacé dans le monde, ce qui vaut également pour l'Afrique de l'Ouest (voir Fig. 3.17). La perte d'habitat est la principale raison de cette régression. De nombreuses forêts sont rasées ou transformées en plantations. Beaucoup d'espèces d'amphibiens étant spécialisée aux certains habitats ou ne pouvant pas s'adapter à un nouvel environnement disparaissent localement. Il existe également un certain nombre de facteurs intervenant dans ce processus, par exemple l'utilisation non durable des grenouilles (voir la case suivante) ou les maladies énigmatiques (**champignons**[?], virus, etc.). Souvent discuter est le champignon (*Batrachochytrium dendrobatidis*). Il change les propriétés de peau et est la raison de leur mort. Bien que jusqu'à présent cela ne soit pas déterminant en Afrique de l'Ouest, des études

THREATS

Of all vertebrates, amphibians are the animal group with the highest percentage of threatened species worldwide [9]. More than one third of all species are threatened globally, which also holds true for West Africa (see Fig. 3.17). The main reason for the current amphibian decline is habitat loss. Many forests are cut down or converted into plantations. Being specialised on certain habitats and not being able to adapt to new environments, many amphibian species become locally extinct. There are also a number of other factors involved in the current decline, e.g. unsustainable use of frogs (see the following box) or enigmatic disease (**fungi**[?], viruses, etc.). Often discussed is the so called chytrid fungus (*Batrachochytrium dendrobatidis*). It can change the skin properties of the infected frogs and cause their death. So far chytrid does not play a role in West Africa but detailed studies have just started. Global change will certainly affect amphibians in Africa as well. However, the extent and intensity are completely unknown. However, only one thing is certain, the few species which already adapt well to human made changes will profit, but the majority of species will have severe difficulties in dealing with these changes. If we manage to conserve

détaillées sont en cours. Le changement global atteindra aussi très probablement la faune amphibienne en Afrique de l'Ouest. Cependant, nous ne pouvons en prédire ni l'étendue ni l'intensité. Cela dit, une seule chose est certaine, ce sont les espèces qui s'adaptent déjà bien aux changements provoqués par l'homme qui en tireront profit tandis que la plupart des espèces auront beaucoup de mal à supporter ces changements. Si nous arrivons à conserver les habitats importants dans les zones cruciales, c'est-à-dire là où vivent un grand nombre d'espèces endémiques, le sort des amphibiens et des services qu'ils apportent à la nature donc à l'homme, pourraient perdurer sur les prochaines générations.

Ordre scientifique Scientific order	Nom courant Common name	Pattes Legs	Queue Tail	Nombre d'espèces en Afrique de l'Ouest par famille No. species in West Africa per family
Anura	Crapauds et grenouilles Toads and frogs	x		Arthroleptidae: 36 Bufonidae: 20 Dicroglossidae: 1 Hemisotidae: 2 Hyperoliidae: 47 Microhylidae: 1 Petropedetidae: 13 Phrynobatrachidae: 26 Pipidae: 5 Pyxicephalidae: 19 Ranidae: 5 Rhacophoridae: 1
Caudata	Salamandres, tritons Salamanders, newts	x	x	Ne se développent pas en Afrique subsaharienne ; Do not occur in Sub-Saharan Africa
Gymnophiona	Caeciliens Caecilians		x	Caecilidae: 4

Tab. 3.1: Nombre d'espèces d'amphibiens en Afrique de l'Ouest par famille. | Number of amphibian species in West Africa, per family.

important habitats in crucial areas, i.e. where many and endemic species live, the chances will be better that most amphibians and the services they provide to nature and hence also to humans, may prevail for upcoming generations.

Utilisation non durable des grenouilles en Afrique de l'Ouest

Meike MOHNEKE, Mareike HIRSCHFELD, Mark-Oliver RÖDEL

Les grenouilles étaient devenues des animaux très délicieuses en Europe au 16^e siècle. Ceci est particulièrement dû au fait que leurs cuisses étaient appréciées sur le plan alimentaire. Dans certaines régions, la consommation des grenouilles a presque anéanti les grenouilles vertes européennes (*Pelophylax* spp.). Lorsque la collecte, le trafic et la vente de ces espèces de grenouilles européennes ont été interdits, les pays ont commencé à importer les pattes de grenouilles d'Asie. Conséquence, une tragédie similaire se produit en Inde et certaines espèces ont donc fini par s'éteindre. Les insectes des pépinières de riz commençaient à augmenter et les paysans se voient obligés de se rabattre sur des insecticides très chers et insalubres afin d'éliminer ces insectes, rôle qui autrefois était attribué aux grenouilles.

Par le passé, en Afrique de l'Ouest, les amphibiens étaient attrapés à l'intérieur et aux alentours de certains villages pour la consommation. Très souvent, le seul critère de sélection était la taille et les espèces les plus grosses étaient donc préférées. Comme exemple, dans la province de Gourma aujourd'hui, les grenouilles sont capturées par la population, seulement pour leur propre consommation. Les crapauds (*Amietophrynus maculatus*, *A. regularis*) et les têtards sont également collectés, préparés et vendus dans différents marchés locaux. En plus de leur usage dans l'alimentation, les grenouilles sont également utilisées à des fins médicales. Dans les zones sous-équipées en infrastructures médicales surtout, les populations locales se soignent toujours avec la médecine traditionnelle. Les crapauds sont particulièrement utilisés pour soigner les maladies telles que la coqueluche, les appendicites ou les blessures et plaies ouvertes. La capture des grenouilles se fait depuis les temps anciens et cette pratique était du moins durable.

Au cours des dernières années, la demande en grenouilles va au-delà des habitudes de consommation locales: dans toute l'Afrique de l'Ouest, plusieurs hôtels et restaurants offrent dans leurs menus des cuisses de grenouilles. Au Burkina Faso, par exemple, le commerce des grenouilles est prédominant dans la province de Ganzourgou. De plus, le commerce international des grenouilles en Afrique de l'Ouest semble également avoir beaucoup augmenté. On peut observer aujourd'hui un commerce transfrontalier intense de grenouilles entre le Bénin et le Nigeria [10]. Les espèces de grenouilles scientifiquement appelées *Hoplobatrachus occipitalis* sont particulièrement commercialisées en grand nombre. Les grenouilles sont généralement attrapées dans les plaines d'inondation du Bénin, du Niger et du Tchad, puis transportées vers les grandes villes du Sud du Nigeria où elles sont vendues. Souvent, elles sont séchées ou fumées, mais les consommateurs les préfèrent aussi préparées, frites ou rôties (Fig. 3.18). Les grenouilles sont souvent

capturées durant toute l'année, mais la majorité est attrapée pendant la saison sèche où l'eau des étangs temporaires disparaît et que juste quelques flaques d'eau restent. C'est en ce moment que les grenouilles deviennent faciles à attraper, très souvent même à la main. Pour attraper les grenouilles, surtout en grande quantité, la population utilise différents types d'outils. Hameçons et filets de pêche sont parfois utilisés, très souvent pendant les séances de pêche. Les grenouilles sont capturées en grand nombre à l'aide de nasses, placés le long de la rive pendant la saison sèche. Les grenouilles de l'espèce, *Hoplobatrachus occipitalis* en particulier, sont faciles à attraper pendant cette période. En effet, un collecteur de grenouilles à lui seul peut capturer environ 800 grenouilles en une semaine. Ainsi, dans un village où il y a seulement dix collecteurs, une moyenne de près de 1,6 t de grenouilles est attrapée par mois.

Conséquences : Ces chiffres potentiellement élevés montrent une utilisation non durable des grenouilles étant donné que les grenouilles de savanes sont des espèces clés du fonctionnement des eaux temporaires des savanes. La plupart des têtards sont des organismes filtreurs qui permettent d'augmenter la qualité de l'eau. Les têtards d'*Hoplobatrachus occipitalis*, qui font partie des espèces les plus consommées, sont carnivores et se nourrissent de larves de moustiques. La diminution de ces têtards pourrait engendrer une multiplication des moustiques, et ainsi élever le risque de contracter le paludisme. Enfin, les amphibiens adultes consomment souvent de grandes quantités d'insectes parmi lesquels on compte des parasites². Tous ces services de l'écosystème disparaissent lorsque les grenouilles subissent une exploitation non durable. Les populations doivent donc aspirer à une utilisation durable des amphibiens.

Unsustainable use of frogs in West Africa

In Europe frogs became a delicacy in the 16th century, this concerns especially frog legs. In some regions this appetite nearly wiped out the European green frogs (*Pelophylax* spp.). When collecting, transportation and selling of these European frog species was prohibited, the countries started importing frog legs from Asia. As consequence, a similar tragedy took place in India: some species nearly became extinct. Insect pests in the rice paddies started to increase and farmers had to deal with expensive and unhealthy insecticides, tasks previously done by the frogs.

Traditionally, in West Africa amphibians were mainly harvested and consumed in and around particular villages and often the only selection criteria was size, i.e. larger species were preferred. In the province of Gourma, as an example, frogs are harvested for self-supply only. Also toads (*Amietophrynus maculatus*, *A. regularis*) and tadpoles are collected, prepared and sold on various local markets. Besides as food, frogs are also used for medical treatment. Especially in areas where

there is less medical infrastructure the local population keeps the knowledge of traditional cure. Particularly toads are adopted when curing diseases like whooping cough, appendicitis, or injuries and open wounds. This kind of frog harvest seems to have been done for ages and has most likely been sustainable.

In recent years the demand for frogs, however, has increased above local consumption habits: many hotels and restaurants, all over West Africa, offer frog legs on their menus. In Burkina Faso, for example, commercial frog trade can be found in the province of Ganzourgou. Furthermore, the international frog trade in West Africa has also seemed to increase dramatically. An intense cross-border trade of frogs from Benin to Nigeria can be observed today [10]. Especially frogs of the species *Hoplobatrachus occipitalis* are traded in large amounts. Collected in the floodplains in Benin, Niger and Chad they are exported to Nigeria and transported to the larger cities in the South where they are sold. Usually, these frogs are dried or smoked, but people also like them cooked, fried or roasted (Fig. 3.18). The frogs are often harvested all year round, but the majority is caught during the dry season, when the water in the temporary ponds is disappearing and only small puddles are left. Then the frogs are very easy to catch, often simply by hand. If people want to catch larger quantities, they use different kinds of tools. Hooks and fishing nets are sometimes used, often while catching fish. The highest numbers of frogs are harvested with funnel traps, which are placed in and along riverbanks during the dry season. Especially the larger water frogs like *Hoplobatrachus occipitalis* are an easy hunt during this time. In this way, one frog collector alone can harvest up to 800 frogs in only one week. Hence, in a village with only ten collectors, on average 1.6 t of frogs are harvested per month.

Consequences: These potential unsustainable numbers of harvested frogs are frightening as savanna frogs are key-species for the functioning of temporary savanna waters. Most tadpoles are filter-feeders and help maintain water quality high. Especially the tadpoles of the foremost consumed species, *Hoplobatrachus occipitalis*, are carnivorous and feed on mosquito larvae. A decrease of *Hoplobatrachus* tadpoles might result in an increase of mosquitoes, hence a higher risk of Malaria. Finally the amphibian adults usually devour large quantities of insects, amongst them pest species. All these **ecosystem**⁷ services are lost when the frogs are harvested in an unsustainable manner. A sustainable use of amphibians should thus be aspired.

Fig. 3.18: *Hoplobatrachus occipitalis* éviscéré et séché au soleil à Mallanville, Bénin. | Disemboweled *Hoplobatrachus occipitalis* being sun dried in Mallanville, Benin. MHI



3.5

Les chauves-souris d'Afrique de l'Ouest

Jakob FAHR

Les chauves-souris (Chiroptères) constituent, après les rongeurs, le second plus grand ordre des **mammifères**[?] et comprennent plus de 1 100 espèces (soit près d'un quart de tous les mammifères). Elles sont nocturnes, c'est-à-dire actives pendant la nuit, et sont les seuls mammifères à avoir développé un vol propulsé. Les chauves-souris ont une distribution mondiale avec des écologies extrêmement diverses, des cycles biologiques, des morphologies et des adaptations sensorielles uniques qui leur ont permis d'exploiter une large gamme de niches écologiques.

CLASSIFICATION

En Afrique, on distingue deux principaux groupes de chauves-souris qui diffèrent par leurs habitudes alimentaires et leur écologie sensorielle.

- Les **roussettes**[?] se nourrissent de fruits aussi bien que de nectar

et comptent sur leur vision (vue) et olfaction (odorat) pour trouver leur nourriture. La taille des espèces africaines varie des petites chauves-souris **nectarivores**[?] à longue langue (*Megaloglossus woermanni*, poids 15g) aux grandes chauves-souris à la tête en marteau (*Hypsignathus monstrosus*, poids 250-420 g, envergure allant jusqu'à 1 m), Fig. 3.19.

- Les chauves-souris **insectivores**[?] sont également connues sous le nom de « chauves-souris écholocalisatrices » du fait de leur faculté à utiliser l'écholocalisation pour se diriger et rechercher leur nourriture constituée principalement d'insectes. Les espèces africaines varient en taille des toutes petites (poids 3 g) aux modérément grandes (poids > 200 g, envergure allant jusqu'à 70 cm).

HABITUDES ALIMENTAIRES ET IMPORTANCE ECOLOGIQUE

Les chauves-souris jouent un rôle capital dans les **écosystèmes**[?] en tant que disséminateur de graines, pollinisateur de plantes et également **prédateur**[?] d'insectes.

Les **roussettes** se nourrissent de fruits, de nectar et de pollen.

Elles visitent et pollinisent les fleurs d'arbres tels que le baobab

Bats of West Africa

Bats (Chiroptera) are the second largest order of **mammals**[?] after rodents and comprise more than 1 100 species (about a quarter of all mammals). They are nocturnal, i.e. active during the night, and unique among mammals in having evolved powered flight. Bats have a worldwide distribution with extremely diverse ecologies, life histories, morphologies and unique sensory adaptations that have enabled them to exploit a wide range of ecological niches.

CLASSIFICATION

In Africa two major ecological groups of bats are found that differ in their feeding and sensory ecology:

- Flying foxes or Old World fruit bats feed on fruit as well as nectar and rely on vision (sight) and olfaction (smell) to find food. The size of African species ranges from the tiny long-

tongued fruit bat (*Megaloglossus woermanni*, weight 15 g) to the very large hammer-headed fruit bat (*Hypsignathus monstrosus*, weight 250-420 g, wingspan up to 1 m), Fig. 3.19.

- Insect bats are also known as "echolocating bats" because of their ability to use echolocation to navigate and to find food, which mainly consists of insects. African species range in size from very small (weight 3 g) to moderately large (weight > 200 g, wingspan up to 70 cm).

FEEDING HABITS & ECOLOGICAL IMPORTANCE

Bats play critical roles in **ecosystems**[?] as seed dispersers and pollinators of plants as well as **predators**[?] of insects.

Flying foxes feed on fruits as well as nectar and pollen. They visit – and thereby pollinate – the flowers of trees such as Baobab (*Adansonia digitata*), African Sausage Tree (*Kigelia africana*), Silk-cotton Tree ("Fromager", *Ceiba pentandra*) and different species of *Parkia* ("Néré"). In West Africa, almost 100 plant species are known to be pollinated or dispersed by flying foxes, including (rain forest-) plants such as Iroko (*Milicia excelsa*), Shea-butter ("Karité", *Vitellaria paradoxa*), figs (*Ficus* spp.), *Anthocleista*

(*Adansonia digitata*), l'arbre à saucisses (*Kigelia africana*), le fromager (*Ceiba pentandra*) et différentes espèces de *Parkia* (« Néré »). En Afrique de l'Ouest, à peu près 100 espèces de plantes (notamment de forêt **ombrophiles**[?]) sont connues comme étant pollinisées ou disséminées par les roussettes, incluant l'Iroko (*Milicia excelsa*), le Karité (*Vitellaria paradoxa*), les figuiers (*Ficus* spp.), *Anthocleista* spp., *Antiaris africana*, *Saccoglottis gabonensis*, *Parinari excelsa*, et *Cola* spp. [11], [12], [13]. La majorité de ces plantes dépend principalement voire exclusivement des roussettes pour leur régénération naturelle. Ainsi, une réduction à long terme de la taille de la population de la roussette paillée *Eidolon helvum*, telle qu'observée en Afrique de l'Est, pourrait avoir des conséquences dramatiques sur la régénération naturelle de l'Iroko (*Milicia excelsa*) [14], un bois dur économiquement important. Les fruits cultivés tels que les bananes, les mangues, les papayes, les pommes de cajou et les goyaves sont également consommés par les roussettes.

La plupart des **chauves-souris écholocalisatrices** se nourrissent d'**arthropodes**[?] comme les insectes. Elles chassent leurs proies de façon opportuniste, c'est-à-dire selon leur abondance à des périodes et des lieux donnés. Une chauve-souris consomme par nuit entre 50 % à 100 % de l'équivalent de sa masse corporelle en insectes.

spp., *Antiaris africana*, *Saccoglottis gabonensis*, *Parinari excelsa*, and *Cola* spp. [11], [12], [13]. The majority of these plants depend mainly or even exclusively on flying foxes for their natural regeneration. For instance, a long-term reduction of the population size of the straw-coloured fruit bats *Eidolon helvum*, as documented in East Africa, might have dramatic consequences for the natural regeneration of the economically important hardwood Iroko (*Milicia excelsa*) [4]. Cultivated fruits such as bananas, mangos, papayas, cashew and guavas are also consumed by flying foxes.

Most **echolocating bats** feed on **arthropods**[?] such as insects. They hunt their prey opportunistically, i.e. those insect species which are most abundant at a given place and time. Each bat consumes between 50 % and 100 % of its body mass in insects each night. Due to this behaviour, bats are important predators of insects and regulators of their densities, thus providing substantial economic benefits through the reduction of pest species in agriculture and forestry. Moreover, they decimate the numbers of insects such as mosquitoes that are vectors of diseases like malaria. Although the majority of African echolocating bats feed on insects, a few species prey on **vertebrates**[?]



3.19



3.20



3.21

Fig. 3.19: *Megaloglossus woermanni* & *Hypsignathus monstrosus* JFA

Fig. 3.20: *Scotonycteris ophiodon* JFA

Fig. 3.21: *Eidolon helvum* JFA

En raison de ce comportement, les chauves-souris sont d'importants prédateurs d'insectes, dont elles régulent les densités, offrant ainsi des retombées économiques substantielles à travers la réduction des ravageurs en agriculture et en foresterie. En outre, elles déciment de nombreux insectes tels que les moustiques qui sont vecteurs de maladies telles que le paludisme. Bien que la majorité des chauves-souris écholocalisatrices d'Afrique se nourrissent d'insectes, quelques espèces se nourrissent de **vertébrés**⁷ tels que les rongeurs, les oiseaux, les grenouilles et les poissons. Il est à noter que les espèces se nourrissant de sang (les « vampires ») ne se trouvent qu'en Amérique du Sud.

REPRODUCTION ET GITES DIURNES

La plupart des chauves-souris d'Afrique mettent bas un seul petit, une ou deux fois par an. Comparées aux autres mammifères de taille similaire, elles se reproduisent très lentement, un fait qui les rend plus vulnérables aux perturbations de l'**habitat**⁷ ou à l'exploitation directe. Ce sont également des mammifères longévifs, certaines espèces pouvant atteindre une espérance de vie de plus de 30 ans. Pendant la journée, la plupart des chauves-souris sont inactives (à l'exception des colonies perpétuellement agitées de la chauve-

such as rodents, birds, frogs and fish ("vampires", i.e. species which feed on blood, are restricted to Latin America).

REPRODUCTION & ROOSTING

Most African bats give birth to a single young one or two times per year. Compared to other mammals of similar body size, they reproduce very slowly, a fact which makes them more vulnerable to **habitat**⁷ disturbances or direct exploitation. They are also long-lived mammals, with some species reaching a maximum life span of more than 30 years. During the day, the majority of bats is inactive (a notable exception are the restless colonies of the Straw-coloured Fruit-bat, *Eidolon helvum*, which can be easily observed on the Plateau of downtown Abidjan). Bats roost in a great variety of shelters such as caves, hollow trees, under bark, in attics or under the thatch of houses, between the leaves of trees and bushes.

BAT SPECIES DIVERSITY IN WEST AFRICA

Compared to other tropical regions such as South America or South-East Asia, diversity of Afrotropical bats was considered to be low. However, recent studies recorded 57 bat species in

souris paillée *Eidolon helvum*, qui peuvent être facilement observées sur le Plateau du centre ville d'Abidjan). Les chauves-souris se reposent dans différents abris tels que des grottes, des arbres creux, des greniers, sous les écorces ou sous les chaumes des toits, entre les feuilles des arbres et des arbustes.

DIVERSITE SPECIFIQUE DES CHAUVES-SOURIS EN AFRIQUE DE L'OUEST

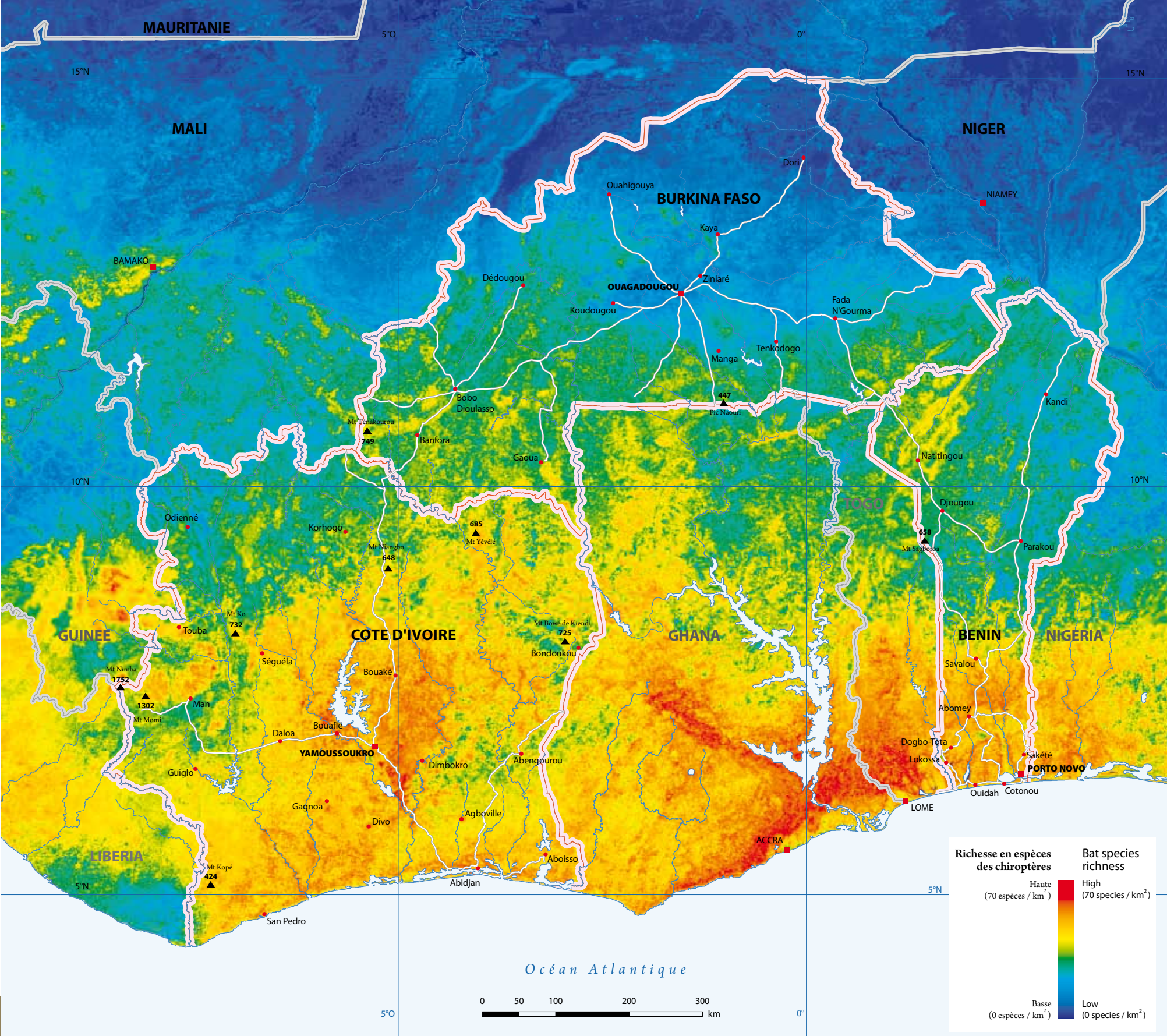
Comparée aux autres régions tropicales de l'Amérique du Sud et de l'Asie du Sud-Est, la diversité des chauves-souris afrotropicales était considérée comme faible. Toutefois, de récentes études ont comptabilisé 57 espèces de chauves-souris dans le Parc National de la Comoé, situé au Nord-Est de la Côte d'Ivoire, et 40 espèces dans le Parc National de Taï situé au Sud-Ouest du pays [15], [16]. Ces assemblages locaux dépassent de loin les chiffres précédemment avancés sur la richesse spécifique en Afrique et réfutent l'hypothèse selon laquelle les communautés afrotropicales de chauve-souris seraient appauvries.

Dans l'ensemble, plus de 270 espèces sont présentes en Afrique, à Madagascar et dans les îles voisines. On en retrouve 232 espèces,

Comoé-National Park of northeastern Côte d'Ivoire, and 40 species in Tai-National Park in the southwestern part of the country [15], [16]. These local assemblages by far exceed previous figures of species richness in Africa and refute the claim that Afrotropical bat communities are impoverished.

Overall, more than 270 species occur in Africa, Madagascar, and the surrounding islands. On the African continent, 232 species, 52 genera and 9 families of bats are found. In Côte d'Ivoire, 87 species have been recorded until now but more than 100 species are likely to occur [15]. Bat diversity in Benin and Burkina Faso is considerably lower, with a current total of 53 and 51 species, respectively. Due to their nocturnal activity patterns and ability to fly, complete inventories of bats require substantial sampling effort, hence most regional, national or local species lists are far from complete and even species new to science are regularly discovered (see chapter 10.5).

In addition to studies of local bat communities, available distribution data from literature, museum collections, and recent field surveys have been combined in a comprehensive database. These distribution data have been used to model the potential distribution of 120 bat species with a spatial resolution



Carte 3.11: Carte de la diversité spécifique modélisée des espèces de chauves-souris en Afrique de l'Ouest avec une résolution d'1 km².
Map 3.11: Map of modelled bat species richness in West Africa with a resolution of 1 km².

appartenant à 52 genres et 9 familles, sur le continent africain. En Côte d'Ivoire, 87 espèces sont répertoriées à ce jour, mais les prévisions dépassent 100 espèces [15]. La diversité des chauves-souris du Bénin et du Burkina Faso est considérablement plus faible, avec des totaux de 53 et 51 espèces, respectivement. Du fait de leurs activités nocturnes et de leur capacité à voler, un inventaire complet des chauves-souris requiert un effort d'échantillonnage substantiel. C'est pourquoi la plupart des listes d'espèces régionales, nationales ou locales sont loin d'être complètes et de nouvelles espèces continuent d'être découvertes (voir chapitre 10.5).

En plus des études sur les communautés locales de chauves-souris, les données de distribution disponibles dans la littérature et les collections de musée ainsi que celles provenant de récents échantillonnages sur le terrain ont été réunies en une base de données complète. Ces données de distribution ont été utilisées pour modéliser la distribution potentielle de 120 espèces de chauves-souris avec une résolution spatiale de 1 km² dans toute l'Afrique de l'Ouest (voir carte 3.11). Selon ces résultats de modélisation,

l'hétérogénéité⁷ de l'habitat est le facteur clé expliquant la diversité des chauves-souris. Ceci est particulièrement évident dans la zone de transition Guinéo-Congolaise / Soudanienne (voir carte 3.1 du Chapitre 3.1 « Végétation de l'Afrique de l'Ouest »), entre les forêts denses du sud et les savanes humides du nord (par exemple au centre de la Côte d'Ivoire, ou au centre-sud du Ghana). Là, des mosaïques d'habitats complexes d'îlots forestiers et de forêts galeries enchâssées dans des formations de savane ouverte abritent une grande richesse d'espèces qui, selon les prévisions, dépasserait même celle observée dans les forêts denses humides. Par conséquent, les biomes de transition et les écotones caractérisés par des mosaïques d'habitats doivent bénéficier d'une attention accrue dans les stratégies de conservation. On trouve également un nombre élevé d'espèces de chauves-souris dans les régions montagneuses telles que le Mont Nimba entre la Côte d'Ivoire, le Libéria et la Guinée ou les hautes terres de la Volta entre le Ghana et le Togo. En plus de leur forte diversité, ces régions montagneuses abritent également un grand nombre d'espèces menacées à aires de répartition restreintes



Fig. 3.22: *Nanonycteris veldkampii* se nourrissant de *Cola cordifolia*. | *Nanonycteris veldkampii* feeding on *Cola cordifolia*. IAR

(espèces endémiques ou à distribution réduite), ce qui en fait des zones d'importance particulière en vue de stratégies de conservation efficaces.

Comparativement à l'Europe, l'Amérique du Nord ou l'Australie, les mesures et lois spécifiques sur la conservation des chauves-souris sont rares dans les pays africains. Une attention particulière devrait être accordée à la préservation à long terme d'habitats essentiels, la protection spécifique d'importants sites de repos tels que les grandes grottes et le contrôle de l'application des **pesticides**⁷ en agriculture.

MENACES

Plus d'un tiers des espèces de chauves-souris rencontrées en Afrique sont considérées comme menacées selon la Liste Rouge Internationale [17]. La proportion d'espèces menacées est plus importante chez les chauves-souris que dans la plupart des autres groupes de mammifères. Ceci est dû à de nombreux facteurs, notamment la destruction des habitats, la sensibilité aux pesticides, le faible taux de reproduction, la spécificité des besoins en gîtes et l'exploitation directe.

of 1 km² throughout West Africa (see Map 3.11). According to the modelling results, habitat **heterogeneity**⁷ is a key factor driving bat diversity. This is particularly evident in the Guinean-Congolian/Sudanian transition zone (See Map 3.1 in "Vegetation of West Africa", chapter 3.1) between the rain forest zone in the south and humid savannas in the north (e.g. central Côte d'Ivoire, south-central Ghana). Here, a complex habitat mosaic of forest islands and gallery forests embedded in open savanna formations supports very high levels of species richness, which are even predicted to exceed those found in closed rain forest. Accordingly, biome transitions and ecotones characterized by habitat mosaics should receive increased attention in conservation strategies. High numbers of bat species are also found in mountainous regions such as the Nimba Mountains between Côte d'Ivoire, Liberia and Guinea or the Volta Highlands between Ghana and Togo. In addition to being very diverse, these mountainous regions also support a high number of threatened species with small distribution ranges (endemic or range-restricted species) that are of particular relevance for effective conservation strategies.

Compared to Europe, North America or Australia, specific

Trois exemples sont illustratifs :

- La chauve-souris à face d'arlequin, *Scotonycteris ophiodon* (Fig. 3.20), globalement classée comme «vulnérable» dépend des forêts denses non perturbées. Au sein des trois pays considérés ici, cette espèce n'est seulement rencontrée de nos jours qu'au Parc National de Tai en Côte d'Ivoire. Son aire de distribution initiale a été sérieusement réduite du fait des pertes extensives et de la **dégradation**⁷ de la zone des forêts denses [18].
- La roussette paillée (*Eidolon helvum*, Fig. 3.21) migre annuellement sur une distance de près de 2000 km [19]. Pendant la saison sèche, ces chauves-souris **frugivores**⁷ se rassemblent en énormes colonies dans les grandes villes le long des côtes ouest-africaines comme Abidjan, Accra et Freetown. Là, ainsi qu'au cours de leurs migrations, elles sont largement exploitées pour leur viande [20] et parfois tuées en grand nombre lorsqu'elles sont considérées comme une nuisance.
- Très préoccupante est la situation des espèces à aires de distribution exceptionnellement limitée, comme la chauve-souris à nez feuillé de Lamotte, *Hipposideros lamottei*, uniquement connue du Mont Nimba. Cette chaîne de montagnes est, ces derniers temps, convoitée par des compagnies minières

measures as well as laws for the conservation of bats are lacking in most African countries. Particular attention should be given to the long-term preservation of critical habitat, the specific protection of important roosting sites such as large caves, and the controlled application of **pesticides**⁷ in agriculture.

THREATS

More than one third of the bat species occurring in Africa are considered threatened according to the international Red List [17]. The proportion of threatened species is larger for bats than for most other mammal groups. This is caused by multiple factors, which include habitat destruction, susceptibility to pesticides, low reproductive rates, special roosting requirements, and direct exploitation. Three examples:

- The harlequin fruit bat, *Scotonycteris ophiodon* (Fig. 3.20), globally listed as "Vulnerable", depends on undisturbed rain forest. Within the three focus countries, this species is nowadays only known from Tai-National Park in Côte d'Ivoire. Its former distribution range has been greatly reduced due to extensive loss and **degradation**⁷ of the rain forest zone [18].



3.23



3.24



3.25



3.26



3.27



3.28



3.29



3.30

Tab. 3.2: Sélection des espèces de chauves-souris en Afrique de l'Ouest. | Selected bat species in West Africa.

		Poids Weight (g)	Burkina Faso	Bénin	Côte d'Ivoire	
3.23	<i>Epomophorus gambianus</i>	70-140	x	x	x	JFA
3.24	<i>Epomops buettikoferi</i>	95-200			x	IAR
3.25	<i>Glauconycteris poensis</i>	5-10		x	x	JFA
3.26	<i>Hipposideros caffer</i>	6-10	x	x	x	JFA
3.27	<i>Hipposideros jonesi</i>	5-9	x	x	x	JFA
3.28	<i>Kerivoula cuprosa</i>	4-5			x	JFA
3.29	<i>Myonycteris torquata</i>	30-60		x	x	JFA
3.30	<i>Neoromicia tenuipinnis</i>	3-5			x	JFA
3.31	<i>Nycteris intermedia</i>	7-9			x	JFA
3.32	<i>Rousettus aegyptiacus</i>	85-170	x	x	x	PNA



3.31



3.32

internationales bien que classée comme Patrimoine Mondial et Réserve de la **Biosphère**⁷. En conséquence, cette espèce a été classée comme « en danger critique d'extinction » dans la Liste Rouge de l'UICN étant donné que la probabilité qu'elle s'éteigne dans un proche avenir est très élevée.

- The straw-coloured fruit bat (*Eidolon helvum*, Fig. 3.21) annually migrates up to 2 000 km [19]. During the dry season, these fruit bats congregate in enormous colonies in large cities along the West African coast such as Abidjan, Accra, and Freetown. There as well as during their migration, they are heavily exploited for bushmeat [20], and sometimes killed in large numbers when considered a nuisance.
- Highly concerning is the situation for species that are restricted to exceptionally small distribution ranges. Lamotte's leaf-nosed bat, *Hipposideros lamottei*, is only known from Mt. Nimba. This mountain range is currently targeted by international mining companies despite being protected as a World Heritage Site and **Biosphere**⁷ Reserve. Consequently, this species has been ranked as "Critically Endangered" by the IUCN Red List as the likelihood of going extinct in the near future is very high.

BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE 3

REFERENCES CHAPTER 3

- [1] White F. 1983: The vegetation of Africa. A descriptive memoir to accompany the Unesco/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa. UNESCO, Paris.
- [2] Lambin E, Geist H, Rindfuss R. 2004: Land-use change and land-cover change. Developing and implementing an agenda for local processes with global impacts. Update-Newsetter of the international human dimension programme on global environment change Nr. 3/2005 "Land-use and Land-cover change"
- [3] Lambin EF, Lindermann M. 2006: Time series of remote sensing for land cover change science. IEEE transactions on geoscience and remote sensing, 44.
- [4] Landmann T, Machwitz M, Le B, Desta L, Vlek P, Dech S, Schmidt M. 2008: A land cover change synthesis study for the GLOWA Volta Basin in West Africa using time trajectory satellite observations and cellular automation models. Proceedings of the IGARSS, July 6th-11th 2008, Boston, pp. III-640 - III-643.
- [5] Rödel M-O, Kosuch J, Grafe TU, Boistel R, Asseman NE, Kouamé NG, Tohé B, Gourène G, Perret J-L, Henle K, Tafforeau P, Pollet N & Veith M. 2009: A new tree-frog genus and species from Ivory Coast, West Africa (Amphibia: Anura: Hyperoliidae). Zootaxa, 2044, 23-45.
- [6] Rödel M-O & Spieler M. 2000: Trilingual keys to the savannah-anurans of the Comoé National Park, Ivory Coast. Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A, 620, 1-31.
- [7] Nago SGA, Grell O, Sinsin B & Rödel M-O. 2006: The amphibian fauna of the Pendjari National Park and surroundings, northern Benin. Salamandra, 42, 93-108.
- [8] Ernst R, Linsenmair KE & Rödel M-O. 2006: Diversity erosion beyond the species level: Dramatic loss of functional diversity after selective logging in two tropical amphibian communities. Biological Conservation, 133, 143-155.
- [9] Stuart S, Hoffman M, Chanson J, Cox N, Berridge R, Ramani P & Young B. 2008: Threatened amphibians of the World. Lynx Editions, Barcelona.
- [10] Mohneke M, Onadoko AB, Hirschfeld M & Rödel M-O (2010): Dried or fried: amphibians in local and regional food markets in West Africa. – TRAF-FIC Bulletin 22, 117-128.
- [11] Marshall AG. 1985: Old World phytophagous bats (Megachiroptera) and their food plants: A survey. Zool. J. Linn. Soc. 83, 351-369.
- [12] Ebigbo NM. 2004: The Role of Flying Foxes as Seed Dispersers on the Vegetation Dynamics in a West African Forest-Savannah Mosaic in Côte d'Ivoire. Ph.D. dissertation, Ulm University.
- [13] Pettersson S. 2005: Bats and Bat Flowers in a West African Rainforest Community. Botanical Institute, Göteborg University, Göteborg.
- [14] Taylor DA. 2000: Ghana's treetop bats. Bats 18, 1-4.
- [15] Fahr J. 2008: Diversity Patterns and Taxonomy of West African Bat Assemblages: Effects of Spatial Scale and Habitat Structure. Ph.D. dissertation, Ulm University.
- [16] Fahr J & Kalko EKV. 2010: Biome transitions as centres of diversity: Habitat heterogeneity and diversity patterns of West African bat assemblages across spatial scales. *Ecography*, 33, doi: 10.1111/j.1600-0587.2010.05510.x
- [17] IUCN. 2008: 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.redlist.org>
- [18] Bakarr M, Oates JF, Fahr J, Parren MPE, Rödel M-O & Demey R. 2004: Guinean forests of West Africa, in: Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions, (eds. Mittermeier, RA, Robles Gil P, Hoffman M, Pilgrim J, Brooks T, Mittermeier CG, Lamoreux J & Da Fonseca GAB), 123-130. CEMEX & Conservation International, Mexico City & Washington, D.C.
- [19] Thomas DW. 1983: The annual migrations of three species of West African fruit bats (Chiroptera: Pteropodidae). *Can. J. Zool.* 61, 2266-2272.
- [20] Mickleburgh SP, Waylen K & Racey PA. 2009: Bats as bushmeat: A global review. *Oryx* 43, 217-234.

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES | FURTHER READING

Fragmentation | Fragmentation

- Fahrig L. 2003: Effects of habitat fragmentation on biodiversity Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, 34, 487-515.
- Bender DJ, Contreras TA & Fahrig L. 1998: Habitat loss and population decline: A meta-analysis of the patch size effect *Ecology*, 79, 517-533.
- Debinski DM. 2006: Forest fragmentation and matrix effects: the matrix does matter *Journal of Biogeography*, 33, 1791-1792
- Kindlmann P. & Burel F. 2008: Connectivity measures: a review *Landscape Ecology*, 23, 879-890.
- Hanski I & Ovaskainen O. 2000: The Metapopulation capacity of a fragmented landscape *Nature*, 404, 755-758.
- Kindlmann P. & Burel F. 2008: Connectivity measures: a review *Landscape Ecology*, 23, 879-890.
- Hanski I & Ovaskainen O. 2000: The Metapopulation capacity of a fragmented landscape *Nature*, 404, 755-758.

Amphibiens | Amphibians

- Rödel M-O. 2000: Herpetofauna of West Africa, Vol. I: Amphibians of the West African savanna. Edition Chimaira, Frankfurt/M.
- Schiotz A. 1999: Treefrogs of Africa. Edition Chimaira, Frankfurt/M.
- Duellman WE & Trueb L. 1986: *Biology of Amphibians*. McGraw, Hill, New York.

- Wells KD. 2007: The ecology and behaviour of amphibians. – University of Chicago Press, Chicago.
- Schiotz A. 1999: Treefrogs of Africa. – Edition Chimaira, Frankfurt/M.
- Stuart S, Hoffman M, Chanson J, Cox N, Berridge R, Ramani P & Young B. 2008: Threatened amphibians of the World. – Lynx Editions, Barcelona.
- Wells KD. 2007: The ecology and behaviour of amphibians. University of Chicago Press, Chicago.

Chauves souris | Bats

- Altringham JD. 1996: Bats: Biology and Behaviour. Oxford University Press, Oxford.
- Crichton EG & Krutzsch PH (eds). 2000. Reproductive Biology of Bats. Academic Press, San Diego. xii+510 pp.
- Kunz TH & Fenton MB (eds). 2003: Bat Ecology. University of Chicago Press, Chicago. xxii+779 pp.
- Kunz TH & Parson S (eds). 2009: Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats. John Hopkins University Press, Baltimore. xvii+901 pp.
- Simmons NB. 2005: Order Chiroptera, in: Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference, Vol. 1, (eds. Wilson, D. E. & Reeder, D. M.), 312-529. John Hopkins University Press, Baltimore. xxxviii+743 pp.



4 Principaux facteurs environnementaux du Burkina Faso

Principal environmental factors of Burkina Faso

Le Burkina Faso est un pays enclavé, situé dans la boucle du Niger avec une superficie totale de 274 000 km². Pays sahélien, il appartient à de nombreuses organisations régionales et continentales dont le CILSS, l'UEMOA, le Liptako-Gourma, Autorité du Bassin de la Volta, la CEDEAO, l'Union Africaine, etc. Situé à cheval entre les zones arides à sub-arides et sub-humides à humides, le Burkina Faso présente des conditions environnementales où se chevauchent les ressources à travers un gradient climatique soutenu par endroit par la géologie et les sols.

La biodiversité y est fortement marquée par ce gradient environnemental du nord au sud, déterminant ainsi sa distribution à travers les zones écologiques. Au-delà de ces facteurs certes incontestables dans leur action, l'Homme reste de nos jours l'élément le plus déterminant à travers ses différentes variables (croissance démographique, pression sur les ressources, pratiques socioculturelles, etc.). L'Etat, de par l'organisation administrative du territoire, occupe également une place importante dans le déterminisme de la biodiversité.

Ce chapitre qui permet de passer en revue les facteurs environnementaux les plus importants agissant directement sur la biodiversité au Burkina Faso, abordera les deux composantes des écosystèmes : le milieu biophysique et le milieu humain.

Burkina Faso with 274 000 km² of surface is a landlocked country, located in the loop of the Niger. It is a Sahelian country, and belongs to several regional and continental organizations as CILSS, UEMOA, ECOWAS, Liptako Gourma, Authority of Volta Basin, African Union, etc. Located between sub-arid and sub-humid zones, Burkina Faso shows environmental conditions where natural resources are distributed along a climate gradient and in some part by geological and soils aspects. The biodiversity of Burkina Faso is strongly related to the environmental gradient from North to South which determines the biodiversity distribution throughout the ecological zone. Beside these factors, undoubted in their effect, man is nowadays the main determinant affecting biodiversity with regard to: demographic growth, pressure on natural resources, socio-cultural practice, ect. Through its policies, the territorial administration plays an important role in the biodiversity determinism. With a national focus, this chapter presents, the main environmental factors, which have direct impact on biodiversity in Burkina Faso. Two ecosystem components are pointed out: biophysical environment and human environment.



Fig. 4.0: Stockage du coton. | Stockage of cotton. ATH

LE MILIEU BIOPHYSIQUE

4.1

Le climat

Jean Marie DIPAMA

Le Burkina Faso dont la situation géographique est comprise entre les 10^e et 15^e parallèles Nord, jouit d'un climat tropical à saisons alternées: une longue saison sèche (de Novembre à Mai) et une courte saison humide (de Juin à Octobre). Le déroulement de ces saisons est régi par un mécanisme global relativement complexe qui détermine les différentes zones **bioclimatiques**⁷ du pays.

LE MECANISME DU CLIMAT

Le régime climatique du Burkina Faso est rythmé par le balancement du Front Intertropical (FIT) issu de la rencontre de deux masses d'airs:

- Une masse d'air d'origine marine en provenance de

l'**anticyclone**⁷ de l'hémisphère Sud au niveau de l'île de Sainte Hélène dans l'océan Atlantique ;

- Une masse d'air d'origine continentale émanant de l'anticyclone du Sahara centré au-dessus de la Libye.

Lors de cette rencontre, l'air maritime plus humide et donc plus lourd passe en dessous des masses continentales sèches provoquant l'ascension de ces derniers, ce qui crée des conditions favorables à la manifestation de la pluie [1]. Les épisodes pluvieux sont ainsi liés au passage de ce front dont le mouvement au dessus du territoire burkinabè se fait dans le sens sud-ouest – nord-est puis nord-est –sud-ouest. C'est ce qui explique que la saison des pluies commence généralement au sud puis s'installe progressivement vers le nord alors que la saison sèche commence vers le nord pour atteindre progressivement le sud. La conséquence est que le sud qui est la première zone à bénéficier des premières pluies et la dernière à voir la saison sèche s'installer, possède la saison pluvieuse la plus longue et la saison sèche la plus courte.

- A mass of air of maritime origin from the southern hemisphere **anticyclone**⁷ at the level of the island of Saint Helena in the Atlantic Ocean.
- A mass of air of continental origin carried from the Saharan anticyclone centred over Libya.

At this meeting, the more humid, and therefore heavier, maritime air passes below the dry continental air masses causing them to rise, thus creating favourable conditions to rainfall. The rainy periods are also linked to the passage of this front with a movement from south-west to north-east and from north-east to south-west direction. Consequently, the rainy season generally starts in the south and then establishes itself progressively to the north while the dry season starts in the north and progressively reaches the south. The consequence is that the south is the first zone to benefit from the first rains and the last to see the dry season take hold, it has the longest rainy season and the shortest dry season.

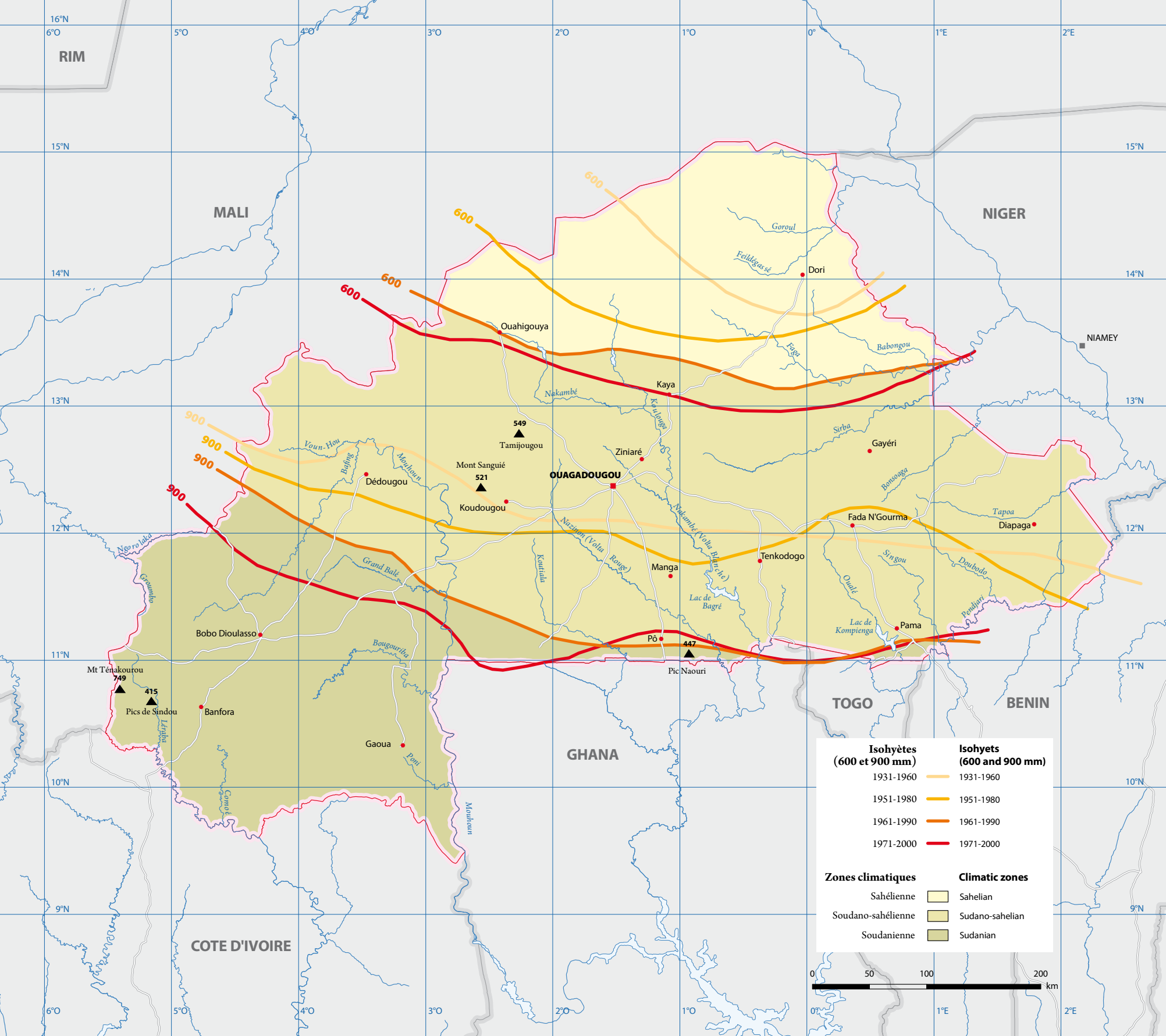
THE BIOPHYSICAL ENVIRONMENT

Climate

Burkina Faso, with a geographical location between the 10th and 15th parallels north, has a tropical climate of alternate seasons: a long dry season (from November to May) and a short rainy season (from June to October). The course of these seasons is governed by a relatively complex global mechanism which determines the different **bioclimatic**⁷ zones of the country.

CLIMATIC MECHANISM

The climatic regime of Burkina Faso is regulated by the oscillation of the Intertropical Front (ITF) resulting from the meeting of two air masses:



Carte 4.1: Répartition des zones climatiques (1961-1990) et l'évolution des isohyètes entre 1931 et 2000 au Burkina Faso [14].

Map 4.1: Distribution of climatic zones (1961-1990) and evolution of isohyets between 1931 and 2000 in Burkina Faso [14].

LES ZONES CLIMATIQUES

Le territoire national est subdivisé en trois grandes zones (Carte 4.1) basées essentiellement sur les quantités pluviométriques annuellement recueillies et le régime thermique :

- La zone sahélienne au Nord dont la pluviosité annuelle est inférieure à 600 mm avec une forte **évapotranspiration**⁷, des températures élevées et une saison pluvieuse courte (2 à 3 mois). C'est la zone la moins arrosée du pays ;
- La zone soudano-sahélienne qui enregistre une pluviométrie comprise entre 600 et 900 mm sur 4 à 5 mois. Elle constitue la zone climatique la plus étendue car s'étalant sur toute la partie centrale du pays. Les températures enregistrées sont généralement comprises (entre 20 et 30 °C) ;
- La zone soudanienne occupe la portion Sud, où la saison pluvieuse dure de 5 à 6 mois avec des hauteurs d'eau pouvant atteindre ou même dépasser 1100 mm par an. Ce domaine est marqué par de faibles amplitudes thermiques (20-25 °C).

Depuis quelques décennies, les conditions climatiques subissent de plus en plus des variations qui se traduisent par un repli des **isohyètes**⁷ du Nord vers le Sud (Carte 4.1), un relèvement

des températures extrêmes et une action accrue des vents. L'une des conséquences de cette tendance climatique est la perte de la **biodiversité**⁷.

CLIMATIC ZONES

The national territory is subdivided into three large zones (Map 4.1) based essentially on the annually rainfall amounts and the thermal regime:

- The Sahelian zone in the north with an average annual rainfall lower than 600 mm, a high rate of **evapotranspiration**⁷ as well as high temperatures and a short rainy season (2 to 3 months). It is the zone with the lowest rainfall in the country.
- The Sudano-Sahelian zone in which the rainfall varies between 600 and 900 mm over 4 to 5 months. It comprises the most extensive climatic zone as it extends over all of the central part of the country. The temperatures recorded are generally mid-range (between 20 and 30 °C).
- The Sudanese zone occupies the southern part of the country, where the rainy season lasts from 5 to 6 months with the level of rainfall attaining or even exceeding 1100 mm annually. This area is marked by low temperature ranges (20-25 °C).

For several decades the climatic conditions were subject to increasing variations visible through the north-south-migration of the **isohyets**⁷ (Map 4.1), an augmentation of extreme temperatures and wind activity. One of the consequences of this climatic tendency is the loss of **biodiversity**⁷.

4.2

La géologie et la géomorphologie

Jean Marie DIPAMA
Cheikh A. T. ANNE

Localisé sur la partie Sud-est du **craton**⁷ ouest africain, le Burkina Faso est constitué à plus de 80 % de sa superficie par des formations cristallines. L'histoire géologique du pays est marquée principalement par cinq périodes allant du **précambrien**⁷ au **quaternaire**⁷ [2] donnant naissance à plusieurs formations :

LES FORMATIONS DU PRECAMBRIEN ET DU PRIMAIRE

Trois phases constituent cette période : le précambrien inférieur, moyen et supérieur.

La première phase a vu la mise en place de formations granitiques. Cependant, la seconde phase qui correspond aux formations du **Birimien**⁷ inférieur, moyen, et de l'éburnéen, fut marquée par des accidents **tectoniques**⁷ qui auraient occasionné la transformation des granites en gneiss par **métamorphisme**⁷. Il y aurait eu

également au cours de cette période la formation de **roches volcaniques**⁷ coïncide avec l'accentuation de l'activité érosive et l'aplanissement du relief. Cette période est suivie de l'époque primaire, ponctuée par une transgression marine avec la formation de roches sédimentaires essentiellement constituées de grès.

LES FORMATIONS DU SECONDAIRE ET DU TERTIAIRE

Au cours du secondaire et du tertiaire, une seconde phase d'érosion a provoqué le déblayement des dépôts sédimentaires ainsi que les matériaux du socle sur lequel les formations sédimentaires se sont déposées de manière discordante.

LES FORMATIONS DU QUATERNAIRE

Au quaternaire, l'érosion de type continental, restera la principale manifestation de cette période, ainsi que les dépôts lacustres et fluviaux.

À l'issue de cette tourmente géologique, quatre grands ensembles se partagent le territoire burkinabè :

- Un socle granito-gneissique d'âge précambrien qui couvre la majeure partie du pays et particulièrement le Centre et l'Est ;

Geology and geomorphology

Located on the south-west of the West African **craton**⁷, Burkina Faso is essentially formed by crystalline formations in more than 80 % of its area. The geological history of the country is principally marked by 5 periods from the **Precambrian**⁷ to the **Quaternary**⁷ [2] bearing different formations.

PRECAMBRIAN AND PRIMARY FORMATIONS

Three phases make up this period: the lower, middle and upper Precambrian.

The first phase saw the laying down of granitic formations. However, the second phase which corresponds to the lower and middle **Birimian**⁷ formations and to the **Eburnean**⁷ was marked by **tectonic**⁷ movements leading to the transformation of the granites into gneiss through **metamorphism**⁷. Additionally, in the course of this period, **volcanic rocks**⁷ were formed.

During the last phase of the Precambrian a lowering of the relief occurred with the intensification of erosion activities. This period was followed by the Primary epoch, punctuated by a marine transgression with the formation of sedimentary rocks, essentially made up of sandstone.

SECONDARY AND TERTIARY FORMATIONS

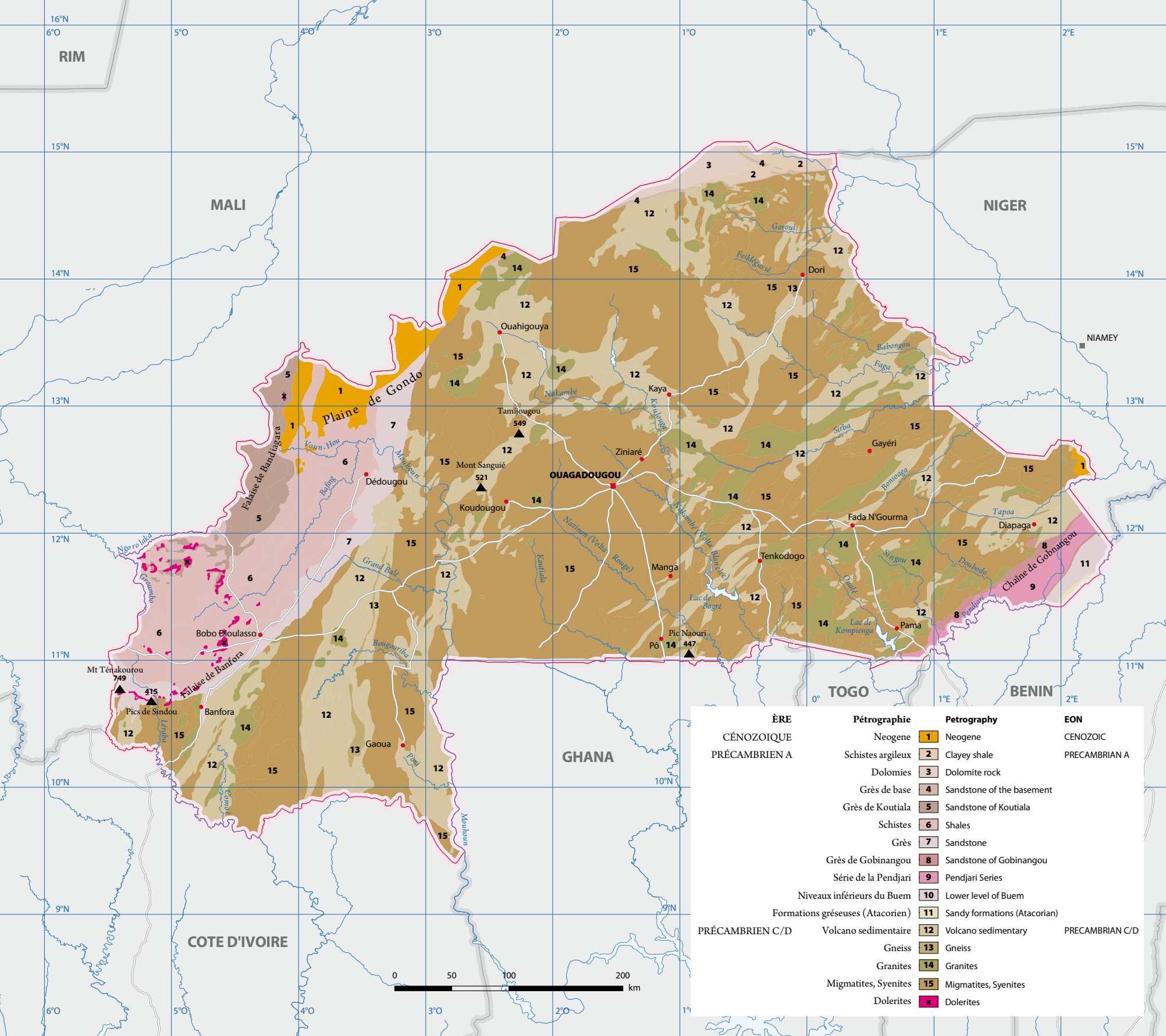
In the course of the Secondary and the Tertiary periods, a second phase of erosion caused the removal of the sedimentary deposits as well as the basal materials on which the sedimentary formations had been randomly deposited.

QUATERNARY FORMATIONS

In the Quaternary, continental erosion remained the principal occurrence during this period, as well as lacustrine and fluvial deposition.

From these geological processes, four large groups make up the Burkina Faso territory:

- A Precambrian granite-gneiss basement which covers the major part of the country, particularly the Centre and the East.



Carte 4.2: Unités géologiques du Burkina Faso [15].
 Map 4.2: Geological units of Burkina Faso [15].

- Un massif de grès riche en aquifères à l'Ouest vers la frontière du Mali ;
- Des cordons dunaires fossiles dans la région sahélienne, orientés d'Est en Ouest ;
- Un arc Birimien dans la plaine centrale caractérisé par des roches volcaniques constituant une série de reliefs plus ou moins accusés.

Du point de vue géomorphologique les granitoïdes du socle cristallin les plus étendus sont inégalement altérés du fait de la tectonique et des intrusions volcaniques. Ils offrent, par le truchement de l'érosion différentielle, un paysage composé de dômes et d'échines granitiques, de voissures, de tors et de chaos. Ces **modelés**⁷ rompent avec la monotonie des surfaces d'érosion généralement basses.

Quant à la couverture sédimentaire qui s'étend sur l'Ouest et l'extrême Est du pays, elle domine les formations du socle. Le contact est marqué par des **escarpements**⁷ dont le plus important, celui de Banfora porte le nom de « falaise ». Son altitude varie entre 450 et 500 m faisant de lui un véritable plateau s'achevant sur les bordures en **cuestas**⁷. L'érosion différentielle y a dégagé un modelé souvent **ruiniforme**⁷ fait d'aiguilles, de dômes, de tables et d'enclumes ou de formes en champignon.

- A sandstone massif rich in aquifers in the West towards the Mali border.
- Rows of fossil dunes in the Sahelian region, orientated from East to West.
- The presence in the central plain of a Birrimian characterised by volcanic rocks comprising a series of more or less pronounced relief.

From a geomorphological point of view the most extensive granitoids of the crystalline basement were unequally altered due to tectonics and volcanic intrusions. They present, through differential erosion, a landscape composed of domes and granitic spines, arches, tors and rock chaos. These geomorphological units (**landforms**⁷) break with the monotony of generally low erosion surfaces.

The sedimentary cover which extends to the West and extreme East of the country is dominated by basal formations. The contact is marked by **escarpments**⁷ with the "Falaise de Banfora" (Banfora cliff) as the most important one. Its altitude varies between 450 and 500 m making it a true plateau with **cuestas**⁷ at its edges. Differential erosion has revealed an often **ruiniform**⁷

Pour ce qui est du modelé **éolien**⁷, il occupe toute la partie Nord du pays, reposant tantôt sur des formations granitiques, tantôt volcaniques ou sédimentaires. Cela fait de la partie Nord du Burkina Faso une zone complexe où coexistent différents types de modelés en plus de l'éolien.

Enfin, les formations volcaniques, pour la plupart du Birrimien, dominent largement le paysage burkinabé sur le plan topographique. Elles constituent des chaînons appalachiens tantôt linéaires tantôt curvilinéaires s'étirant sur des dizaines voire des centaines de kilomètres. Ces alignements de collines convexes prennent parfois l'allure de petits monts. Ils sont quelquefois coiffés de cuirasses bauxitiques ou ferro-allumineuses et entourés de glacis étagés dont les premiers, cuirassés, sont souvent séparés de leurs reliefs de commandement par des dépressions périphériques. Les intrusions volcaniques, de type **doléritiques**⁷, dans les formations sédimentaires ont favorisé la mise en place d'un modelé cuirassé surmontant par endroit les grès.

model made up of needles, domes, tables and anvil or mushroom shapes.

Concerning the **aeolian**⁷ surface relief, it occupies the northern part of the country, resting sometimes on granitic, sometimes volcanic or sedimentary formations. This makes the northern part of Burkina Faso a complex zone in which different types of surface relief, other than the aeolian, coexist.

Finally, the volcanic formations, for the most part Birimian, largely dominate the topography of the Burkina Faso landscape. They constitute the Appalachian chains sometimes linear, sometimes curvilinear, extending over dozens, even hundreds of kilometres. These alignments of convex hills sometimes take the appearance of small mountains. They are sometimes topped with crust of bauxite or ferro-aluminium and surrounded by tiered inclines, of which the first, crusted, are often separated from the commanding relief by peripheral depressions. The volcanic intrusions of **doleritic**⁷ type in the sedimentary formations have favoured the establishment of a crusted surface relief, overlaying the sandstone in some places.

4.3

Les sols

Salifou TRAORE
Cheikh A. T. ANNE

La répartition des différents types de sols est le reflet du climat, de la géomorphologie et de la nature du substrat d'altération. Les processus **pédogénétiques**[°] dominants sont le **lessivage**[°] et les altérations géochimiques marquées par la néoformation des argiles (**kaolinite**[°], smectite) et la dynamique du fer. L'importance de ces processus permet de distinguer :

LES SOLS A PEDOGENESE NULLE OU TROP REDUITE

Ces sols coïncident avec les affleurements des glacis supérieurs cuirassés, des **roches éruptives**[°] et ou **métamorphiques**[°]. Ils correspondent à la classe des sols minéraux bruts non climatiques [3] équivalant aux Lithic-Leptosols, Skeletic-Leptosols ou aux Regosols [4]. Ces sols définissent selon la nature de la roche ; les regosols (sur roche meuble), les lithosols sur cuirasse et roches diverses. Les

Soils

The distribution of different types of soils reflects the climate, the geomorphology and the nature of the weathering substrate. The dominant pedogenetic processes are **leaching**[°] and geochemical alterations marked by clay neoformation (**kaolinite**[°], smectite) and iron dynamic. The importance of these processes allows one to distinguish:

SOILS WITH LIMITED OR WITHOUT PEDOGENESIS

These soils coincide with the crusted outcrops of the upper glacia and to **eruptive** and/or metamorphic **rocks**[°].

They correspond to the class of non-climatic raw mineral soils [3] equivalent to Lithic Leptosols, Skeletic Leptosols or Regosols [4].

These soils are defined according to the nature of the rock: the Regosols (on shield rock), Lithosols on crust and other rocks.

sols minéraux bruts sont très fréquents au Burkina Faso, mais d'extension très limitée (carte 4.3).

LES SOLS A PEDOGENESE EMBRYONNAIRE

Ils correspondent à la classe des sols peu évolués non climatiques [3] avec des profils peu développés par une érosion suffisamment active pour s'opposer à une évolution pédologique sensible (sols peu évolués d'érosion) ou par des apports colluvio-alluviaux (sols peu évolués d'apport). Ces sols peuvent présenter des tendances évolutives (**faciès**[°]) vers un type de sol bien déterminé. Ces faciès se manifestent par des propriétés diagnostiques caractérisant une gamme variée de sols peu évolués selon la classification WRB [4]: Cambic-Leptosol, Gleyic-Leptosol, Endogleyic-Regosol, Epileptic-Cambisol, Epileptic-Lixisol, Epileptic-Luvisol. Les sols peu évolués sont remarquables par leur extension en association avec les lithosols sur cuirasse, les sols gravillonnaires et les sols **ferrugineux**[°] lessivés (Carte 4.3).

LES SOLS A PEDOGENESE MARQUEE PAR L'HYDROMORPHIE

Ces sols évoluent sous l'influence d'un excès d'eau temporaire ou permanente affectant principalement la répartition du fer et du

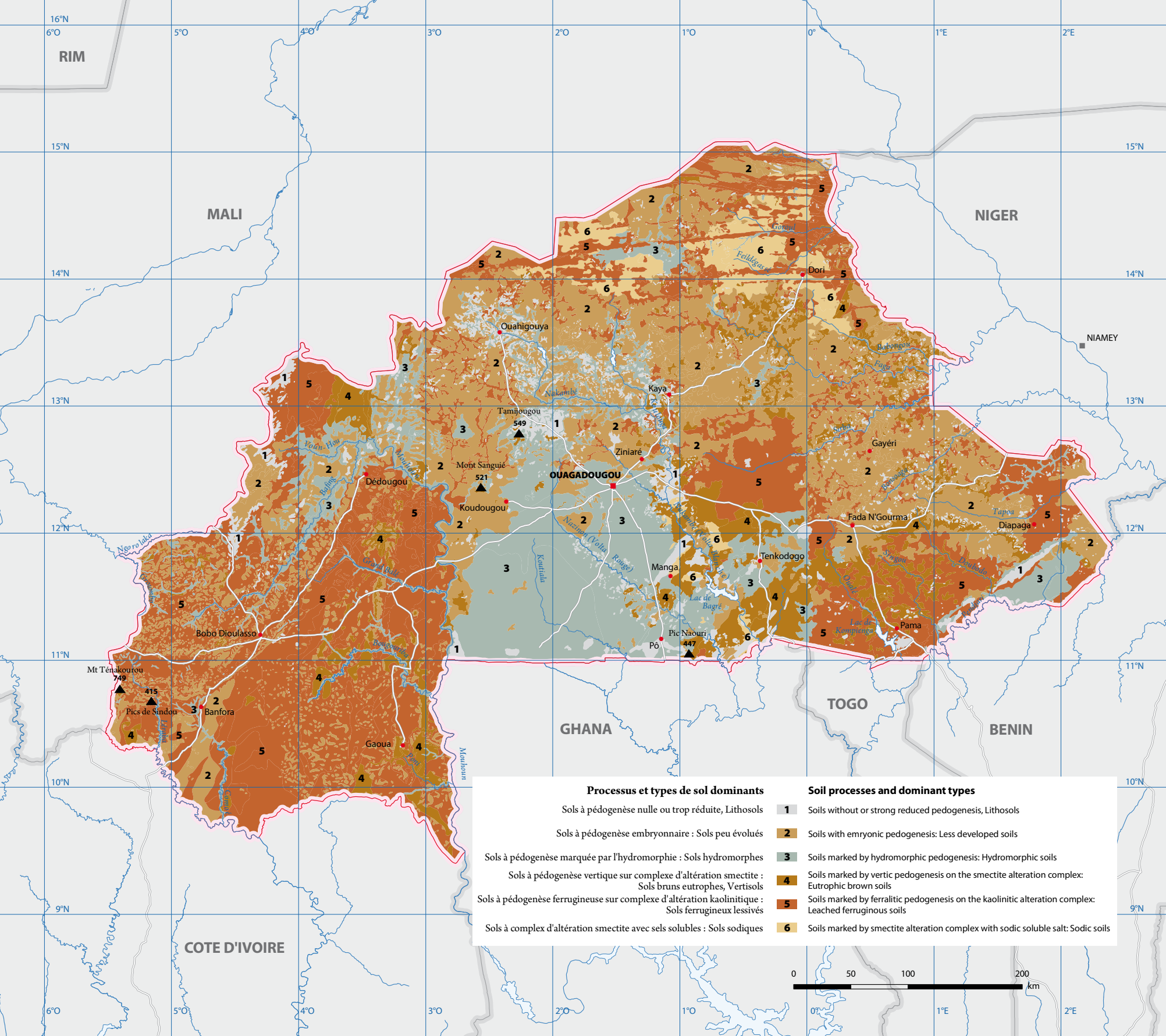
The raw mineral soils are very frequent in Burkina Faso, but of very limited extent (Map 4.3).

SOILS WITH EMBRYONIC PEDOGENESIS

They correspond to the class of less developed non-climatic soils [3] with profiles little developed by erosion, sufficiently active to oppose noticeable pedological evolution (soils little changed by erosion) or by the colluvio-alluvial accumulations (soils little changed by accumulation). These soils can present developmental tendencies (**facies**[°]) towards a well-determined soil type. These facies show themselves by diagnostic properties characterising a varied range of little-developed soils, according to the WRB classification [4]: Cambic-Leptosol, Gleyic-Leptosol, Endogleyic-Regosol, Epileptic-Cambisol, Epileptic-Lixisol and Epileptic-Luvisol. The poorly developed soils are remarkable for their extent in association with lithosols on crusts, gravelous soils and leached **ferruginous**[°] soils (map 4.3).

SOILS AFFECTED BY HYDROMORPHIC PEDOGENESIS

These soils evolve under the influence of an excess of temporary or permanent water affecting principally the distribution



Carte 4.3: Les sols du Burkina Faso [16].
Map 4.3: Soils of Burkina Faso [16].

manganèse ou l'accumulation du calcaire. Ils prennent une extension importante autour des axes de drainages des cours d'eau. Si l'**hydromorphie**⁷ est temporaire, les sols qui en résultent sont de type hydromorphes à pseudogley [3] ou Gleysols. Si l'hydromorphie est permanente, les sols sont de types hydromorphes à gley (CPCS, 1967) ou Stagnosols [4].

LES SOLS A PEDOGENESE VERTIQUE SUR COMPLEXE D'ALTERATION SMECTIQUE

Ces couvertures pédologiques sont localisées aux niveaux des glacis à toposéquences monotones, des dépressions périphériques et des cuvettes de décantation des plaines alluviales. Les paysages à sols vertiques se subdivisent en trois groupes.

- Les vertisols et paravertisols : Cette classe de sols se situe principalement dans les régions **birrimiennes**⁷ basiques, ainsi que dans les zones granitiques ou migmatiques à tendance méso-crate. Leur genèse est liée soit à la présence d'un **modélé**⁷ limitant le drainage externe et favorisant la néo-synthèse d'argiles gonflantes par la concentration du milieu en bases (vertisols topomorphes), soit à la présence d'un matériau initialement riche en argiles gonflantes ou en minéraux ferromagnésiens (vertisols

of iron and manganese or the accumulation of calcium. They take up a significant area around streams. If the hydromorphy is temporary, the resulting soils are the type of **hydromorphic**⁷ pseudogley [3] or Gleysols. If the hydromorphy is permanent, the soils are the type of hydromorphic gley (CPCS, 1967) or Stagnosol [4].

SOILS MARKED BY VERTIC PEDOGENESIS ON SMECTIC ALTERATION COMPLEX

These pedological blankets are localised to the level of the slopes of monotone toposequence, in the peripheral depressions and the outflow basin of the alluvial plains. The vertic soil landscapes are divided into three groups.

- Vertisols and Paravertisols: This soil class is situated principally in the basic **Birrimian**⁷ regions, as well as in the granitic or migmatic zones with mesocratic tendency. Their genesis is linked to the presence of a **landform**⁷ limiting the external drainage and favouring the neosynthesis of expansive clays by average basal concentration (Topomorphic Vertisols), or to the presence of a material initially rich in expansive clays or in ferromagnesian minerals (Lithomorphic Ver-

lithomorphes). Ces sols correspondent aux Gleyic-Vertisols ou Stagnic-Vertisols [4].

- Les sols à Mull : Ils sont représentés par les sols bruns eutrophes [3] équivalent au groupe des Cambisols [4]. Ils se développent sur les mêmes substrats d'altération que les vertisols mais sont caractérisés par un milieu générateur limitant la synthèse d'argiles gonflantes ou moins riches en bases. On distingue les sols bruns eutrophes vertiques (Vertic-Cambisols) et les sols bruns eutrophes vertiques hydromorphes (Gleyic-Vertic-Cambisols) ; les sols bruns eutrophes ferruginisés (Ferric-Cambisols).
- Les sols sodiques ou solonetz: Ils sont caractérisés par la présence des sels sodiques solubles qui entraînent une **dégradation**⁷ des argiles. Ces sols sont alors appauvris en argile en surface avec une structure en colonne caractéristique dans les horizons sous jacents. Ces sols sont localisés principalement dans la zone nord du pays.

LES SOLS A PEDOGENESE FERRUGINEUSE SUR COMPLEXE D'ALTERATION KAOLINITIQUE

Ils se développent sur des matériaux remaniés dérivés du manteau d'altération kaolinitique ancien, sur arènes granitiques à

tisols). These soils correspond to Gleyic Vertisols or Stagnic Vertisols [4].

- Mull soils: These are represented by eutrophic brown soils [3] equivalent to the Cambisol group [4]. They develop on the same weathered substrates as the vertisols but are characterised by a generative environment limiting the synthesis of expansive clays or less rich in composition. Eutrophic brown vertic soils (Vertic Cambisols); eutrophic brown vertic hydromorphic soils (Gleyic Vertic Cambisols) and eutrophic brown ferruginised soils (Ferric Cambisol) are distinguished.
- Sodic soils or solonetz: They are characterized by the presence of sodic soluble salt that leads to clay **degradation**⁷. These soils are clay impoverished in surface horizon with characteristic column structure in subsurface horizons. These soils are mainly localized in the northern region.

SOILS MARKED BY FERRALITIC PEDOGENESIS ON KAOLINITIC ALTERATION COMPLEX

They develop on altered and remaining material derived from the ancient kaolinitic weathering coat, on granitic sands of contrasted toposequence, either of coarse texture or certain varied

toposéquences contrastés ou à texture grossière ou certaines formations sédimentaires variées (schiste, grès, dolomie). Ils regroupent essentiellement la Classe des sols à sesquioxydes de fer avec le groupe des sols ferrugineux tropicaux lessivés et celui des sols ferrugineux peu lessivés [3]. Ces sols sont dominants et sont associés à presque toutes les unités de sols (carte 4.3). Ils peuvent correspondre en fonction de leur capacité d'échange cationique⁹ et l'activité des argiles, soit aux Lixisols, soit aux Luvisols [4].

LES SOLS A ALTERATION COMPLETE SUR COMPLEXE D'ALTERATION KAOLINITIQUE

Ces sols résultent d'un long processus de lessivage intensif des matériaux d'altération représentés par les sesquioxydes et la kaolinite qui aboutit à une faible activité des argiles et à une concentration résiduelle des minéraux très résistants (quartz, hydroxyde de fer et d'alumine). Ils correspondent aux sols ferrallitiques [3] ou aux Ferrasols [4]. Ces sols sont très peu étendus et se rencontrent dans les zones les plus arrosées du pays (Sud et Sud-Ouest).



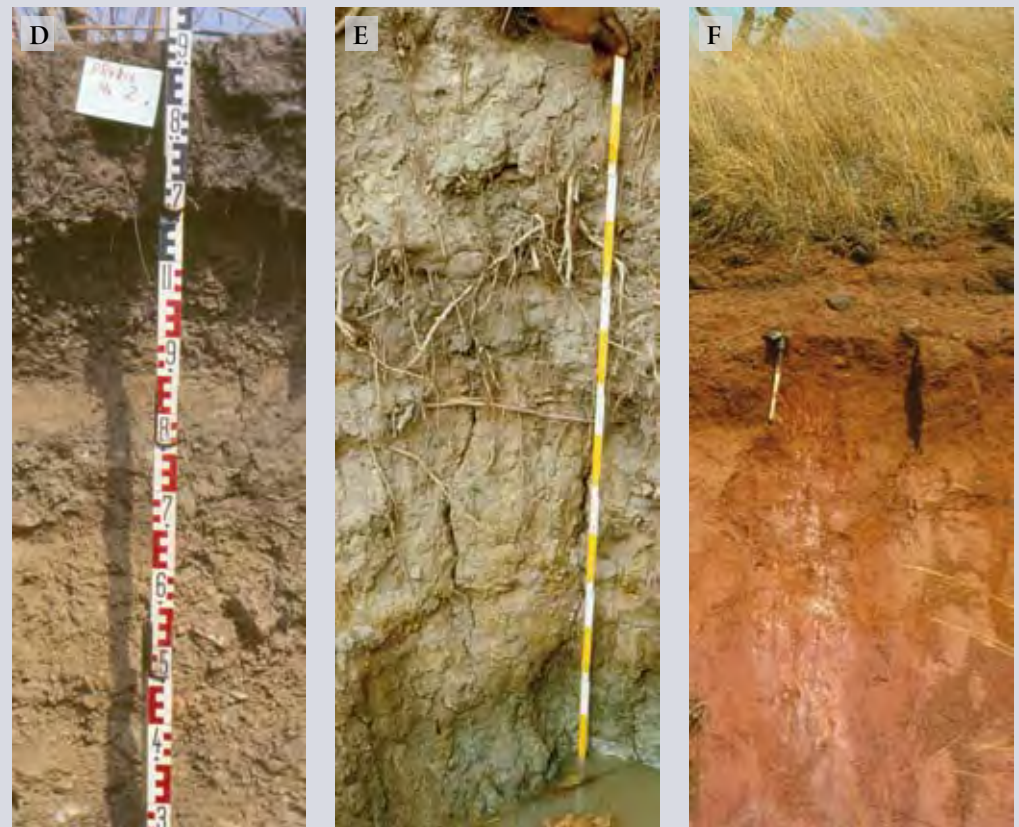
Fig. 4.1: (A) Luvisol ou Sol ferrugineux lessivé à tâches et concrétions; (B) Vertisol; (C) Leptosol ou Lithosol; (D) Cambisol ferrique ou sol brun eutrophe ferruginisé; (E) Gleysol ou sol hydromorphe; (F) Ferrasol ou sol ferrallitique.

sedimentary formations (schist, sandstone, and dolomite). They essentially bring together the class of iron sesquioxide soils with the group of tropical leached ferruginous soils and those of the little-leached ferruginous soils [3]. These soils are dominant and are associated with almost all of the soil units. They can correspond, according to their capacity for cationic exchange⁹ and clay activity, either to the Lixisols, or to the Luvisols [4].

COMPLETELY WEATHERED SOILS ON KAOLINITIC ALTERATION COMPLEX

These soils result from a long process of intensive leaching of weathered materials represented by the sesquioxides and kaolinite with weak clay activity and a residual concentration of very resistant minerals (quartz, iron and alumina hydroxide). They correspond to ferrallitic soils [3] or to Ferrasols [4]. These soils are of very limited extent and are found in the wettest zones of the country (south and south-west).

(A) Luvisol or ferruginous tropical soil leached and mottled; (B) Vertisol; (C) Leptosol or Lithosol; (D) Ferric Cambisol or ferric eutrophic brown soils; (E) Gleysol or hydromorphic soil; (F) Ferrasol or ferrallitic soil. JRU



4.4

L'hydrologie

Jean Marie DIPAMA

Le réseau hydrographique du Burkina Faso est relativement dense malgré les conditions climatiques assez précaires et le relief peu prononcé. L'ensemble du chevelu hydrographique se rattache à trois principaux bassins versants ou bassins internationaux : la Volta, la Comoé et le Niger (Tab. 4.1).

Le bassin de la Volta couvre une aire de 178 000 km² ; c'est le plus vaste et se compose de sous-bassins dont le Mouhoun, le Nazinon, le Nakambé, la Sissili et la Pendjari. Il occupe toutes les parties centrales et orientales du pays.

Le bassin de Niger draine l'Ouest et le Nord-Est du pays sur 79 000 km². Il est alimenté par d'autres sous-bassins dont Le Banifing, le Béli, le Gourouol, la Sirba, la Tapoa et la Mékrou.

Le bassin de la Comoé se localise à l'extrême Ouest et s'étale sur 17 000 km². Il englobe les sous-bassins de la Léraba et de la Comoé. A l'échelle du pays, ces bassins se décomposent en cinq bassins

nationaux: le Mouhoun, le Nazinon le Nakambé, la Comoé et le Niger (Tab. 4.2).

Les quantités d'eau drainées dans ces bassins se répartissent en eaux de surface et souterraines. Le potentiel hydrologique du Burkina Faso est estimé à près de 28,5 milliards de m³ de ressource en eau renouvelable, soit 20,7 milliards de m³ pour les eaux souterraines et 7,8 milliards de m³ pour les eaux de ruissellement. Les besoins en eau sont estimés à 2,5 milliards de m³, tout usage compris. Cependant, le Burkina Faso ne consomme que 8,78 % de ses ressources renouvelables en eau.

LES EAUX DE SURFACE

Le territoire burkinabè est arrosé par de nombreux cours d'eau permanents ou temporaires aux caractéristiques hydrologiques diverses (Carte 4.4). On trouve aussi des mares qui occupent les dépressions et jouent un rôle crucial dans la vie pastorale, surtout dans le Nord où elles constituent les seuls véritables points d'eau. En plus de ces lacs naturels, on dénombre près de 2 100 retenues d'eau qui stockent annuellement environ 2,66 milliards de m³, sur une capacité totale de 4,7 milliards de m³.

Hydrology

The hydrographic network of Burkina Faso is relatively dense in spite of the fairly precarious climatic conditions and the flat relief. The hydrographic system derives from three principal outflow basins or international basins: the Volta, the Comoé and the Niger (Tab. 4.1).

The Volta basin covers an area of 178 000 km²; it is the largest and composed of the sub-basins of the Mouhoun, Nazinon, Nakambé, Sissili and Pendjari. It occupies all of the central and eastern part of the country.

The basin of the Niger drains the West and North-east of the country over 79 000 km². It is fed by other sub-basins, the Banifing, Béli, Gourouol, Sirba, Tapoa and Mékrou.

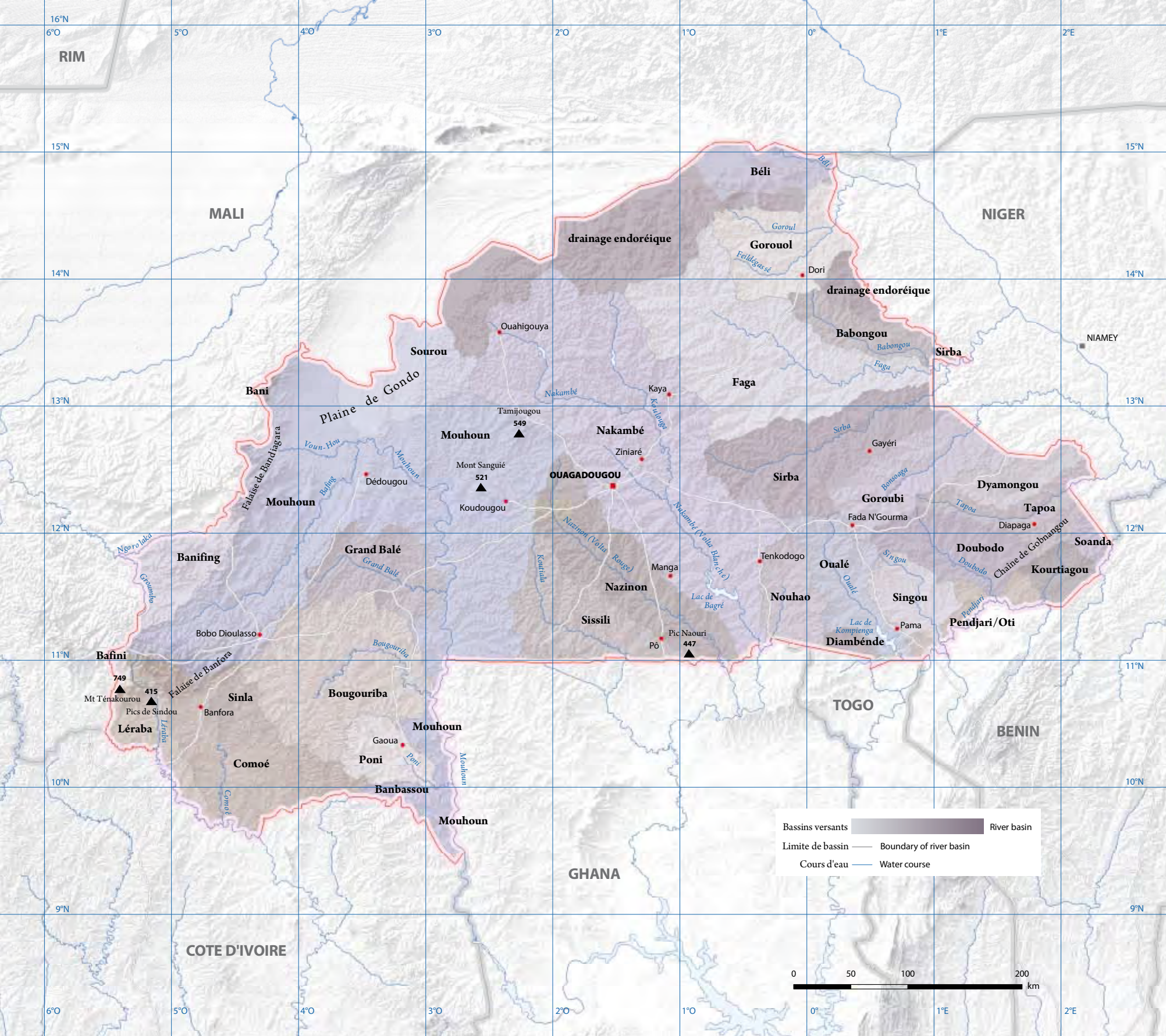
The basin of the Comoé is located at the extreme west and extends over 17 000 km². It includes the sub-basins of the Léraba and Comoé.

At the scale of the country, these basins break down into five national basins: the Mouhoun, Nazinon, Nakambé Comoé and Niger (Tab. 4.2).

The quantity of water drained through these basins is divided into surface and underground water. The hydrological potential of Burkina Faso is estimated at near to 28.5 billion m³ of renewable water resource, i.e. 20.7 billion m³ for underground water and 7.8 billion m³ for surface water. The water needs including the different uses are estimated at 2.5 billion m³. However, Burkina Faso only consumes 8.78 % of its renewable water resources.

SURFACE WATER

Burkina Faso territory is irrigated by numerous permanent or temporary streams of diverse hydrological characteristics (Map 4.4). One also finds ponds which fill the depressions and play a crucial role in pastoral life, above all in the north where they constitute the only real water sources. In addition to these natural lakes, there are near to 2 100 dammed lakes which annually store some 2.66 billion m³ out of a total capacity of 4.7 billion m³.



Carte 4.4: Les bassins nationaux du Burkina Faso [17].
Map 4.4: National river basins of Burkina Faso [17].

LES EAUX SOUTERRAINES

Les eaux souterraines exploitent les fissures ainsi que l'altération de la roche pour se loger dans les structures cristallines. Dans les roches sédimentaires par contre, l'eau est localisée à des profondeurs pouvant atteindre 30 à 150 m. Elles sont utilisées pour l'alimenta-

Tab. 4.1: Superficie des bassins nationaux et de leur sous bassins [5]. | Area of national basins and their sub-basins MEE (2001) [5].

Bassins Basins	Sous bassins Sub-basins	Superficie en km ² Area in km ²		
Internationaux International	Nationaux National			
Comoé	Comoé	Comoé - Léraba	17 590	
		Beli	15 382	
		Gorouol	7 748	
		Dargol	1 709	
		Faga	24 519	
Niger	Niger	Sirba - Gouroubi	11 946	
		Bonsoaga	7 231	
		Dyamangou	3 759	
		Tapoa - Mekrou	5 707	
		Banifing	5 441	
		sub-total	83 442	
		Upper Mouhoun	20 978	
Volta	Mouhoun	Lower Mouhoun	54 802	
		Sourou	15 256	
		sub-total	91 036	
		Nakambé	Pendjari - Kompienga	21 595
			Nakambé	41 407
Nazinon	Nazinon	Nazinon	11 370	
		Sissili	7 559	
		sub-total	81 932	
Burkina Faso		274 000		

UNDERGROUND WATER

The underground water exploits fissures as well as the weathering of the rock to lodge itself into crystalline structures. In sedimentary rocks however, water is localised at depths upto 30 to 150 m. They are used for human supply and for agropastoral activities (market gardening, farming, animal-rearing).

tion humaine et interviennent aussi dans les activités agropastorales (maraîcher culture, élevage).

Au Burkina Faso, la nature géologique du substratum lui confère deux unités hydrogéologiques : une zone sédimentaire faiblement **métamorphisée**⁷ et une zone de socle cristallin essentiellement formée de roches magmatiques. Chaque unité est composée de deux aquifères, dont l'un est dit aquifère de la zone altérée jouant le rôle de réservoir et l'autre dit aquifère des milieux fissurés qui joue le rôle de drain, facilitant le captage des eaux.

Les nappes d'eau souterraines sont généralement alimentées par les eaux de pluie qui s'infiltrent directement dans le sol et par **percolation**⁷ vers la nappe. La recharge peut être indirecte, lorsque l'infiltration se fait à partir des points bas, lieu de concentration des eaux de ruissellement tel que les bas fonds et les cours d'eau. Ce système de recharge est propre aux zones fortement affectées par la **dégradation**⁷ du couvert végétal, phénomène qui prend de l'ampleur sur toute l'étendue du territoire burkinabé.

In Burkina Faso, the geological nature of the substratum confers two hydrological units: a weakly **metamorphosed**⁷ sedimentary zone and a crystalline basal zone formed of magmatic rocks. Each unit is composed of two aquifers, of which one is referred to as the weathered zone aquifer, which plays the role of a reservoir and the other, the fissured environment aquifer, which plays the role of drain, facilitating the catchment of water. The underground water is generally supplied by rainwater which infiltrates directly into the soil and by **percolation**⁷ to the aquifer. The recharge can be indirect, when the infiltration occurs from low points, places of concentration of surface water such as the depths of water courses. This system of recharge is particularly found in zones strongly affected by **degradation**⁷ of the vegetation cover, a phenomenon which has significance over the whole extent of Burkina Faso's territory.

Tab. 4.2: Caractéristiques hydrologiques des principaux cours d'eau.

Hydrological characteristic of the principal water courses.

Cours d'eau Water courses	Débits (m ³ /s) Flows (m ³ /s)		Longueur (km) Length (km)	Régime Flow rate	
	maximum	minimum			
Mouhoun	383,51	4,26	750	Permanent	Permanent
Nakambé	51,31	0,02	500	Temporaire	Temporary
Nazinon	31,66	0	300	Temporaire	Temporary
Comoé	82,48	0,6	160	Permanent	Permanent
Léraba	154,05	0,67	225	Permanent	Permanent
Faga	7	0	270	Temporaire	Temporary
Sirba	10,89	0,08	250	Temporaire	Temporary

LE MILIEU HUMAIN

4.5

Données démographiques

Abdoulaye SENGHOR

L'organisation administrative au Burkina Faso « Pays des Hommes intègres » est un processus ancien car plusieurs découpages ont eu lieu depuis le début de l'indépendance du pays. C'est ainsi que des cercles ont été institués depuis la période coloniale jusqu'en 1974, la départementalisation est intervenue entre 1974 et 1985, la provincialisation a aussi commencé dès 1983 et depuis 2001, on assiste actuellement à l'ère de la régionalisation.

En effet, depuis le 24 avril 1996, le Burkina Faso, est subdivisé en 45 provinces administrées par des Hauts Commissaires, 351 départements administrés par des Préfets et 8 317 villages et secteurs dirigés par des Délégués [6]. Avec la décentralisation amorcée depuis cette date et rendue effective quelques années plus tard par la

nomination des Gouverneurs et l'élection des Conseillers municipaux, depuis 2001 on compte 13 régions sous la responsabilité des Gouverneurs, 49 communes urbaines et 302 communes rurales sous la direction des Maires Centraux et Maires d'Arrondissement [7].

Des lois portant sur l'organisation de la décentralisation et l'administration du territoire ont été votées [8] et elles fixent les statuts particuliers de la province du Kadiogo (dont le Chef lieu est Ouagadougou), des communes de Ouagadougou (Capitale politique) et de Bobo-Dioulasso (Capitale économique). Sont aussi redéfinis les deux types de collectivités locales : la province et le département comme collectivités déconcentrées d'une part, la région et la commune comme collectivités décentralisées d'autre part. L'appellation de commune de moyen exercice est changée par commune rurale et celle de plein exercice par commune urbaine. Les communes urbaines sont définies en fonction d'un critère de population (10 000 habitants au moins) et d'un critère budgétaire qui doit être d'au moins 15 millions de francs CFA. Les chefs-lieux de province deviennent des communes urbaines.

THE HUMAN ENVIRONMENT

Demographic data

The administrative organization of Burkina Faso "Country of Men of integrity" is an old procedure because several divisions have taken place since the beginning of the independence of the country. Thus circles were established since the colonial period until 1974, departmentalization occurred between 1974 and 1985, the provincialism also began in 1983 and since 2001 we are currently witnessing an era of regionalization.

Since 24 April 1996, Burkina Faso is divided into 45 provinces administrated by the High Commissioners, 351 departments administered by Prefects and 8 317 villages managed by Delegates [6]. With decentralization that began that date and was made operational a few years later by the nomination

of Governors and the election of Municipal Councillors, since 2001, there are 13 regions under the responsibility of the Governors, 49 urban communes and 302 rural communes under the direction of the Central Mayors and District Mayors [7].

Laws on the organization of decentralization and administration of the territory have been passed [8] and they set the special status of the province of Kadiogo (the county seat is Ouagadougou), the municipalities of Ouagadougou (political capital) of Bobo-Dioulasso (economic capital). The two types of communities were also redefined: the province and the department as decentralized communities from the region and the municipality as decentralized other. The urban communes are defined according to a criterion of population (10 000 or more inhabitants) and a fiscal criterion that must be at least 15 million francs CFA (approx. € 23 000). The county seats become urban communes.

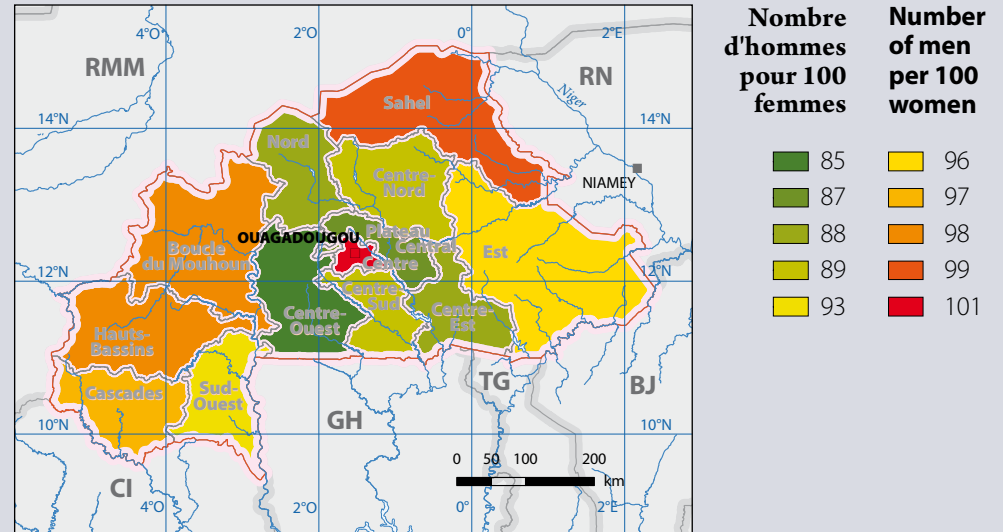
SIZE OF POPULATION: A GROWING POPULATION AND FEMALE-DOMINATED

The population of Burkina Faso is currently at 14 017 262 inhabitants composed of 6 768 739 men and 7 248 523 women, i.e.

VOLUME DE LA POPULATION : UNE POPULATION EN PLEINE CROISSANCE ET A MAJORITE FEMININE

La population du Burkina Faso s'établit actuellement à 14 017 262 habitants composés de 6 768 739 hommes et de 7 248 523 femmes, soit 93 hommes pour 100 femmes (Carte 4.5, Tab. 4.3 & 4.4). Les femmes représentent 51,7 % de la population globale contre 48,3 % d'hommes [9].

La supériorité numérique des femmes n'est pas une particularité du Recensement général de la population et de l'habitat⁷ (RGPH) de 2006. En effet, aussi bien en 1985 qu'en 1996, les femmes représentaient plus de la moitié de la population, soit respectivement 51,9 % et 51,8 % de l'ensemble. La majorité de la population burkinabè, 10 835 295 habitants, soit 77,3 %, réside en milieu rural contre 22,7 % en milieu urbain. Entre 1996 et 2006, la population du Burkina Faso a connu un accroissement annuel moyen de 3,1 % contre 2,4 % entre 1985 et 1996 et 2,7 % entre 1975 et 1985 [9].



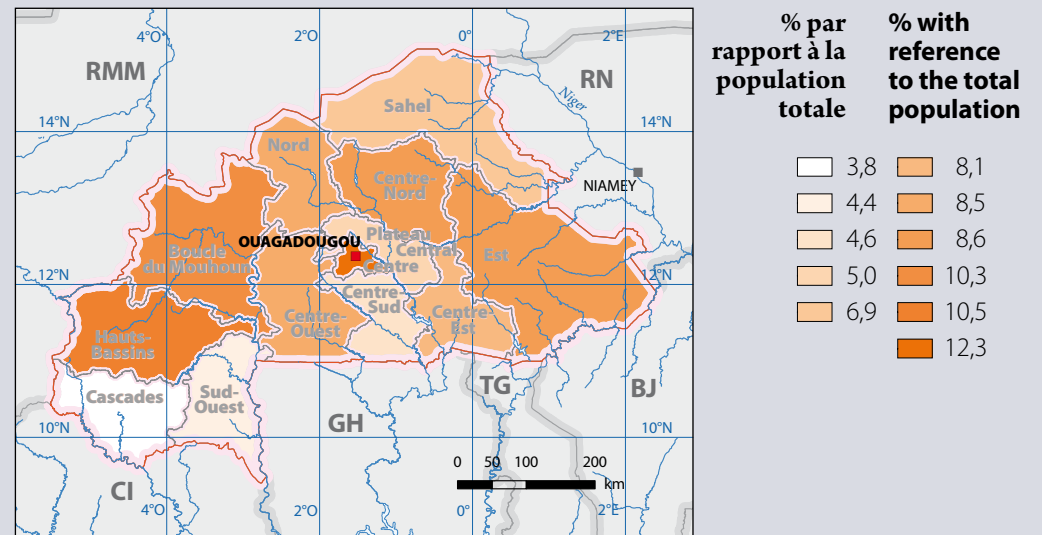
Carte 4.5: Répartition de la population résidente par région administrative selon le genre [9].

Map 4.5: Distribution of the resident population by administrative region by gender [9].

93 men per 100 women (Map 4.5, Tab. 4.3 & 4.4). Women represent 51.7 % of the total population against 48.3 % of men [9]. The numerical superiority of women is not a peculiarity of the General Census of Population and Housing (GPHC) 2006. Indeed, both in 1985 than in 1996, women accounted for over half of the population, respectively 51.9 % and 51.8 % of the total. The majority of the Burkinabé population (10 835 295 inhabitants, 77.3 %) lives in rural areas, about 22.7 % in urban areas. Between 1996 and 2006 the population of Burkina Faso has experienced an average annual growth of 3.1 % against 2.4 % between 1985 and 1996 and 2.7 % between 1975 and 1985 [9].

SPATIAL DISTRIBUTION OF THE POPULATION: REGIONAL INEQUALITY AND POPULATION PRESSURE INCREASINGLY STRONG OVERALL

The geographic distribution of the population is uneven in the administrative regions. Indeed, the Central region which houses the country's political capital contains 12.3 % of the total population (Map 4.6, Tab. 4.4). It is followed by the regions of Hauts-Basins (10.5 %) and Boucle du Mouhoun (10.3 %). However, Cascades region is the least populated (3.8 %), followed in



Carte 4.6: Répartition de la population résidente par milieu de Résidence selon le genre [9].

Map 4.6: Distribution of the resident population by place of residence by sex [9].

REPARTITION SPATIALE DE LA POPULATION : INEGALITE REGIONALE ET PRESSION DEMOGRAPHIQUE DE PLUS EN PLUS FORTE DE FAÇON GENERALE

La répartition géographique de la population présente des inégalités selon les régions administratives. En effet, la région du Centre qui abrite la capitale politique du pays renferme 12,3 % de l'ensemble de la population (Carte 4.6, Tab. 4.4). Elle est suivie des régions des Hauts-Bassins (10,5 %) et de la Boucle du Mouhoun (10,3 %). En revanche, la région des Cascades est la moins peuplée (3,8 %), suivie dans l'ordre croissant des régions du Sud-Ouest et du Centre-Sud avec respectivement 4,4 % et 4,6 % de la population du Burkina Faso [9].

De 1975 à 2006, la densité de la population est passée de 20,8 habitants au km² à 51,8 habitants au km². Cette densité est inégalement répartie selon les régions. En effet, la région du Centre dans laquelle se trouve la ville de Ouagadougou se caractérise par une densité exceptionnellement importante (615 habitants au km²), tandis que la région de l'Est enregistre la densité la plus faible (26,0 habitants au km²).

Les indicateurs de la fécondité sont calculés chez les femmes âgées

ascending order by South-Western and South-Central regions with 4.4 and 4.6 % respectively of the population of Burkina Faso.

From 1975 to 2006, the population density increased from 20.8 to 51.8 inhabitants per km². This density is unevenly distributed across regions. Indeed, the Central region, in which is found the city of Ouagadougou is characterised by an unusually large density (615 inhabitants per km²), while the Eastern region recorded the lowest density (26.0 inhabitants per km²).

Tab. 4.3: Répartition de la population résidente par milieu de Résidence selon le genre.

Distribution of the resident population by place of residence by sex.

Milieu de résidence Place of residence	Genre Gender		Total
	Homme Male	Femme Female	
Urbain Urban	1 588 895	1 593 072	3 181 967
Rural Rural	5 179 844	5 655 451	10 835 295
Total Total	6 768 739	7 248 523	14 017 262

de 15-49 ans. Dans le RGPH-2006, l'indice synthétique de fécondité (ISF) ou le nombre moyen d'enfants nés vivants par femme est de 6,2 au niveau national et varie de 4,6 en milieu urbain à 6,7 en milieu rural.

GROUPES ETHNIQUES : UNE POPULATION A MAJORITE MOSSE

La population du Burkina Faso compte une soixantaine de langues pour une soixantaine de groupes ethniques et 3 grandes religions qui sont la religion traditionnelle, l'islam et le christianisme (catholiques et protestants). Les principaux groupes ethniques (au regard de leur proportion) sont les Moosé (plus de 48 % de la population), les peulhs (plus de 10 %), les Bobos (plus de 7 %), les Gourmantché et Gurunsi (plus de 7 % chacun) [10].

The fertility indicators are calculated for women aged from 15-49 years. In the GPHC 2006, the total fertility rate (TFR) or the average number of live births per woman is 6.2 at the national level and varies from 4.6 in urban to 6.7 in rural environments.

ETHNIC GROUPS: A POPULATION PRIMARILY MOSSI

The population of Burkina Faso has about sixty languages for about sixty ethnic groups and three large religions which are traditional religion, Islam and Christianity (Catholics and Protestants). The principal ethnic groups in regard to their proportion are the Mossi (more than 48 % of the population), the Fulani (more than 10 %), the Bobo (more than 7 %), the Gourmantché and Gurunsi (each more than 7 %) [10].

Tab. 4.4: Répartition de la population résidente par région administrative selon le genre.
Distribution of the resident population by administrative region by gender.

Région de résidence Region of residence	Homme Men	Femme Women	Total Total	% par rapport à la population totale % in relation to the total population	Nombre d'hommes pour 100 femmes Number of men per 100 women
Centre	867 010	860 380	1 727 390	12,3	101
Hauts-Basins	726 229	743 375	1 469 604	10,5	98
Boucle du Mouhoun	714 342	728 407	1 442 749	10,3	98
Eastern	594 868	617 416	1 212 284	8,6	96
North-Central	565 986	636 039	1 202 025	8,5	89
West-Central	546 825	639 741	1 186 566	8,5	85
North	554 692	631 104	1 185 796	8,5	88
East-Central	529 333	602 683	1 132 016	8,1	88
Sahel	481 375	487 067	968 442	6,9	99
Central Plateau	324 588	371 784	696 372	5,0	87
South-Central	302 859	338 584	641 443	4,6	89
South-Western	299 264	321 503	620 767	4,4	93
Cascades	261 368	270 440	531 808	3,8	97
Total Burkina Faso	6 768 739	7 248 523	14 017 262	100,0	93

4.6

Indicateurs socioculturels et socioéconomiques

Abdoulaye SENGHOR

SCOLARISATION

La population scolaire est l'ensemble des personnes qui fréquentent un établissement d'enseignement général ou technique au cours d'une année scolaire donnée.

Au primaire, le taux brut de scolarisation des enfants de 6-12 ans en 2006 est de 52,7 % avec 56,8 % pour les enfants de sexe masculin et 48,4 % pour ceux de sexe féminin. Comme on s'y attendait, il est plus élevé en milieu urbain (96,1 %) quel que soit le sexe, qu'en milieu rural (42,9 %). Pour ce qui est du taux net, il est de 48,4 % au niveau national, 52 % chez les garçons et de 44,7 % chez les filles [9].

Au niveau du secondaire, le taux brut de scolarisation est de 21,8 %. Il est plus élevé chez les hommes (25,3 %) que chez les femmes (18,3 %) et sept fois plus élevé en milieu urbain (57,8 %) qu'en milieu rural (8,7 %). Malgré les efforts, le taux net de scolarisation au secondaire reste encore faible (15,8 %). Le milieu urbain enregistre

un taux plus élevé (40,1 %) que le milieu rural (7,0 %) et les garçons sont mieux lotis (18,3 %) que les filles (13,3 %) [9].

L'enseignement supérieur est peu fréquenté par rapport aux autres degrés. En effet, le taux brut de scolarisation à ce niveau est 2,6 %.

Parmi cette population, on compte 1,8 % de filles et 3,5 % de garçons. [8].

Niveau d'instruction

Le niveau d'instruction correspond à la classe en cours de fréquentation ou la dernière classe suivie pour ceux qui ne fréquentent plus.

Au Burkina Faso, plus de 70 % de la population de 7 ans ou plus n'ont aucun niveau d'instruction, 20,1 % ont le niveau primaire, 8,1 % le niveau secondaire et 1,1 % le niveau supérieur [9].

INDICATEURS SOCIOECONOMIQUES ET PRINCIPALES ACTIVITES ECONOMIQUES

L'activité économique est le travail exercé par une personne dans le but de produire ou de participer à la production des biens et des services économiques. La personne qui exerce une activité économique perçoit généralement en contrepartie de son activité, une rémunération en espèce ou en nature. Les indicateurs calculés se

Sociocultural and socioeconomic indicators

SCHOOLING

The school population is the group of people who visit an establishment of general or technical learning in the course of a given academic year.

At primary level, gross enrolment rate of children aged 6-12 years in 2006 was 52.7 % with 56.8 % for male and 48.4 % for female students. As expected, it is higher in the urban (96.1 %), irrespective of sex, than in the rural areas (42.9 %). The net rate is at 48.4 % at a national level, 52 % for the boys and 44.7 % for the girls [9].

At secondary level, gross enrolment rate is 21.8 %. It is higher among men (25.3 %) than women (18.3 %) and seven times higher in the urban (57.8 %) than the rural areas (8.7 %). Despite the efforts, the net secondary enrolment is still low (15.8 %). The urban areas recorded a higher rate (40.1 %) than rural (7.0 %) in

and boys are better off (18.3 %) than girls (13.3 %) [9].

Higher-level education is not popular compared to other degrees. Indeed, the gross enrolment rate at this level is 2.6 %, i.e. 1.8 % of girls and 3.5 % of boys. [8].

Educational level

The educational level corresponds to the current class attendance or the last class visited by those who no longer attend.

In Burkina Faso, over 70 % of the population of 7 years or more have no education, 20.1 % have primary education, 8.1 % secondary education, and 1.1 % higher-level [9].

SOCIOECONOMIC INDICATORS AND MAIN ECONOMIC ACTIVITIES

Economic activity is the work exercised by a person in order to produce or to participate in the production of economic goods and services. The person who exercises an economic activity typically receives in return pay in cash or kind. The calculated indicators are based on resident individuals of 15 years or over.

In a resident population of 14 017 262 counted by census in 2006, the population of working age (15 years or older) in

basent sur les personnes résidentes de 15 ans ou plus.

Sur une population résidente de 14 017 262 dénombrée en 2006, la population en âge de travailler (15 ans ou plus) au Burkina Faso, est de 7 443 564 habitants soit 53,1 % de la population résidente. Cette population en âge de travailler se compose des actifs et des inactifs. Les actifs au nombre de 5 412 102 personnes se composent de 54,7 % d'hommes et de 45,3 % de femmes [9].

La population active occupée de 15 ans ou plus est de 5 285 860. Les hommes comptent plus d'actifs occupés (54,3 %) que les femmes (45,7 %). Le secteur primaire (agriculture et élevage) absorbe l'essentiel des actifs occupés (80,4 %) contre 16 % pour le secteur tertiaire (commerce et transport) et seulement 3,6 % pour le secteur secondaire (industrie et tourisme). Le secteur primaire reste donc le principal pourvoyeur d'emplois au Burkina.

La répartition des actifs occupés selon le statut d'occupation indique un poids prépondérant de la catégorie « aides familiales » (46,9 %) suivie des indépendants 44,5 %. Les salariés ne représentent qu'une faible proportion, soit 6,1 % des actifs occupés [9].

Au Burkina Faso, la population dénombrée au chômage lors du RGPH (2006) est de 126 242 personnes soit un taux de chômage de 2,3 %. Les hommes (2,9 %) sont plus touchés par le chômage

que les femmes (1,7 %). En considérant le milieu de résidence, ce phénomène est plus important en milieu urbain (9,2 %) qu'en milieu rural (0,6 %) [9].

L'Agriculture

Les activités agricoles concernent les cultures vivrières (mil, maïs, sorgho, riz) et les cultures de rentes (coton). L'agriculture est essentiellement basée sur les techniques traditionnelles avec peu d'intrants agricoles. La seule culture qui bénéficie de techniques plus modernes est celle du coton, encouragée et soutenue par une volonté politique. Le Burkina Faso est passé ces dernières années le premier pays producteur de coton en Afrique **subsaharienne**⁷ avec une production annuelle moyenne de plus de 600 000 tonnes. Cette performance de la production cotonnière (plus exigeante) se fait au détriment des différentes formations végétales qui abritent des sols fertiles (les forêts, les savanes boisées et arborées). Depuis la campagne 2007-2008 la filière de production du riz connaît également un accroissement considérable (avec plus de 200 % d'augmentation de la production) avec le soutien gouvernemental à travers la politique du Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques (MAHRH).

Burkina Faso was 7 443 564 inhabitants, i.e. 53.1 % of the resident population. This working age population is composed of actives and inactive. The actives, numbering 5 412 102 individuals are made up of 54.7 % men and 45.3 % women [9]. The active working population of 15 years or older is 5 285 860. Men are more often employed (54.3 %) than women (45.7 %). The primary sector (agriculture and stock rearing) absorbs the bulk of the employed (80.4 %) while 16 % work for the tertiary sector (trade and transport) and only 3.6 % for the secondary sector (industry and tourism). The primary sector therefore remains the main source of employment in Burkina Faso.

The distribution of employed persons by tenure indicates a predominant weight of the category "family assistance" (46.9 %) followed by independents (44.5 %). The employees represent only a small proportion, i.e. 6.1 % of the active working population. In Burkina Faso, the population counted in unemployment at the GPHC (2006) is 126 242 individuals, equivalent to an unemployment rate of 2.3 %. Men (2.9 %) are more affected by unemployment than women (1.7 %). Considering the residence area, this phenomenon is more important in the urban (9.2 %) than the rural area (0.6 %) [9].

Agriculture

The agricultural activities involve food crops (millet, maize, sorghum, rice) and cash crops (cotton). Agriculture is primarily based on traditional techniques with low-input agriculture. The only crop that benefits from more modern techniques is cotton, encouraged and supported by political will. During the last years Burkina Faso has been the largest producer of cotton in **Sub-Saharan**⁷ Africa with an average annual production of over 600 000 tons. The performance of cotton production (more demanding) is at the expense of vegetation types that harbour fertile soils (forests, woodland savannas). Since the 2007-2008 campaign, the rice production network has also experienced a significant increase (with more than 200 % increase in production) with government support through the politics of the Ministry of Agriculture, Hydrology and Fisheries Resources (MAHRH).

The fruit and vegetable crops have great potential but also financial problems and transportation and lack of storage infrastructure; Thus storage and processing limit their development. In Burkina Faso are an estimated of about 3 000 hectares of vegetables and 12 000 hectares of orchards in which

Les cultures maraîchères et fruitières offrent de grandes potentialités mais des problèmes financiers et de transport ainsi que le manque d'infrastructures de stockage, de conservation et de transformation limitent leur développement. On évalue au Burkina Faso environ 3 000 hectares de maraîchage et 12 000 hectares d'arbres fruitiers qui occupent environ 30 000 producteurs et fournissent 300 000 à 400 000 tonnes de fruits et légumes selon les années [11].

Outre cette agriculture conventionnelle, on note que le Burkina Faso est entré ces dernières années dans l'agriculture biologique avec une superficie de 6 195 hectares de fermes certifiées bio, exploitées par 17 526 producteurs [12]. Depuis 2004, la production annuelle varie entre 3 et 4 millions de tonnes de maïs, sorgho, sésame et surtout du coton en perpétuelle croissance grâce à l'ONG suisse Helvetas. Par ailleurs, le gouvernement burkinabè, après quelques années d'expérimentation, a décidé depuis la campagne 2008-2009 de se lancer dans la production du coton génétiquement modifié (OGM) en partenariat avec des firmes américaines.

Le secteur agricole contribue pour 40 % au PIB et pour plus de 60 % aux exportations du Burkina Faso.

about 30 000 producers are working, providing 300 000 to 400 000 tons of fruits and vegetables, depending on the year [11]. Besides this conventional agriculture, it is noted that Burkina Faso has entered in organic agriculture in recent years with an area of 6 195 hectares of certified organic farms, operated by 17 526 producers [12]. Since 2004, annual production varies between 3 and 4 million tons of maize, sorghum, sesame and cotton especially in perpetual growth with the Swiss NGO Helvetas. Moreover, the Burkina Faso government, after several years of experimentation, has decided, since the 2008-2009 campaign, to involve itself in the production of genetically-modified (GMO) cotton in partnership with companies from the USA. The agricultural sector contributes 40 % to GDP and more than 60 % to the exports of Burkina Faso.

Livestock

Second resource for the country's export after cotton and before mining, livestock contributes 12 % of its GDP and accounts for 19 % of its exports. Cattle population totals 8 million, individuals of sheep and goats respectively 7 and 11 million, poultry 31 million.

L'élevage

Deuxième ressource d'exportation du pays après le coton et avant le secteur minier, l'élevage fournit 12 % de son PIB et représente 19 % de ses exportations. Le cheptel bovin totalise environ 8 millions de têtes, les ovins et caprins respectivement 7 millions et 11 millions, la volaille 31 millions.

De type principalement extensif, l'élevage est pratiqué sur l'ensemble du territoire. La région du Nord (sahélienne) dont il est la principale ressource est la zone d'élevage transhumant par excellence, pratiqué par des éleveurs traditionnels. Viennent ensuite les zones soudano-sahélienne et soudanienne où l'élevage est plutôt sédentaire et pratiqué par les agriculteurs.

Le gouvernement a lancé ces dernières années un certain nombre d'actions visant à soutenir le secteur, notamment l'organisation de la transhumance, la création des points d'eau, la prévoyance des stocks, etc. Des initiatives privées sont également entreprises depuis quelques années pour la pratique de l'élevage intensif. Ce secteur jusque là limité à une classe des privilégiés et à l'élevage de la volaille, intéresse de plus en plus plusieurs couches sociales avec un élevage qui s'étend aux autres animaux.

Of mainly extensive kind, the animals are reared throughout the territory. The North (Sahelian) region, where it is the main resource, is the zone of archetypal transhumant pastoralism practised by traditional herdsman. This is followed by the Sudano-Sahelian and Sudanian zones where animal rearing is mostly sedentary and practised by farmers.

In recent years the government has launched a number of actions to support the sector, including the organization of transhumance, the creation of watering places and fodder stock. Private initiatives have also been launched in the last few years in favour of intensive animal rearing. The sector, up to now limited to a privileged class and to poultry breeding, is of increasing interest to several social strata including other animals, as well.

Mines

The **Birimian**^{*} volcano-sedimentary layers cover some 75 000 km², i.e. 27 % of the territory containing a large number of deposits and indicators, including gold. Since the adoption of the new mining code in 2003, giving numerous financial and customs advantages, and the liberalisation of research and



4.2 (A)

Fig. 4.2: (A) & (B) Sortie d'étude de la végétation avec les étudiants en maîtrise de Biologie végétales de l'Université de Ouagadougou. | Excursion for vegetation studies with Master Students of Plant Biology, University of Ouagadougou. ATH



4.3

Fig. 4.3: Le maïs, principale culture vivrière des zones humides du Burkina Faso. | Maize, the main subsistence crop in the humid zone of Burkina Faso. AOU



4.2 (B)

Les mines

Les sillons volcano-sédimentaires **birrimiens**⁷ couvrent au Burkina Faso près de 75 000 km², soit 27 % du territoire renfermant un grand nombre de gîtes et indices, notamment aurifères. Depuis l'adoption du nouveau code minier en 2003, accordant de nombreux avantages fiscaux et douaniers, et la libéralisation de la recherche et de l'exploitation, l'or devient le troisième produit d'exportation (6 %) après le coton (60 %) et le bétail (19 %). Le secteur minier contribue pour 3 % au PIB et emploie près de 2 % de la population [6].

A côté des potentialités aurifères (Poura, Essakane, Taparko, Youga, Kalsaka, Wona, Goulagou, Guino, Bayildiaga, Arbinda et Inata), il y a le gisement de zinc de Perkoa (6,9 millions de tonnes), celui du manganèse de Tambao (19 millions de tonnes) et de Kière (600 000 tonnes), du cuivre de Gaoua (24 000 tonnes), de Wayen (45 millions de tonnes) et de Ouagadougou (400 millions de tonnes), de l'antimoine de Kaya, du phosphate de sud-est dont le seul gisement de Kodjari est estimé à 3 millions de tonnes, etc. [6]. L'enclavement du pays, le coût de l'énergie, la faiblesse des infrastructures de transport sont autant de handicaps sérieux pour l'exploitation de ces ressources naturelles très intéressantes.

exploitation, gold has become the third export product (6 %) after cotton (60 %) and livestock (19 %). The mining sector contributes 3 % to the GDP and employs near to 2 % of the population [6].

Besides the gold-bearing potentialities (Poura, Essakane, Taparko, Youga, Wona, Goulagou, Bayildiaga, Arbinda and others), there is the deposit of zinc at Perkoa (6.9 million tons), of manganese at Tambao (19 million tons) and Kière (600 000 tons), of copper at Gaoua (24 000 tons), at Wayen (45 million tons) and at Ouagadougou (400 million tons), of antimony at Kaya, of phosphate in the south-east, of which the only deposit at Kodjari is estimated at 3 million tons, etc. [6]. Burkina Faso being a landlocked country, energy costs and weak transport infrastructure are serious handicaps for the exploitation of these very interesting natural resources.

Industry

Burkina Faso industry presents three characteristics: it is embryonic, concentrated in several geographic areas and structurally inconsistent. Permanent increase in the industrial and manufacturing sector of Burkina Faso, some sixty companies,

L'industrie

L'industrie burkinabè présente trois caractéristiques : elle est embryonnaire, concentrée en quelques points géographiques et structurellement peu cohérente. En augmentation permanente, le secteur industriel et manufacturier du Burkina Faso, une soixantaine d'entreprises, contribue pour environ 25 % au PIB et reste dominé par le secteur privé. A côté des industries agro-alimentaires (40 % des emplois et 50 % de la valeur ajoutée), il y a l'industrie des textiles et de l'habillement (24 % des emplois et 25 % de la valeur ajoutée), la chimie, les cuirs et peaux, la mécanique, les cycles et cyclo-moteurs, les bâtiments et travaux publics, etc. [6].

Selon la Direction générale du développement industriel, la ville de Ouagadougou, un pôle industriel en expansion, concentre à elle seule plus de 50 % des entreprises industrielles du pays (34 sur 66), suivie de Bobo-Dioulasso, capitale économique et historiquement le premier centre industriel (28). Viennent ensuite des petits centres industriels isolés (Koudougou, Banfora et Orodara) qui développent des industries de valorisation des ressources naturelles (le coton, la canne à sucre et les fruits) [13]. Trois sociétés interviennent dans le secteur du coton : FASO COTON (Société Cotonnière du Faso) pour la région du Centre, SOCOMA (Société

contributes around 25 % to the GDP and remains dominated by the private sector. Besides the agro-alimentary industries (40 % of the employment and 50 % of the added value), there is the textile and clothing industry (24 % of the employment and 25 % of the added value), chemicals, leather and hides, mechanical engineering, bicycles, mopeds, construction and public works, etc. [6].

According to the central administrative body for industrial development, Ouagadougou, a growing industrial centre concentrates, on its own, more than 50 % of the industrial companies of the country (34 out of 66), followed by Bobo-Dioulasso, economic capital and historically the first industrial centre (28). Then come the small, isolated industrial centres (Koudougou, Banfora and Orodara) which develop the industries which add value to natural resources (cotton, sugar cane and fruit) [13]. Three companies operate in the cotton sector: FASO COTON (Société Cotonnière du Faso) for the Central Region, SOCOMA (Société Cotonnière du Gourma) for the Eastern and SOFITEX (Société de Fibres et Textiles) for the Western region with some twenty ginning factories scattered across the country. It must be emphasised that the cotton sector has, over recent years,

Cotonnière du Gourma) pour celle de l'Est et SOFITEX (Société des Fibres et Textiles) pour la région de l'Ouest avec une vingtaine d'usines d'égrenage parsemées à travers le pays. Il convient de souligner que le secteur du coton connaît ces dernières années des difficultés liées aux conditions pluviométriques défavorables, aux coûts élevés de production et à la fluctuation des prix d'achats aux producteurs, ce qui a pour conséquence une baisse sensible de la production nationale.

Le commerce

Le commerce au Burkina Faso est organisé autour d'une dizaine de filières, essentiellement l'exportation des produits de base (coton, cuirs, or, bétail ...) et l'importation des produits manufacturés (tissus, motos, voitures ...). Le trait dominant de ce commerce est la faible diversification des exportations tandis que les importations sont fortement diversifiées.

Le commerce intérieur est caractérisé par la prédominance du secteur informel. Les activités commerciales sont en partie alimentées par la production nationale, notamment les produits finis des industries agro-alimentaires et textiles. Mais pour l'essentiel, le commerce reste fortement dépendant des importations qui concurrencent

experienced difficulties linked to unfavourable rainfall conditions, high production costs and the fluctuation of purchase price to producers, which results in a significant decline in national production.

Trade

Trade in Burkina Faso is organised around a dozen of industries, essentially the export of raw products (cotton, leather or livestock, etc.) and the import of manufactured goods (fabrics, motorbikes, cars, etc.). The dominant trait of this trade is the low diversification of exports whereas imports are highly diversified. Internal trade is characterised by the predominance of the informal sector. Commercial activities are in part fuelled by national production, including the finished products of the agro-food and textile industries. But basically, the trade remains heavily dependent on imports that can compete with other domestic products very little.

The external trade of Burkina Faso has a structural deficit with an average coverage of about 48 % and a trade deficit that worsens annually by the rate of 9.55 %. Exports represent 14 % of GDP and 90 % are concentrated on the following products:

d'ailleurs les produits nationaux, très peu compétitifs.

Le commerce extérieur du Burkina Faso est structurellement déficitaire avec un taux de couverture moyen de l'ordre de 48 % et un déficit commercial en volume qui se détériore à rythme annuel moyen de 9,55 %. Les exportations représentent 14 % du PIB et sont concentrées à 90 % sur les produits suivants : coton (60 %), produits d'élevage (20 %), l'or (10 %), le reste étant constitué des oléagineux, des fruits et légumes, etc. La dépendance du pays à l'égard des importations est de l'ordre de 30 % du PIB et ces importations portent à la fois sur les biens d'équipement, biens intermédiaires, biens de consommation et des services divers [8]. Malgré les nombreux efforts déployés par le gouvernement à travers les différentes stratégies du Ministère en charge de l'Agriculture, le pays importe régulièrement des produits vivriers, surtout les céréales (dont le riz) pour combler le déficit intérieur.

En 1982, la France était le principal fournisseur du Burkina Faso en produits manufacturiers mais à partir de 1993, c'est le Japon qui a pris la tête et de nos jours, c'est la Chine qui devient la principale source d'approvisionnement du pays.

cotton (60 %), livestock products (20 %), gold (10 %), the rest being made up of oil-producing plants, fruit and vegetables, etc. The dependence of the country with regard to imports is around 30 % of GDP and these imports involve, at one and the same time, capital equipment, intermediate goods, consumer goods and various services [8]. Despite numerous efforts by the government through various strategies of the Ministry responsible for Agriculture, the country regularly imports food products, especially cereals (including rice) to fill the domestic shortfall.

In 1982, France was the main supplier of manufactured goods to Burkina Faso but, from 1993, Japan has taken the lead and, these days, China is becoming the main supplier to the country.

Craft industry

Considered by many people as "informal sector", handicraft in Burkina Faso is an emerging and future sector. It includes more than 110 occupations classified into 9 guilds as follows: building and land (masons, tilers, painters of buildings etc.); steel-working and associated (blacksmiths, welders, etc.); maintenance and repair services (garage owners, cycle mechanics,

L'Artisanat

Considéré par plusieurs personnes comme « secteur informel », l'artisanat au Burkina Faso est un secteur émergent et d'avenir. Il comprend plus de 110 métiers classifiés en neuf corporations de métiers de la manière suivante : le bâtiment et la terre (maçons, carreleurs, peintres de bâtiments, etc.), la forge et assimilés (forgerons, soudeurs, etc.), les services de la réparation et de la maintenance (garagistes, mécaniciens de cycles, électriciens, etc.), les métaux précieux (bijoutiers, orfèvres, etc.), l'alimentation et l'hygiène (restaurateurs, grilleurs de viande, etc.), le bois et la paille (menuisiers, charpentiers, tresseurs d'articles en paille, etc.), le textile et l'habillement (tailleurs, tisserands, teinturiers, etc.), les cuirs et peaux (cordonniers, maroquiniers, etc.) et l'artisanat d'art (batik, dessinateurs, objets d'ornements, etc.).

Avec environ 1 000 000 d'acteurs, l'artisanat est le second pourvoyeur d'emplois après l'agriculture. Il occupe 30 % de la population active non agricole dont plus de la moitié est constituée de femmes. Les métiers du secteur de l'artisanat participent à la composition du PIB pour près de 30 %. Le commerce extérieur des produits artisanaux procure au pays les recettes en valeur free on board (FOB) qui peuvent avoisiner les 10 milliards de francs CFA par an

de nos jours. Les exportations se composent principalement comme suit : ouvrages en cuirs (0,1 %), ouvrages en bois (0,1 %), vannerie (0,1 %), ouvrages en métaux (0,27 %), articles de literie (0,7 %), articles d'art (1,43 %) et les autres produits artisanaux (95 %) [10]. Les produits artisanaux du Burkina Faso sont écoulés sur une trentaine de marchés extérieurs parmi lesquels la France, l'Espagne et l'Allemagne sont les marchés les plus importants.

electricians, etc.); precious metals (jewellery, goldsmiths, etc.); food and hygiene (restaurant owners, meat grillers, etc.); wood and straw (joiners, carpenters, makers of articles from straw, etc.); textiles and clothing (tailors, weavers, dry cleaners, etc.); leather and hides (shoemakers, leather workers, etc.) and artist craft works (batik, designers, decorative objects, etc.).

With about 1 million actives, handicraft is the second source of employment after agriculture. It occupies 30 % of the non-agricultural workforce, of which more than half are women. The craft trades contribute near to 30 % to the composition of GDP. External trade of craft goods brings to the country earnings in free on board (FOB) that may be around 10 000 million francs CFA (approx. € 153 million) per year. Exports consist mainly as follows: leather articles (0.1 %), wood products (0.1 %), basketwork (0.1 %), metalwork (0.27 %), bedding articles (0.7 %), artworks (1.43 %) and other craft products (95 %) [10].

The craft products of Burkina Faso are sold in some thirty external markets amongst which France, Spain and Germany are the most important.

BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE 4

BIBLIOGRAPHY CHAPTER 4

- [1] Dipama J-M. 2005: Le mécanisme général de la genèse des pluies et leur répartition au Burkina Faso. In: Espace Scientifique, 005, 7-1.
- [2] M.E.F. 1999: Etude thématique sur le milieu physique. Rapport final.
- [3] CPCS. 1967: La classification française des sols. Ed. ENSA, Grignon.
- [4] WRB. 2006: World reference base for soil resources. A framework for international classification, correlation and communication. World soil resources reports 103. IUSS-ISRIC-FAO, Rome.
- [5] M.E.E. 2001: Etat des lieux des ressources en eau du Burkina Faso et de leur cadre de gestion; Ouagadougou, version finale.
- [6] Atlas de l'Afrique, Burkina Faso. 2005: Les éditions J.A.
- [7] Bouda A. 2008: Gouvernance économique et développement local: cas de la Commune de Ouagadougou, UFR-SEG, Université de Ouagadougou.
- [8] Senghor A. 2005: Commerce, Artisanat et environnement, Notes de cours de politique économique et gestion de l'environnement, DESS – CEPAPE, Université de Ouagadougou.
- [9] M.E.F. 2008: Recensement général de la population et de l'habitat (RGPH 2006), Ouagadougou.
- [10] M.E.D. 2006: Atlas du Burkina Faso, Ouagadougou.
- [11] P.N.U.D. 2007: Rapport annuel sur le développement.
- [12] IFOAM/FIBL Survey. 2008: Les chiffres clés de l'agriculture biologique en Afrique.
- [13] Senghor A. 2001: Analyse socioéconométrique des déchets industriels : cas de la zone industrielle de Kossodo, Thèse de Doctorat unique, UFR-SEG, Université de Ouagadougou.
- NC-30-SO Katiola de 1957, Feuille ND-31-SO Niamey de 1962, Feuille ND-30-SE Ouagadougou de 1962, Feuille ND-30-SO San de 1962.

SOURCES CARTOGRAPHIQUES

MAP SOURCES

- [14] Direction de la Météorologie du Burkina Faso.
- [15] Hottin G & Ouedraogo OF. 1992: Carte Géologique du Burkina Faso (B.M.G.B.). Echelle: 1:1 000 000.
- [16] O.R.ST.O.M.: Carte pédologique de reconnaissance de la République de Haute-Volta. (Centre ORSTOM de Dakar) Echelle: 1 : 500 000. Feuille « Centre Nord » de 1973 traité par Boulet R, Feuille « Est » de 1969 traité par Boulet R & Leprun JC, Feuille « Centre-Sud » de 1968/73 traité par Kaloga B, Feuille « Ouest-Nord » de 1969 traité par Leprun JC & Moreau R, Feuille « Ouest-Sud » de 1969 traité par Leprun JC & Moreau R.
- [17] Carte de L'Afrique de l'Ouest. (Institut Géographique National – IGN, Paris) Echelle: 1 : 500 000. Feuille NC-30-NE Tenkodogo de 1966, Feuille NC-30-NO Bobo-Dioulasso de 1967, Feuille ND-30-NE Hombori de 1961, Feuille ND-31-NO Ansongo de 1962, Feuille NC-31-NO Kandi de 1967, Feuille



5 Découpage biogéographique du Burkina Faso

Biogeographical zonation of Burkina Faso

Les organismes vivants sont distribués à l'échelle planétaire selon des conditions écologiques favorables. Le découpage biogéographique se base sur la distribution des espèces dans des vastes ensembles ayant les mêmes conditions écologiques (essentiellement climatiques). Aux échelles continentale, régionale et nationale, on procède de plus en plus à des découpages plus fins de ces ensembles. Ainsi au Burkina Faso les principaux travaux ayant conduit au découpage plus fin sont ceux de Guinko [1] et de Fontès & Guinko [2]. Prenant en compte le climat et les éléments de la flore, Guinko [1] a proposé un découpage phytogéographique du Burkina Faso en deux grands domaines avec deux secteurs chacun. Par sa flore et sa végétation, le Burkina Faso est rattaché à la vaste région soudano-zambésienne qui comporte deux sous ensembles que sont les domaines sahélien et soudanien. L'un renferme une flore sèche saharienne et sahélienne, l'autre une flore soudanienne mésophile. Dans l'extrême sud-ouest, des éléments de la flore humide guinéenne, nettement plus riche, apparaissent le long des principaux cours d'eau. On remarque également une forte adéquation entre la distribution de certains taxons animaux et les zones climatiques et phytogéographiques.

On a global scale, living organisms can be found in places where ecological conditions are favourable. Biogeographic zonation is based on the distribution of species through vast territories with similar ecological conditions, mainly climatic. These territories are more and more specified from the continental level to the regional and the national level through case studies. In Burkina Faso, detailed zonation studies were done by Guinko [1] and Fontès & Guinko [2]. Burkina Faso's zonation simultaneously takes into account both the climate and the elements of flora used by Guinko [1] to suggest the phytogeographic division into two large main areas, each subdivided into two sectors. Based on the flora and the vegetation, Burkina Faso belongs to the vast entity of the sudano-zambesian region with two important territories which are the Sahelian and the Sudanian domains. The first shows a dry Saharan and Sahelian flora, while the latter shows a mesophilic Sudanian flora. In the extreme south-west of Burkina Faso, elements of the humid Guinean flora, which is clearly species richer, appear along the main watercourses. Regarding the distribution of certain animal taxa, we also note a strong correlation to the climatic and phytogeographic zones.

Fig. 5.0: Formation à *Acacia*. | *Acacia* formation. ATH



5.1

Les territoires phytogéographiques

Joseph I. BOUSSIM

LE DOMAINE PHYTOGEOGRAPHIQUE SAHELIEEN

Ce domaine couvre la partie septentrionale du pays, soit le tiers du territoire national. La limite inférieure de ce domaine passe légèrement au dessus de Tougan et Yako et en dessous de Kaya et Bogandé. Elle est très proche du 13^{ème} parallèle nord. Cette limite correspond à la limite nord des savanes. La végétation du domaine **phytogéographique**⁷ Sahélien comprend les steppes arbustives et arborées, les steppes herbeuses, les formations contractées formant parfois des bandes boisées intercalées de bandes de sol nu appelées brousses tigrées [3]. Ces steppes sont sillonnées de minces cordons **ripicoles**⁷ à *Anogeissus leiocarpa*, *Mitragyna inermis*, *Acacia ataxacantha* et *A. seyal*. La faible densité du couvert **herbacé**⁷ de ce domaine le met à l'abri des feux de brousse. Les formations sont soumises à la double pression pastorale et des effets des sécheresses dont les corollaires sont l'extension des surfaces nues.

Phytogeographic territories

THE SAHELIAN PHYTOGEOGRAPHIC DOMAIN

This domain covers the northern part of the country, i.e. a third of the territory. The lower limit of this domain passes slightly above Tougan and Yako and below Kaya and Bogandé. It is very close to the northern 13th parallel. This limit represents the northern limit of the savannas. The vegetation of the Sahelian **phytogeographic**⁷ domain includes shrub and woody steppes, grassy steppes and patched communities sometimes formed by woody strips interspersed with strips of bare soil known as "tiger bush" [3]. These steppes are furrowed with thin **ripicolous**⁷ strips of *Anogeissus leiocarpa*, *Mitragyna inermis*, *Acacia ataxacantha* and *A. seyal*. The low density of the **herbaceous**⁷ cover of this domain spares it from bush fires. The plant communities are subject to the double effect of pastoral pressure and the droughts, which lead to the extension of bare surfaces.

L'analyse floristique du domaine sahélien permet d'y distinguer facilement deux secteurs phytogéographiques : le nord sahélien et le sud sahélien.

- Le secteur phytogéographique nord sahélien ou sahélien strict correspond à la partie du Burkina Faso située au nord du 14^{ème} parallèle dans le climat sahélien à pluviométrie inférieure à 600 mm et à saison sèche de plus de 7 à 9 mois. Outre la pluviométrie, ce secteur est caractérisé par un ensemble d'espèces sahariennes et sahéliennes typiques qui descendent très rarement ou faiblement dans les territoires sous-jacents ; on peut citer, entre autres *Acacia ehrenbergiana*, *Acacia raddiana*, *Acacia nilotica* var. *tomentosa*, *Chrozophora senegalensis*, *Grewia tenax*, *Hyphaene thebaica*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Maerua crassifolia*, *Salvadora persica*, pour les espèces ligneuses ; *Aristida funiculata*, *Aristida stipoides*, *Aristida mutabilis*, *Cenchrus prieurii*, *Tetrapogon cenchriformis* et *Cenchrus biflorus* pour les herbacées. A côté de ces espèces assez caractéristiques, *Eragrostis tremula*, *Brachiaria xantholeuca*, *Zornia glochidiata*, *Combretum glutinosum*, *Euphorbia balsamifera* et *Leptadenia hastata* enrichissent la **flore**⁷ de ce secteur.
- Le secteur phytogéographique sud sahélien correspond à la zone de transition des climats sahélien et soudanien à pluviométrie

According to the floristic analysis of the Sahelian domain, two phytogeographic sectors can easily be distinguished: the northern Sahelian and the southern Sahelian sectors.

- The northern or strict Sahelian phytogeographic sector is the part of Burkina Faso situated to the north of the 14th parallel in the Sahelian climate, with rainfall of less than 600 mm and with a dry season of seven to nine months or more. Apart from its rainfall, this sector is characterized by a set of typical Saharan and Sahelian species which descend very rarely or only marginally into the territories further south; some examples, among others, are for woody species: *Acacia ehrenbergiana*, *Acacia raddiana*, *Acacia nilotica* var. *tomentosa*, *Chrozophora senegalensis*, *Grewia tenax*, *Hyphaene thebaica*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Maerua crassifolia*, *Salvadora persica*, and for herbaceous species: *Aristida funiculata*, *Aristida stipoides*, *Aristida mutabilis*, *Cenchrus prieurii*, *Tetrapogon cenchriformis* and *Cenchrus biflorus*. Beside these rather characteristic species, the **flora**⁷ of this sector is enriched by *Eragrostis tremula*, *Brachiaria xantholeuca*, *Zornia glochidiata*, *Combretum glutinosum*, *Euphorbia balsamifera* and *Leptadenia hastata*.

comprise entre 600 et 700 mm. Elle prend le pays en écharpe d'est en ouest de Sebba–Kantchari à Djibo-Tougan. C'est la zone où interfèrent de nombreuses espèces soudaniennes **ubiquistes**⁷ ; mais l'allure générale de la végétation, assez basse, est dominée par les éléments sahéliens et sahariens. Les espèces les plus caractéristiques de ce secteur sont *Acacia laeta*, *Acacia nilotica* var. *adansonii*, *Acacia senegal*, *Bauhinia rufescens*, *Boscia senegalensis*, *Capparis tomentosa*, *Pterocarpus lucens*, *Dalbergia melanoxylon*, *Euphorbia balsamifera*, pour la strate ligneuse, *Brachiaria xantholeuca*, *Aristida hordeacea*, *Cenchrus biflorus*, *Eragrostis elegantissima*, pour la strate herbacée.

Par ailleurs les espèces soudaniennes suivantes très ubiquistes, sont particulièrement abondantes dans ce secteur: *Acacia macrostachya*, *Combretum micranthum*, *Combretum glutinosum*, *Combretum nigricans*, *Guiera senegalensis*. Les espèces arborescentes les plus régulières sont *Anogeissus leiocarpa*, *Balanites aegyptiaca*, *Lannea microcarpa* et *Sclerocarya birrea*.

LE DOMAINE PHYTOGEOGRAPHIQUE SOUDANIEN

Le domaine soudanien se localise au sud du 13^{em}e parallèle. C'est un ensemble de savanes (depuis la savane boisée jusqu'à la savane

■ The southern Sahelian phytogeographical sector is the transition zone between the Sahelian and Sudanian climates, with rainfall of between 600 and 700 mm. This sector covers the country in a region from east to west, from Sebba–Kantchari to Djibo-Tougan. This is a zone in which many **ubiquist**⁷ Sudanian species interact; but the general appearance of the vegetation, which is somewhat low, is dominated by both Sahelian and Saharan species. The most characteristic species of this sector are for the woody stratum: *Acacia laeta*, *Acacia nilotica* var. *adansonii*, *Acacia senegal*, *Bauhinia rufescens*, *Boscia senegalensis*, *Capparis tomentosa*, *Pterocarpus lucens*, *Dalbergia melanoxylon*, *Euphorbia balsamifera*, and for the herbaceous stratum: *Brachiaria xantholeuca*, *Aristida hordeacea*, *Cenchrus biflorus*, *Eragrostis elegantissima*.

Also, the following very ubiquist Sudanian species are very abundant in this sector: *Acacia macrostachya*, *Combretum micranthum*, *Combretum glutinosum*, *Combretum nigricans* and *Guiera senegalensis*. The most common tree species are: *Anogeissus leiocarpa*, *Balanites aegyptiaca*, *Lannea microcarpa* and *Sclerocarya birrea*.

herbeuse) qui brûlent généralement chaque année. Cette région est le domaine des îlots forestiers, notamment les bois sacrés décrits par Guinko [1] à proximité des villages. Protégés, ces îlots sont considérés comme des témoins d'anciennes formations qui s'étendaient autrefois sur la région. Les principales espèces qui les composent sont *Acacia erythrocalyx*, *Anogeissus leiocarpa*, *Celtis integrifolia*, *Diospyros mespiliformis*, *Pterocarpus erinaceus*.



Fig. 5.1: Steppe à *Acacia* spp. Steppe with *Acacia* spp. SSA

Fig. 5.2: Brousse tigrée. Tiger bush. JBO

Fig. 5.3: Savane arborée avec un tapis graminéen très combustible en saison sèche. Tree savanna with a graminaceous carpet which is very combustible in the dry season. OOU

THE SUDANIAN PHYTOGEOGRAPHIC DOMAIN

The Sudanian domain is located to the south of the 13th parallel. It is a savanna zone (from tree savanna to grassy savanna) which generally burns every year. This region is the domain of forest patches, in particular the sacred woodlands described by Guinko [1] close to the villages. These forests are protected and

Les cours d'eau sont accompagnés de forêts-galeries qui s'élargissent au fur et à mesure qu'on avance vers le sud. La flore est nettement dominée par des éléments soudanais, mais on trouve dans la partie septentrionale un important contingent d'espèces sahéliennes dont la pénétration dans le sud s'accroît avec les défrichements. Citons particulièrement les graminées : *Aristida adsenscionis*, *Cenchrus biflorus*, *Ctenium elegans*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Schoenefeldia gracilis*. Les galeries forestières des cours d'eau comportent un important lot d'espèces guinéennes [4] qui ont dû profiter de l'humidité permanente de ces milieux pour pénétrer si profondément dans les forêts soudanaises. La différence floristique nette entre le nord et le sud de ce domaine permet d'y différencier un secteur septentrional et un secteur méridional (Fig. 5.4).

LE SECTEUR PHYTOGEOGRAPHIQUE NORD SOUDANAIEN

Le secteur nord soudanais correspond à la zone comprise entre les parallèles 13° et 11° 30'. C'est la zone la plus peuplée et la plus cultivée (Fig. 5.5). Les savanes présentent l'allure de paysages agrestes dominés par les essences protégées : *Adansonia digitata* (Baobab), *Faidherbia albida*, *Lannea microcarpa* (Raisinier), *Parkia*

are a proof of ancient communities which were widespread in the region in the past. The main species are: *Acacia erythrocalyx*, *Anogeissus leiocarpa*, *Celtis integrifolia*, *Diospyros mespiliformis* and *Pterocarpus erinaceus*.

The streams and rivers are accompanied by gallery forests which gradually increase in size in southern direction.

The flora is clearly dominated by Sudanian elements, but we can find, in the northern part, a considerable contingent of Sahelian species; the penetration of the latter into the south becomes more marked where the land has been cleared. Grasses are a particular example of this: *Aristida adsenscionis*, *Cenchrus biflorus*, *Ctenium elegans*, *Cymbopogon schoenanthus* and *Schoenefeldia gracilis*.

The gallery forests lining the rivers contain a significant number of Guinean species [4] which must have benefited from the permanent humidity of these environments in order to penetrate so deeply into the Sudanian forests. The clear floristic difference between the north and the south of this domain makes it possible to differentiate a northern and a southern sector (Fig. 5.4).

biglobosa (Néré), *Tamarindus indica* (Tamarinier), *Vitellaria paradoxa* (Karité).

Dans la strate herbacée, les espèces annuelles sont dominantes : *Andropogon pseudapricus*, *Elionurus elegans*, *Loudetia togoensis*, *Pennisetum pedicellatum*, *Schizachyrium exile*. Les graminées pérennes[♠] sont rares et peu abondantes et celles rencontrées sont *Andropogon gayanus*, *Cymbopogon proximus*, *C. giganteus*, *Diheteropogon amplexans*, *Heteropogon contortus*. Toutefois dans les réserves et parcs nationaux, les graminées pérennes telles que *Hyparrhenia subplumosa*, *Hyparrhenia smithiana* et *Andropogon gayanus* sont très abondantes.

LE SECTEUR PHYTOGEOGRAPHIQUE SUD SOUDANAIEN OU MERIDIONAL

Le secteur sud soudanais correspond à la zone en dessous de la parallèle 11° 30'. La saison sèche y dure généralement moins de 6 mois et celle des pluies enregistre 900 à plus de 1 200 mm de précipitation. La végétation est plus dense. La savane y est globalement plus haute et mieux couvrante. Elle comporte plus d'espèces arborescentes que dans celle du secteur précédent.

Le secteur sud soudanais est fondamentalement caractérisé par l'espèce grégaire *Isberlinia doka* et comporte de nombreuses galeries

THE NORTH SUDANIAN PHYTOGEOGRAPHICAL SECTOR

The north Sudanian sector is the zone between parallels 13° North and 11° 30' North. This is the most populated and most cultivated zone (Fig. 5.5). The savannas have the appearance of rustic landscapes dominated by protected species: *Adansonia digitata* (baobab), *Faidherbia albida*, *Lannea microcarpa* (wild grapes), *Parkia biglobosa* (nere), *Tamarindus indica* (tamarind), *Vitellaria paradoxa* (shea).

In the herbaceous stratum, the annual species are dominant: *Andropogon pseudapricus*, *Elionurus elegans*, *Loudetia togoensis*, *Pennisetum pedicellatum*, *Schizachyrium exile*. **Perennial**[♠] grasses are rare and scarce and the ones found are *Andropogon gayanus*, *Cymbopogon proximus*, *C. giganteus*, *Diheteropogon amplexans*, *Heteropogon contortus*. However, in the reserves and national parks, perennial grasses such as *Hyparrhenia subplumosa*, *Hyparrhenia smithiana* and *Andropogon gayanus* are very abundant.

forestières dont l'examen de la flore aboutit à sa subdivision en 4 districts phytogéographiques :

- Le district Ouest-Mouhoun, caractérisé par de larges galeries forestières à végétation en majeure partie **sempervirente**⁷ constituée d'espèces guinéennes dont les plus courantes sont entre autres *Antiaris africana*, *Carapa procera*, *Dialium guineense*, *Chlorophora exelsa* et *Voacanga africana* ;
- Le district Est Mouhoun, caractérisé par des galeries forestières constituées en majeure partie d'espèces soudaniennes **caducifoliée**⁷. On y trouve que les espèces guinéennes ripicoles suivantes: *Cola laurifolia*, *Pterocarpus santalinoides*, *Elaeis guineensis*, *Manilkara multinervis* ;
- Le district de la Pendjari, caractérisé par une originalité remarquable due au peuplement naturel du rônier (*Borassus aethiopum*) qu'on rencontre dans les galeries forestières de la rivière Pendjari et ses affluents ; on y trouve également *Khaya senegalensis*, *Daniellia oliveri* et *Anogeissus leiocarpa* (Fig. 5.6) ;
- Le district de la Comoé, dont la végétation est constituée de forêts claires peuplées essentiellement d'*Isobertinia doka* auquel est souvent associé *Isobertinia tomentosa* qu'on ne rencontre presque pas dans les autres districts.

THE SOUTH SUDANIAN OR MERIDIONAL PHYTOGEOGRAPHIC SECTOR

The south Sudanian sector is the zone below parallel 11° 30' North. Here, the dry season is generally less than 6 months and the rainy season records from 900 to over 1 200 mm of precipitation. The vegetation is denser. The savanna here is, overall, taller and has better coverage. It contains more tree species than the savanna or the northern sector.

The south Sudanian sector is fundamentally characterized by the gregarious species *Isobertinia doka* and contains many gallery forests where an examination of the flora has led to a subdivision into four phytogeographic districts:

- The West-Mouhoun district, characterized by wide gallery forests with largely **evergreen**⁷ vegetation made up of Guinean species, the most common of which are, among others: *Antiaris africana*, *Carapa procera*, *Dialium guineense*, *Chlorophora exelsa* and *Voacanga africana*;
- The East-Mouhoun district, characterized by gallery forests made up largely of Sudanian **deciduous**⁷ species. Here only the following ripicolous Guinean species are found: *Cola lau-*



5.4



5.5



5.6

Fig. 5.4: La galerie forestière du Mouhoun avec une abondance d'espèces guinéennes.

The Mouhoun gallery forest with an abundance of Guinean species. JBO

Fig. 5.5: Parc à karité caractéristique du secteur nord soudanien.

A shea tree reserve characteristic of the north Sudanian sector. JBO

Fig. 5.6: Peuplement naturel de *B. aethiopum* caractéristique du district de la Pendjari.

Natural population of *B. aethiopum* characteristic of the Pendjari district. JBO

rifolia, *Pterocarpus santalinoides*, *Elaeis guineensis*, *Manilkara multinervis*;

- The Pendjari district, characterized by a remarkable originality due to the natural population of palm community (*Borassus aethiopum*) that is found in the gallery forests of the Pendjari river and its tributaries; here we also find *Khaya senegalensis*, *Daniellia oliveri* and *Anogeissus leiocarpa* (Fig. 5.6);
- The Comoé district, where the vegetation is made up of woodlands populated mainly by *Isobertinia doka*, often combined with *Isobertinia tomentosa* which is nearly absent in the other districts.

5.2

Distribution géographique de la faune

Basile ADOUABOU
Urbain BELEMSOGBO
Pierre KAFANDO
Somanegré NANA

Du point de vue de la richesse en **faune**⁷ sauvage, la région de l'Est est la plus riche. Cette potentialité faunistique est favorisée par l'existence d'un vaste ensemble écologiquement homogène constitué d'un parc national, trois réserves totales de faune, trois réserves partielles de faune et quatre zones **cynégétiques**⁷ d'une surface totale de 1 578 746 ha.

Beaucoup d'espèces de **mammifères**⁷ représentées au Burkina Faso sont **ubiquistes**⁷ (Tab. 5.1) à l'image de certaines espèces végétales, pouvant être représentées du Nord au Sud du pays. C'est le cas du Léopard (*Panthera leo*), de l'éléphant (*Loxodonta africana*), de l'hippopotame (*Hippopotragus equinus*) et du phacochère (*Phacochoerus africanus*). D'autres sont confinées dans certains **habitats**⁷ bien spécifiques, caractéristiques d'un seul ou au maximum de deux domaines biogéographiques. C'est le cas de la gazelle dorcas (*Gazella dorcas*) qui n'est présente que dans les steppes sahéliennes, du

céphalophe à flancs roux (*Cephalophus rufilatus*) dans les galeries forestières et des espèces fortement inféodées à des **faciès**⁷ de végétation comme les céphalophes forestiers, céphalophe à dos jaune (*Cephalophus silvicultor*), céphalophe à bande dorsale noire (*Cephalophus dorsalis*), les pangolins (*Manis tricuspis*) et certains suidés comme le potamochère (*Potamochoerus porcus*) et l'hylochère (*Hylochoerus meinertzhageni*).

La présence de singes qui vivent dans la **canopée**⁷ et d'une manière générale dans les strates supérieures comme le chimpanzé (*Pan troglodytes*), les colobes (singes arboricoles) et le Mangabey enfumé (*Cercocebus torquatus*) à lunules sont également signalées dans les galeries forestières du district forestier de la Comoé [5].

Distribution of wildlife

From the perspective of the richness in wildlife, the Eastern Region is the richest. This **fauna**⁷ potential is favoured by the existence of a large ecologically homogenous complex consisting of a national park, three total wildlife reserves, three partial wildlife reserves and four hunting areas with a total area of 1 578 746 ha.

Many species of **mammals**⁷ represented in Burkina Faso are **ubiquitous**⁷ (Tab. 5.1) like certain plant species, which may occur from the North to the South of the country. This is the case of the Leopard (*Panthera leo*), the Elephant (*Loxodonta africana*), the Roan (*Hippopotragus equinus*) and the Wart Hog (*Phacochoerus africanus*). Others are confined to certain very specific **habitats**⁷, characteristic for one or maximum two biogeographic domains. This is the case of Dorcas Gazelle (*Gazella dorcas*), which is present only in the Sahelian steppes, the Red-flanked

Duiker (*Cephalophus rufilatus*) in the gallery forests and also species highly dependent on vegetation formations as the Yellow-backed Duiker (*Cephalophus silvicultor*), the Black-backed duiker (*Cephalophus dorsalis*), pangolins (*Manis tricuspis*) and some swine as the Bush Pig (*Potamochoerus porcus*) and the Giant Forest Hog (*Hylochoerus meinertzhageni*).

The presence of monkeys which live in the **canopy**⁷ and generally in the upper layers as the Chimpanzee (*Pan troglodytes*), the Colobus (monkey tree) and the Collared Mangabey (*Cercocebus torquatus*) are also found in gallery forest of the Comoé District [5].

Tab. 5.1: Distribution de la faune. | Wildlife distribution.

Espèce Species	Nom Scientifique Scientific name	Domaine Sahélien Sahelian area		Domaine Soudanien Sudanese area		Totaux Totals
		Secteur nord Sahélien North Sahelian sector	Secteur sud Sahélien South Sahelian sector	Secteur nord Soudanien North Sudanese sector	Secteur sud Soudanien South Sudanese sector	
Eléphant Elephant	<i>Loxodonta africana</i>	+	+	+	+	4
Oryctérope Aardvark	<i>Orycteropus afer</i>	-	+	+	-	2
Hylochère Giant forest hog	<i>Hylochoerus meinertzhageni</i>	-	-	-	+	1
Phacochère Common warthog	<i>Phacochoerus africanus</i>	+	+	+	+	4
Hippopotame Hippopotamus	<i>Hippopotamus amphibius</i>	-	-	+	+	2
Bubale Hartebeest	<i>Alcelaphus buselaphus</i>	-	+	+	-	2
Damalisque Topi	<i>Damaliscus lunatus</i>	-	-	+	-	1
Gazelle dama Damas gazelle	<i>Gazella dama</i>	+	-	-	-	1
Gazelle dorcas Dorcas gazelle	<i>Gazella dorcas</i>	+	-	-	-	1
Gazelle rufifrons Red-fronted gazelle	<i>Gazella rufifrons</i>	+	+	+	+	4
Ourébi Oribi	<i>Ourebia ourebi</i>	-	+	+	+	3
Buffle Buffalo	<i>Syncerus caffer brach.</i>	-	+	+	+	3
Guib harnaché Bushbuck	<i>Tragelaphus scriptus</i>	-	+	+	+	3
Céphalophe bleu Blue duiker	<i>Cephalophus maxwelli</i>	-	-	-	+	1
Céphalophe à flancs roux Red-flanked duiker	<i>Cephalophus rufilatus</i>	-	-	+	+	2
Céphalophe à dos jaune Yellow-backed duiker	<i>Cephalophus sylvicultor</i>	-	-	-	+	1
Céphalophe de Grimm Grimm's duiker	<i>Sylvicapra grimmia</i>	-	+	+	+	3
Hippotrague Antelope	<i>Hippotragus equinus</i>	-	+	+	+	3
Cob defassa Waterbuck	<i>Kobus ellipsiprymnus</i>	-	-	-	+	1
Cob de Buffon Kob	<i>Kobus kob</i>	-	-	+	-	1
Redunca Bohor reedbuck	<i>Redunca redunca</i>	-	-	-	+	1
Lamantin African manatee	<i>Trichechus senegalensis</i>	-	-	-	+	1
Pangolin géant Giant pangolin	<i>Manis gigantea</i>	-	-	-	+	1
Pangolin tétradactyle Long-tailed pangolin	<i>Manis tetradactyla</i>	-	-	-	+	1
Pagolon à écailles tricuspidés Tree pangolin (tricuspid scaled)	<i>Manis tricuspis</i>	-	-	-	+	1
Daman de Rocher Rock hyrax	<i>Procavia capensis</i>	-	-	+	+	2
Ecureuil fousseur Striped ground squirrel	<i>Xerus erythropus</i>	+	+	+	+	4

Espèce Species	Nom Scientifique Scientific name	Domaine Sahélien Sahelian area		Domaine Soudanien Sudanese area		Totaux Totals
		Secteur nord Sahélien North Sahelian sector	Secteur sud Sahélien South Sahelian sector	Secteur nord Soudanien North Sudanese sector	Secteur sud Soudanien South Sudanese sector	
Héliosciure de Gambie Gambian sun squirrel	<i>Heliosciurus gambianus</i>	+	+	+	+	4
Anomalure Beecroft's scaly- tailed squirrel	<i>Anomalurus beecrofti</i>	+	+	+	+	4
Prorc-épic Crested porcupine	<i>Hystrix cristata</i>	+	+	+	+	4
Rat géant de Gambie Gambian giant pouched rat	<i>Cricetomys gambianus</i>	+	+	+	+	4
Aulacode géant Greater cane rat	<i>Thryonomis swinderianus</i>	-	-	+	+	2
Lièvre du cap Cape hare	<i>Lepus capensis</i>	+	+	+	-	3
Renard pâle Pale fox	<i>Vulpes pallida</i>	+	+	+	-	3
Chacal à flancs rayés Side-striped jackal	<i>Canis adustus</i>	+	+	+	-	3
Chat commun Golden jackal	<i>Canis aureus</i>	+	+	+	+	4
Lycaon African wild dog	<i>Lycaon pictus</i>	-	-	+	-	1
Zorille Striped polecat	<i>Ictonyx striatus</i>	-	-	-	+	1
Loutre Spotted-necked otter	<i>Lutra maculicollis</i>	-	-	-	+	1

Ratel Honey badger	<i>Mellivora capensis</i>	-	+	+	-	2
Nadinie Afr. palm civet	<i>Nandinia binotata</i>	-	-	-	+	1
Civette African civet	<i>Civettictiscivetta</i>	+	+	+	+	4
Genette de Thierry Tierry's genet	<i>Genetta thierryi</i>	-	-	-	+	1
Genette commune Common genet	<i>Genetta genetta</i>	+	+	+	+	4
Genette tigrine Cape or Large- spotted genet	<i>Genetta tigrina</i>	-	-	-	+	1
Genette pardine Panther or Rusty-spotted genet	<i>Genetta maculata</i>	-	-	-	+	1
Mangouste ichneumon Egyptian mongoose	<i>Herpestes ichneumon</i>	-	+	+	+	3
Mangouste à queue blanche White-tailed mongoose	<i>Ichneumia albicauda</i>	-	+	+	+	3
Mangouste rouge Slender mongoose	<i>Galerella sanguinea</i>	-	+	+	+	3
Mangouste des marais Marsh or Water mongoose	<i>Atilax palludinosus</i>	-	+	+	+	3
Mangue rayée Banded mongoose	<i>Mungos mungos</i>	-	+	+	+	3
Mangue de Gambie Gambian mongoose	<i>Mungos gambianus</i>	-	+	+	+	3

Espèce Species	Nom Scientifique Scientific name	Domaine Sahélien Sahelian area		Domaine Soudanien Sudanese area		Totaux Totals
		Secteur nord Sahélien North Sahelian sector	Secteur sud Sahélien South Sahelian sector	Secteur nord Soudanien North Sudanese sector	Secteur sud Soudanien South Sudanese sector	
Mangouste brune Common or Long-nosed cusimanse	<i>Crossarchus obscurus</i>	+	+	+	-	3
Hyène rayée Striped hyena	<i>Hyaena hyaena</i>	+	+	-	+	3
Hyène tachetée Spotted hyena	<i>Crocuta crocuta</i>	+	+	+	+	4
Lion Lion	<i>Panthera leo</i>	-	-	+	+	2
Léopard Leopard	<i>Panthera pardus</i>	-	-	+	+	2
Guépard Cheetah	<i>Acinonyx jubatus</i>	-	-	+	+	2
Caracal Caracal	<i>Caracal caracal</i>	-	+	+	+	3
Serval Serval	<i>Leptailurus serval</i>	-	+	+	+	3
Chat de Libye African wild cat	<i>Felis silvestris</i>	-	+	+	+	3
Galaogo du Sénégal Senegal galago or bushbaby	<i>Galago senegalensis</i>	-	+	+	+	3
Babouin Baboon	<i>Papio hamadryas</i>	-	-	+	+	2
Singe rouge Red monkey	<i>Erythrocebus patas</i>	-	+	+	+	3
Singe vert Green monkey	<i>Chlorocebus aethiops</i>	-	-	+	+	2

Colobe blanc et noir d'Afrique Occi. Western black+white (king) colobus	<i>Colobus polykomos</i>	-	-	+	+	2
Chimpanzé Chimpanzee	<i>Pan troglodytes</i>	-	-	-	+	1
Hérisson Hedgehog	<i>Atelerix albiventris</i>	+	+	+	+	4
Crocodile Cinderella shrew	<i>Crocidura cinderella</i>	+	+	+	+	4
Total		21	38	50	57	

Fig. 5.7: Cob de Buffon. | Kob. ATH



CONCLUSION

Le découpage biogéographique permet de connaître les conditions environnementales notamment climatiques dans lesquelles se développent les différentes espèces. C'est un outil indispensable notamment dans les actions à entreprendre pour conserver ou restaurer la **biodiversité**⁷. Dans un contexte sahélien, il est évident que le facteur climatique majeur reste la pluviométrie qui détermine la distribution des espèces surtout les végétaux.

Le découpage **phytogéographique**⁷ du Burkina Faso qui fait ressortir deux grands domaines (sahélien et soudanien), met en évidence une **flore**⁷ essentiellement plus xérophytique au nord et plus **mésophile**⁷ au sud. Les plantes étant la source d'alimentation de la faune, il est évident que la partie sahélienne sera plus pauvre en espèces comparativement au soudanien.

CONCLUSION

The biogeographic zonation provides information on the environmental conditions, especially climate in which different species occur. It is an indispensable tool in certain actions to conserve or restore **biodiversity**⁷. In the Sahelian context, it is clear that the major climatic factor is rainfall, which determines the distribution of species, especially plants.

The **phytogeographic**⁷ division of Burkina Faso, showing two major domains (Sahelian and Sudanian), reveals a more xerophytic **flora**⁷ mainly in the north and **mesophile**⁷ flora in the south. Since plants are the food source of wildlife, it is clear that the Sahelian will be poorer in animal species than the Sudanian.

BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE 5
BIBLIOGRAPHY CHAPTER 5

- [1] Guinko S. 1984: Végétation de la Haute Volta. Thèse de Doctorat Es Sciences naturelles Univ Bordeaux III.
- [2] Fontes J & Guinko S. 1995: Carte de la végétation et de l'occupation du sol au Burkina Faso. Notice explicative. Ministère de la coopération Française, Toulouse.
- [3] Ganaba S. 2008: Caractérisation, utilisations, tests de restauration et gestion de la végétation ligneuse au Sahel, Burkina faso. Thèse d'Etat, Univ. Cheick Anta Diop.
- [4] Ouoba P. 2006: Flore et végétation de la forêt classée de Niangoloko, Sud-Ouest du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Univ. Ouagadougou.
- [5] Galat G & Galat-Luong A. 2006: Hope for the survival of the critically endangered white-napped mangabey, *Cercocebus atis lunulatus*: a new primate species for Burkina Faso. *Oryx*, 40, 3, 355-357.





6 Etat actuel de la biodiversité du Burkina Faso

The current state of biodiversity of Burkina Faso

La biodiversité, une préoccupation à toutes les échelles nécessite le concours à chaque niveau pour son utilisation durable et sa conservation pour les générations futures. Selon la convention de Rio sur la Conservation de la Diversité Biologique (CDB), chaque Etat a l'obligation de développer des stratégies pour connaître sa biodiversité. Comment envisager des actions réalistes de conservation sans des connaissances précises sur les potentialités en terme de ressources biologiques. Comment protéger les espèces menacées quand on ne connaît pas leur situation ? Comment envisager une restauration quand on ne sait pas ce qu'on a perdu et pourquoi ?

A travers la synthèse des travaux menés depuis ces deux dernières décennies sur les composantes animale et végétale et aussi des résultats engrangés dans le cadre du programme BIOTA qui prennent en compte plusieurs organismes, nous nous proposons de donner une situation plus actuelle des potentialités du Burkina Faso en matière de ressources biologiques.

En plus de la flore et la faune, cette partie comporte un chapitre sur les champignons, un autre sur les systèmes d'utilisation des terres et parfois des fenêtres sont ouvertes sur certains groupes taxonomiques d'intérêt et des structures oeuvrant dans la politique de la conservation de la biodiversité.

Biodiversity – a concern on all scales – needs support at every level regarding its sustainable use and its conservation for future generations. According to the Rio convention on the Conservation of Biological Diversity (CBD), each country should develop strategies to know its own biodiversity. How to plan realistic actions of conservation without detailed knowledge of the potentialities in terms of biological resources? How can we protect endangered species if we do not know their situation? How can we consider restoration when we do not know what we have lost and why? By summarizing the work carried out over the last two decades on animal and plant species and additionally the results collected within the framework of the BIOTA program taking into account several organisms, we intend to update the situation of the Burkina Faso's biological resource potentials. In addition to the flora and fauna, this chapter includes sections on mushrooms, on land-use systems and boxes dealing with certain taxonomic groups of ecological and/or socio-economic importance and of organizations working on biodiversity conservation.

Fig. 6.0: *Vitellaria paradoxa* avec chenille. | with caterpillar. ATH

LA FLORE

Adjima THIOMBIANO
Marco SCHMIDT
Sylvestre DA
Karen HAHN-HADJALI
Georg ZIZKA
Rüdiger WITTIG

La flore[↗] du Burkina Faso renferme les **plantes supérieures**[↗] et les **plantes inférieures**[↗]. Les plantes supérieures ou **plantes vasculaires**[↗] ont fait l'objet de nombreux inventaires depuis les temps coloniaux alors que les données se rapportant aux plantes inférieures c'est-à-dire les **non vasculaires**[↗] restent très embryonnaires. Les premières récoltes de **spécimens**[↗] **botaniques**[↗] au Burkina Faso pour la **systematique**[↗] datent de 1898-1899 avec l'exploration de Auguste Chevalier [1], mais l'**Herbier**[↗] National du Burkina qui est une banque de stockage et de conservation des échantillons de plantes, a été mis en place bien plus tard, en 1954. Jusqu'à ce jour, l'Herbier National du Burkina, situé au sein de l'INERA/CNRST, contient 15 000 échantillons, et celui de l'Université de Ouagadougou installé depuis 1978, compte environ 20 000 spécimens. La flore du Burkina Faso a connu une évolution ; de 1 097 espèces recensées en 1984 [2], elle est passée à 1 203 espèces de plantes vasculaires en 1991 [1], [115]. Jusqu'à présent le Burkina Faso ne dispose pas encore d'une flore analytique qui donne de façon exhaustive la liste complète des espèces. Pour combler cette lacune, de

nombreuses études ont été réalisées dans le souci de mieux cerner la diversité de différents groupes **taxonomiques**[↗] et la flore plus ou moins complète de certaines zones d'importance écologique comme les aires protégées, les zones rocailleuses, les zones humides, etc. Ces études ont réellement pris leur envol à partir des années 1990 à travers les travaux de thèse de Boussim [3], Bélem [4], Küppers [5], Thiombiano [6], Hahn-Hadjali [7], Taïta [8], Hien [9], Müller [10], Thiombiano [11], Schmidt [12], Ouoba [13], Ouédraogo [14], Mbayngone [15] et Ouédraogo [16]. A ces résultats de recherche s'ajoutent les nombreuses campagnes d'**herborisation**[↗] menées conjointement par les équipes de l'Université de Ouagadougou et le Senckenberg Museum de Frankfurt ainsi que ceux des nombreuses études de doctorants. L'ensemble des données collectées dans le cadre de tous ces travaux est en voie de compilation à travers la **checklist**[↗] (catalogue des plantes vasculaires révisé de 1991 [1]) du Burkina Faso qui paraîtra bientôt.

Les principales méthodes utilisées pour l'inventaire de la flore reposent sur les **relevés**[↗] **phytosociologiques**[↗] selon la méthode de Braun-Blanquet, les inventaires forestiers et les inventaires floristiques simples. Dans les deux premières méthodes, la superficie utilisée varie entre 900 et 1 000 m² pour les **lignieux**[↗] et entre 25 et

FLORA

The **flora**[↗] of Burkina Faso includes higher and lower plants. The higher or **vascular plants**[↗] have been the subject of many inventories since the colonial period, whereas the data relating to the lower, i.e. **non-vascular plants**[↗] remains very embryonic. The first collections of **botanical**[↗] **specimens**[↗] in Burkina Faso for the purposes of **systematics**[↗] date back to 1898-1899, with Auguste Chevalier's exploration [1], but the **Herbier**[↗] National du Burkina (Burkina Faso's National Plant Collection), a bank for the storage and conservation of plant species, was set up much later, in 1954. To date, the Herbier National du Burkina, which is managed by the INERA/CNRST, contains 15 000 samples and the plant collection of the University of Ouagadougou, which was set up in 1978, has approximately 20 000 specimens. Burkina Faso's flora has seen an increase: from 1 097 species counted in 1984 [2], to 1 203 species of vascular plants in 1991 [1], [115]. To date, Burkina Faso does not yet have an 'Analytical Flora' giving a complete list of the species. In order to fill

this gap, many studies have been carried out in order to define better the diversity of the different **taxonomic**[↗] groups and flora (complete or incomplete) of certain zones of ecological importance such as the protected areas, rocky areas, wet zones, etc. These studies really took off in the 1990s, with the thesis of Boussim [3], Bélem [4], Küppers [5], Thiombiano [6], Hahn-Hadjali [7], Taïta [8], Hien [9], Müller [10], Thiombiano [11], Schmidt [12], Ouoba [13], Ouédraogo [14], Mbayngone [15] and Ouédraogo [16]. In addition to these research results, there are the numerous plant-collecting campaigns carried out jointly by teams from the University of Ouagadougou and the Senckenberg Museum of Frankfurt/Main, as well as those of many PhD student studies. All of the data collected as part of these works is in the process of being compiled, via the **checklist**[↗] (the revised catalogue of 1991 of the vascular plants [1]) of Burkina Faso which will be published shortly.

The main methods used to inventory the flora are based on **phytosociological**[↗] data in accordance with the Braun-Blanquet method and simple forestry and floristic inventories. In the first two methods, the sample **plots**[↗] used varied between 900 and 1 000 m² for woody plants and between 25 and 100 m² for

100 m² pour les **herbacées**⁷. Dans le cas des relevés phytosociologiques, toutes les espèces présentes dans chaque site d'observation sont recensées, un coefficient d'abondance-dominance est affecté à chacune des espèces en vue de considérer sa fréquence et son poids sur la formation étudiée. Il existe plusieurs types d'échelles mais la plus utilisée est celle de Braun Blanquet.

Quant à l'inventaire forestier, le diamètre de chaque individu d'espèce est mesuré généralement à hauteur de poitrine (environ à 1,30 m du sol), sa hauteur totale est appréciée à travers une perche graduée ou un **clinomètre**⁷, son état sanitaire (sain, malade ou mort) et sa forme (droit, penché ou couché). La mesure concerne généralement tous les individus de diamètre supérieur ou égal à 5 cm (à hauteur de poitrine) ; ceux qui ne remplissent pas cette condition sont pris en compte dans l'appréciation de la régénération.

Dans le cadre du programme **BIOTA**⁷, des travaux de collecte de ces types de données ont concerné tout le territoire burkinabé permettant ainsi de réunir environ 6000 relevés de végétation et 10 000 spécimens d'herbier (Carte 6.1).

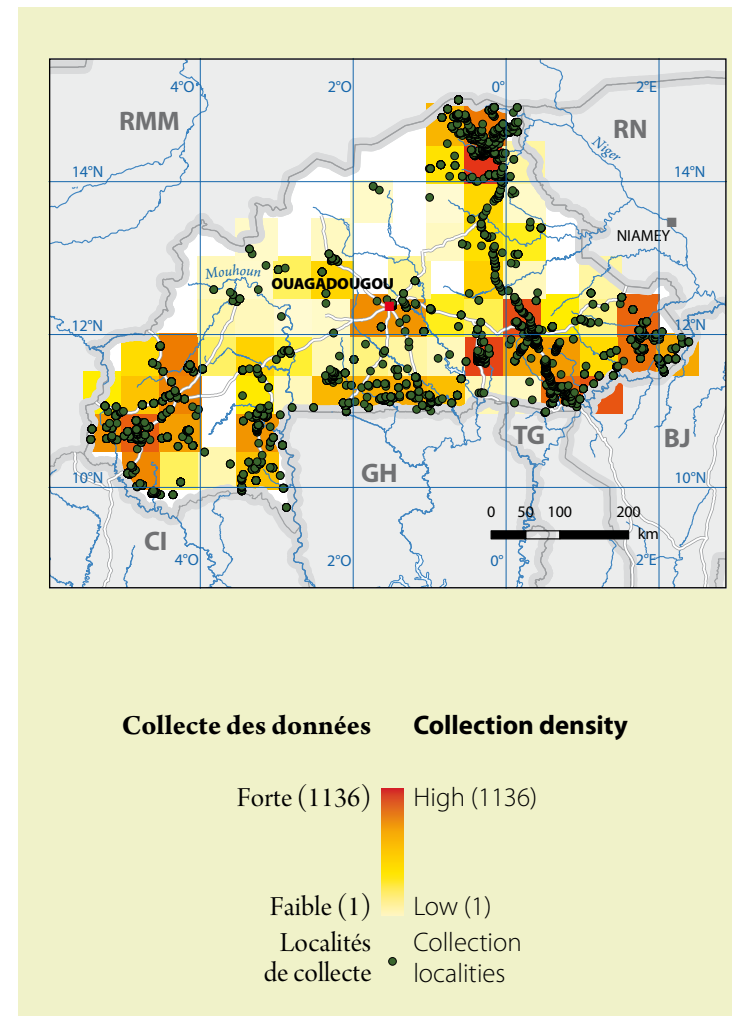
Les travaux portant sur les végétaux inférieurs sont relativement récents et très limités à quelques travaux [17] et [18].

herbaceous⁷ plants. In the case of phytosociological data, all of the species in the sampling plots were inventoried and an abundance-dominance coefficient is allocated to each species for the purpose of assessing the frequency and weighting of the formation being studied. There are several types of scale, but the most commonly used is the Braun-Blanquet's scale. As for the forestry inventory, the diameter of each individual of a species is generally measured at breast height (approximately 1.30 m from the ground), its total height is measured using a graduated scale or a **clinometer**⁷ and its state of health (healthy, sick or dead) and form (straight, leaning or lying down) are also evaluated. The measurement generally concerns all individuals with a diameter equal to or over 5 cm (at breast height); those which do not meet this condition are considered in the regeneration assessment.

Within the framework of the **BIOTA program**⁷, works involved with the collection of this type of data have been concerned with all of Burkina Faso's territory, thus making it possible to compile approximately 6 000 vegetation samples and 10 000 plant species specimens (Map 6.1).

Carte 6.1 : Carte de distribution des points de relevés de la végétation.

Map 6.1: Distribution of vegetation sampling points.



6.1

Les plantes non vasculaires: Les Micro-algues

Bilassé ZONGO
Frédéric ZONGO

Les Micro-algues[↗] sont des organismes **photosynthétiques**[↗] vivant généralement en milieux aquatiques ou dans des milieux simplement humides. Elles sont reconnaissables par la couleur verte qu'elles donnent au milieu où elles vivent mais ne sont individuellement visibles qu'au microscope. On y rencontre de nombreux organismes **unicellulaires**[↗] mais aussi des organismes **pluricellulaires**[↗]. L'appareil végétatif des algues est constitué d'un **thalle**[↗] (dépourvu de racines, tiges et feuilles). Les algues forment un ensemble très hétérogène du point de vue de la forme, de la structure et de la composition de la cellule, de la biologie et du **métabolisme**[↗] (les différentes transformations observées au sein des cellules). Elles ont une répartition mondiale qui est fortement influencée par les paramètres physico-chimiques de l'eau dépendants des facteurs environnementaux (dont le climat). Cependant, de nombreuses espèces sont **cosmopolites**[↗] (rencontrées dans de nombreuses localités

Non-vascular plants: Microalgae

Microalgae[↗] are **photosynthetic**[↗] organisms which generally live in aquatic **ecosystems**[↗] or in ecosystems which are merely moist. They are recognizable by the green colouring they give to their environment, but individually they are only visible under a microscope. Among them, we find many unicellular organisms, but also **multicellular**[↗] organisms. The vegetative body of algae is composed of a **thallus**[↗] (devoid of roots, stems and leaves). Algae form a very heterogeneous group from the point of view of form, structure, cell composition, biology and **metabolism**[↗] (the various transformations observed within cells). Their global distribution is heavily influenced by the physicochemical parameters of water which are dependent upon environmental factors (including climate). However, many species are **cosmopolitan**[↗] (found in many locations throughout the world) or subcosmopolitan in terms of their wide ecological range. Algae

dans le monde) ou subcosmopolites au regard de leur amplitude écologique large. Les algues sont d'une diversité très remarquable ; des milliers d'espèces sont répertoriées de nos jours dans le monde. Au Burkina Faso, cette diversité est importante mais les travaux conduits jusqu'à présent dans ce domaine sont très réduits.

HABITATS

Les différents milieux de vie des algues se résument aux milieux aquatiques ou tout simplement humides. Ces dernières sont flottantes dans l'eau (**phytoplancton**[↗]) ou se développent sur des substrats quelconques humides ou plongés dans l'eau (**périphyton**[↗]). On les rencontre de ce fait dans les lacs, les étangs, les mares, les tourbières, les marais, les ruisseaux et eaux vives, les eaux thermales, les rochers mouillés ou simplement suintants et les cascades. Cependant, elles peuvent exceptionnellement être aériennes ou même **endophytes**[↗] de tissus animaux ou végétaux.

CLASSIFICATION DES MICRO-ALGUES

Il existe plusieurs critères de classification des micro-algues. Ainsi, selon la morphologique, on classe les algues en deux grands groupes : les algues pluricellulaires (filamenteuses, mucilagineuses et

have a very remarkable diversity; currently, thousands of species are listed throughout the world. In Burkina Faso, their diversity is important, but the research carried out to date in this domain is very limited.

HABITATS

The various living ecosystems of algae can be summed up as aquatic or, quite simply, wet ecosystems. They float in the water (**phytoplankton**[↗]), grow in somewhat moist substrata or are submerged in water (**periphyton**[↗]). For this reason they are found in lakes, ponds, pools, peat bogs, marshes, streams and running water, thermal waters, wet or merely sweating rocks and waterfalls. However, as an exception, they can be airborne or even **endophytes**[↗] within animal or plant tissue.

CLASSIFICATION OF MICROALGAE

There are several criteria for the microalgae classification. Therefore, depending on their morphology, algae are classified into two major groups: multicellular algae (filamentous, mucilaginous and cenobial) and **unicellular**[↗] algae. Nearly all algae are **eukaryotic**[↗] (cells with well individualized nuclei) and perform

cénobiales) et les algues unicellulaires. Presque toutes sont **eucaryotes**[?] (cellules à noyau bien individualisé) et effectuent la photosynthèse par l'intermédiaire de leurs chloroplastes.

Des organismes **procaryotes**[?] (Cyanophyta) sont inclus dans les algues, mais elles ont une structure cellulaire procaryote (sans noyau individualisé avec matériel chromatique diffus dans le cytoplasme) typique des bactéries d'ou leur nom cyanobactéries par les microbiologistes. En plus, elles procèdent à la photosynthèse directement dans le cytoplasme, plutôt que dans des organites spécialisés (chloroplastes).

Sur le plan **taxonomique**[?], les algues sont classées dans des groupes **systématiques**[?] allant des embranchements aux espèces. Actuellement la systématique des micro-algues est en pleine évolution, les moyens d'investigation progressant avec le microscope électronique à balayage, les microsondes ou les méthodes d'analyses chimiques et génétiques. Sept embranchements sont recensés [18] à partir de critères : (1) cytologiques ; (2) biochimiques selon les types de chlorophylle, de la présence ou l'absence de phycobiline (phycoérythrine et phycocyanine) ou de pigments **surnuméraires**[?] et de la nature chimique des réserves photosynthétiques au cours du métabolisme, leurs localisations dans la cellule et de (3)

photosynthesis by means of their chloroplasts. **Prokaryotic**[?] organisms (Cyanophyta) are included in algae, but they have a prokaryotic cell structure (without an individualized nucleus, with chromatic material diffused in the cytoplasm) typical of bacteria, this is why they are referred to 'cyanobacteria' by microbiologists. Furthermore, they photosynthesize directly within their cytoplasm, rather than within specialized organelles (chloroplasts).

In terms of **taxonomy**[?], algae are classified into **systematic**[?] groups, from phyla to species. Currently, microalgae's systematic is developing extensively: investigation methods are progressing with the scanning electron microscope, microprobes and chemical and genetic analysis methods. Seven phyla have been inventoried [18] using the following criteria: (1) cytological; (2) biochemical depending on the type of chlorophyll, the presence or absence of phycobilin (phycoerythrin and phycocyanin) or **supernumerary**[?] pigments and the chemical nature of their photosynthetic reserves during metabolism, their location within the cell and (3) reproduction. Currently approximately 50 000 species are found in the world, in both fresh and salt water [19].

reproduction. Jusqu'à nos jours environ 50 000 espèces sont rencontrées dans le monde aussi bien en milieu d'eau douce qu'en milieu marin [19].

Les algues d'eau douce comprennent un peu plus de 1 100 genres [20] et plus de vingt cinq mille espèces réparties dans le monde. Ce sont des organismes très cosmopolites et la plus grande partie des espèces existe avec une distribution géographique très étendue.

IMPORTANCE DES ALGUES

Les algues occupent une place primordiale en milieu aquatique. En effet, elles y constituent la base de la chaîne **trophique**[?]. Dans un **écosystème**[?] aquatique, les micro-algues sont, quelques bactéries mises à part, les seuls micro-organismes qui synthétisent la matière organique à partir des minéraux dissous dans l'eau. Une partie de ces algues est consommée par les **phytoplanctophages**[?] : **zooplankton**[?], vers, crustacées, alevins et certaines espèces de poisson adultes, les filtreurs notamment les têtards des amphibiens. Quant aux algues non consommées, les substances qui les composent redeviennent dans la plupart des cas disponibles dans le cycle biologique. Dans certaines localités dans le monde (Tchad en Afrique et Japon en Asie par exemple), les algues ont depuis longtemps constitué

Tab. 6.1: Composition approximative de la spiruline en nutriment. Approximate composition of spirulina in terms of nutrients.

Composition	Composition	Proportions	Proportions
Matière organiques Organic matter	Protéines Proteins		60 %
	Lipides Lipids		6 %
	Glucides Carbohydrates		19 %
Fibres Fibers			7 %
Pigments Pigments	Chlorophylle Chlorophyll		1,10 %
	Phycocyanine Phycocyanin		
	β carotène β carotene Caroténoïdes Carotenoids		
Vitamines Vitamins	Vitamine Vitamin A		0,02 %
	Vitamines Vitamins B1, B2, B3, B8, B9, B12		
	Vitamine Vitamin E		
Minéraux et oligo-éléments Minerals and trace elements	Fer Iron		6,88 %
	Phosphore Phosphorus		
	Magnésium Magnesium		
	Calcium Calcium		
	Zinc, cuivre, manganèse, chrome Zinc, copper, manganese, chromium		



Fig. 6.1: Spiruline récoltée dans la ferme de Loumbila. | Spirulina collected on the Loumbila farm. BZO

La Spiruline

Bilassé ZONGO

Frédéric ZONGO

La Spiruline (*Spirulina platensis*) est une algue filamenteuse (Fig. 6.1) appartenant à l'embranchement des Cyanophytes (Cyanobactéries) et à la famille des Oscillatoriaceae. Elle se développe naturellement dans les lacs salés et alcalins des régions très chaudes.

Consommée depuis longtemps par les Aztèques du Mexique et les Kanembous du Tchad, elle a un profil nutritionnel très important. Très riche en protéine, elle renferme tous les acides aminés essentiels, des vitamines, des minéraux et des acides gras essentiels comme l'acide gamma-linoléique (Tab. 6.1). Dotée d'une paroi cellulaire perméable composée de glucides complexes et de protéines, elle diffère des autres algues dans ce sens qu'elle se digère facilement.

De nos jours, la spiruline est cultivée puis commercialisée dans le monde sous forme de compléments alimentaires surtout pour des cas de malnutrition. Le Burkina Faso dispose de nombreuses stations de culture de cette micro-algue dans certaines localités comme Ouagadougou, Koudougou, Ouahigouya, Sabou, Nanoro, Loumbila et bien d'autres. Cette algue qui est bien reconnue pour sa qualité nutritionnelle, se retrouve sous forme conditionnée (comprimés ou poudre) dans les différentes pharmacies.

Spirulina

Spirulina (*Spirulina platensis*) is a filamentous **algae**² (Fig. 6.1) belonging to the division of Cyanophyta (Cyanobacteria) and to the Oscillatoriaceae family. It grows naturally in the salt and alkaline lakes of very hot regions.

It has been consumed for a long time by the Aztecs in Mexico and the Kanembu in Chad. It has a very important nutritional profile. It is very rich in protein and contains all of the essential amino acids, vitamins, minerals and essential fatty acids such as gamma-linolenic acid (Tab. 6.1). Equipped with a permeable cell wall composed with complex carbohydrates and proteins, it differs from other algae by its easy digestibility.

Nowadays, spirulina is grown and marketed throughout the world in the form of food supplements, especially for malnutrition's cases.

Burkina Faso has many sites for the growing of this microalga in certain locations such as Ouagadougou, Koudougou, Ouahigouya, Sabou, Nanoro, Loumbila and many other places. This alga is well known for its nutritional quality and can be found in packaged form (tablets or powder) in various pharmacies.



Fig. 6.2: Spiruline en poudre dans un sachet. | Powdered spirulina in a sachet. BZO

Fig. 6.3: Spiruline sous forme de comprimés. | Spirulina in tablet form. BZO



une source alimentaire pour l'Homme. Par leur capacité à concentrer les constituants même à très faible quantité, les algues constituent une source alimentaire très riche. En effet certaines espèces d'algues très riches en protéines, en vitamines et en oligo-éléments : exemple de la spiruline (*Spirulina platensis* Nordsdet) sont utilisées dans la nutrition de l'Homme. Cette alimentation à partir d'algues ne se limite pas à l'Homme mais aussi aux animaux à travers son incorporation dans les farines et tourteaux pour le bétail et la volaille. Il faut cependant signaler que certaines algues (Cyanobactéries principalement) se développant dans les milieux aquatiques à **eutrophisation**⁷ élevée, sont toxiques aussi bien aux êtres vivants aquatiques que les autres usagers de ces eaux. Les toxines sécrétées sont les hépatotoxines (microcystine produite par *Microcystis aeruginosa*), les neurotoxines, les dermatotoxines.

METHODE D'ETUDE DE LA DIVERSITE DES ALGUES MICROSCOPIQUES

L'étude de la diversité des algues **microscopiques**⁷ est assez complexe. Elle va de la récolte des échantillons sur le terrain, leur fixation, aux observations microscopiques au laboratoire.

Freshwater algae include a little over 1 100 genera [20] and more than twenty five thousand species distributed throughout the world. They are very cosmopolitan organisms and most species have a very extensive geographical distribution.

THE IMPORTANCE OF ALGAE

Algae occupy a fundamental place in aquatic ecosystems. In fact, they are the basis of food chains. In aquatic ecosystem, microalgae (except few bacteria) are the only microorganisms which synthesize organic matter by means of minerals dissolved in the water. Some of these algae are consumed by **phytoplanktophages**⁷: **zooplankton**⁷, worms, crustaceans, young fish and certain species of adult fish, filter feeders – in particular amphibian tadpoles. As for the unconsumed algae, in most cases the substances of which they are composed become available again within the biological cycle.

In some places (Chad in Africa and Japan in Asia for example) for a long time, algae have been used as food for man. Due to their capacity to concentrate constituents even in very small quantities, algae represent a very rich food source. In fact, certain species of algae very rich in proteins, vitamins and trace

Plusieurs techniques sont utilisées pour la récolte des algues : la filtration au filet fin (plancton), la sédimentation après fixation ou par centrifugation pour le **nanoplancton**⁷, l'expression (pressage pour détacher les algues épiphytes), le grattage pour le **benthos**⁷ ou périphton. Les échantillons récoltés sont fixés en utilisant certaines solutions comme le formaldéhyde ou le lugol. Il est également possible d'examiner directement un matériel vivant rapporté immédiatement du terrain dans un délai de 24 heures.

Au laboratoire, les échantillons récoltés sont observés au microscope photonique ou au microscope électronique. Les observations permettent de recenser les différentes espèces rencontrées dans les échantillons.

A l'instar des autres pays de la sous-région, peu d'études ont concerné ce groupe taxonomique. Ainsi, seulement six localités dont Ouagadougou, Bobo-Dioulasso, Banfora, Dédougou, Bagré ([17], [18], [21]) et Loumbila [22] ont été explorées jusqu'à présent. D'autres localités comme Mogtédou et Fada-N'gourma sont en cours d'exploration. Dans ces localités l'inventaire a concerné les micro-algues des petites mares temporaires.

elements, e.g. spirulina (*Spirulina platensis* Nordsdet) are used in human nutrition. However, algae as a food source are not limited to humans but are also included in animals' food due to its inclusion in meal and oil cakes for livestock and poultry. However, certain algae (mainly Cyanobacteria) which grow in aquatic environments with high **eutrophication**⁷ are toxic both to aquatic life and other users of these waters. The toxins secreted are hepatotoxins (microcystin produced by *Microcystis aeruginosa*), neurotoxins and dermatotoxins.

METHODS OF STUDYING THE DIVERSITY OF MICROALGAE

Studying the diversity of **microscopic**⁷ algae is quite a complex matter. It ranges from collecting samples out in the field and the fixation thereof, to microscopic observations in the laboratory.

Several techniques are used to collect algae: fine net filtration (**plankton**⁷), sedimentation after fixation or by centrifugation in the case of **nanoplankton**⁷, expression (pressing to detach epiphytic algae), scraping in the case of **benthos**⁷ or periphyton. The samples collected are fixed using certain solutions, such

Tab. 6.2: Nombre approximatif d'espèces par famille et par embranchement. | Approximate number of species per family and per division.

Embranchements Division	Familles Family	Nombre d'espèces Number of species	Nombre d'espèces/ embranchement Number of species/ division
Cyanophyta	Microcystaceae	15	68
	Chroococcaceae	13	
	Chroococcopsidaceae	1	
	Oscillatoriaceae	23	
	Pseudonabaenaceae	4	
	Phormidiaceae	5	
	Nostocaceae	5	
	Scytonemataceae	1	
Dinophyta	Woronicheniaceae	1	4
	Peridiniaceae	4	
Heterokonto- phyta	Coscinodiscaceae	7	68
	Acanthaceae	1	
	Diatomaceae	6	
	Eunotiaceae	1	
	Naviculaceae	33	
	Surirellaceae	4	
	Bacillariaceae	6	
	Scilladiaceae	2	
	Pleurochloridaceae	8	
	Chlorophyta	Volvocaceae	
Chlorococcaceae		10	
Radiococcaceae		8	
Oocystaceae		36	
Micractiniaceae		4	
Dictyosphaeriaceae		6	
Scenedesmaceae		37	
Hydrodictyaceae		8	
Oodogoniaceae		49	
Desmidiaceae		197	
Closteriaceae		42	
Mesotaeniaceae		8	
Phacotaceae		1	
Gloeocystaceae		1	
Zygnemataceae	16		
Euglenophyta	Euglenaceae	69	69
Total	35	641	

DIVERSITE DES ALGUES

Les travaux réalisés dans les différents sites ont permis de recenser jusqu'à nos jours, pour l'ensemble du Burkina Faso 641 espèces réparties dans 112 genres, 35 familles et 5 embranchements.

Toutes ces espèces sont **planctoniques**⁷ puisqu'il n'y a pas encore eu à notre connaissance de travaux sur le périphyton au Burkina Faso. Le tableau 6.2 nous montre approximativement le nombre d'espèces par famille et par embranchement. Par ailleurs la figure 6.4 (A-E) représente des prises de vues microscopiques de quelques espèces rencontrées.

CARACTERISTIQUES ECOLOGIQUES DES ESPECES

Les espèces rencontrées sont phytoplanctoniques tropicales (exemple : *Cosmarium monodii*) rencontrées aussi dans d'autres pays de la sous-région notamment le Mali, la Côte-d'Ivoire, le Sénégal et la Guinée. Cependant d'autres sont cosmopolites et rencontrées aussi bien dans les régions tropicales que tempérées. Ce sont par exemple la plupart des Cyanobactéries et les Diatomées à amplitude écologique très élevée.

as formaldehyde or Lugol's iodine. It is also possible to examine living matter directly and report immediately from the field within a timeframe of 24 hours.

In the laboratory, the collected samples are observed under a photonic or electronic microscope. The observations make it possible to make an inventory of the various species found in the samples.

As in other countries of the subregion, few studies have involved this taxonomic group. Therefore, only six locations, including Ouagadougou, Bobo-Dioulasso, Banfora, Dédougou, Bagré ([17], [18], [21]) and Loubila [22] have been explored to date. Other locations, such as Mogtédou and Fada-N'gourma are in the process of being explored. In these locations, the inventory has been concerned with the microalgae of the small temporary ponds.

THE DIVERSITY OF ALGAE

The research carried out in the various sites has allowed to identify, up to now and for Burkina Faso, 641 species of 112 genera, 35 families and five divisions. All of these species are planktonic, as to our knowledge no work has yet been done



A

Ces différentes espèces se rencontrent dans des habitats⁷ à pH légèrement basique variant entre 7 et 8. Ces habitats sont généralement eutrophes avec environ 0,44 mg/l en phosphate, 2,16 mg/l en azote et une conductivité moyenne de 92 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La transparence de ces écosystèmes aquatiques est assez faible (40 cm maximum) du fait des agressions climatiques et surtout anthropiques⁷. De façon générale, la prolifération des micro-algues dans les écosystèmes aquatiques est favorisée par un apport en matières organiques, en substances minérales (phosphates et azote notamment).

on the periphyton in Burkina Faso. Table 6.2 shows us the approximate number of species per family and per division. In addition, figure 6.4 (A-E) show microscopic outlines of a few of the species found.

ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SPECIES

The species found are tropical phytoplankton (e.g. *Cosmarium monodii*), which are also found in other countries of the subregion, especially Mali, Côte d'Ivoire, Senegal and Guinea. However, others are cosmopolitan and are found in both tropical and temperate regions. These are, for example, most of the Cyanobacteria and diatoms with a very high ecological range. These various species are found in habitats with a slightly basic pH varying between 7 and 8. These habitats are generally eutrophic, with about 0.44 mg/l phosphate, 2.16 mg/l nitrogen and an average conductivity of 92 $\mu\text{S}/\text{cm}$. The transparency of these aquatic ecosystems is quite low (40 cm maximum) due to climatic and, in particular, anthropogenic⁷ impact.

The proliferation of microalgae in aquatic ecosystems is generally favoured by a supply of organic matter, mineral substances (phosphates and nitrogen in particular). The latter become

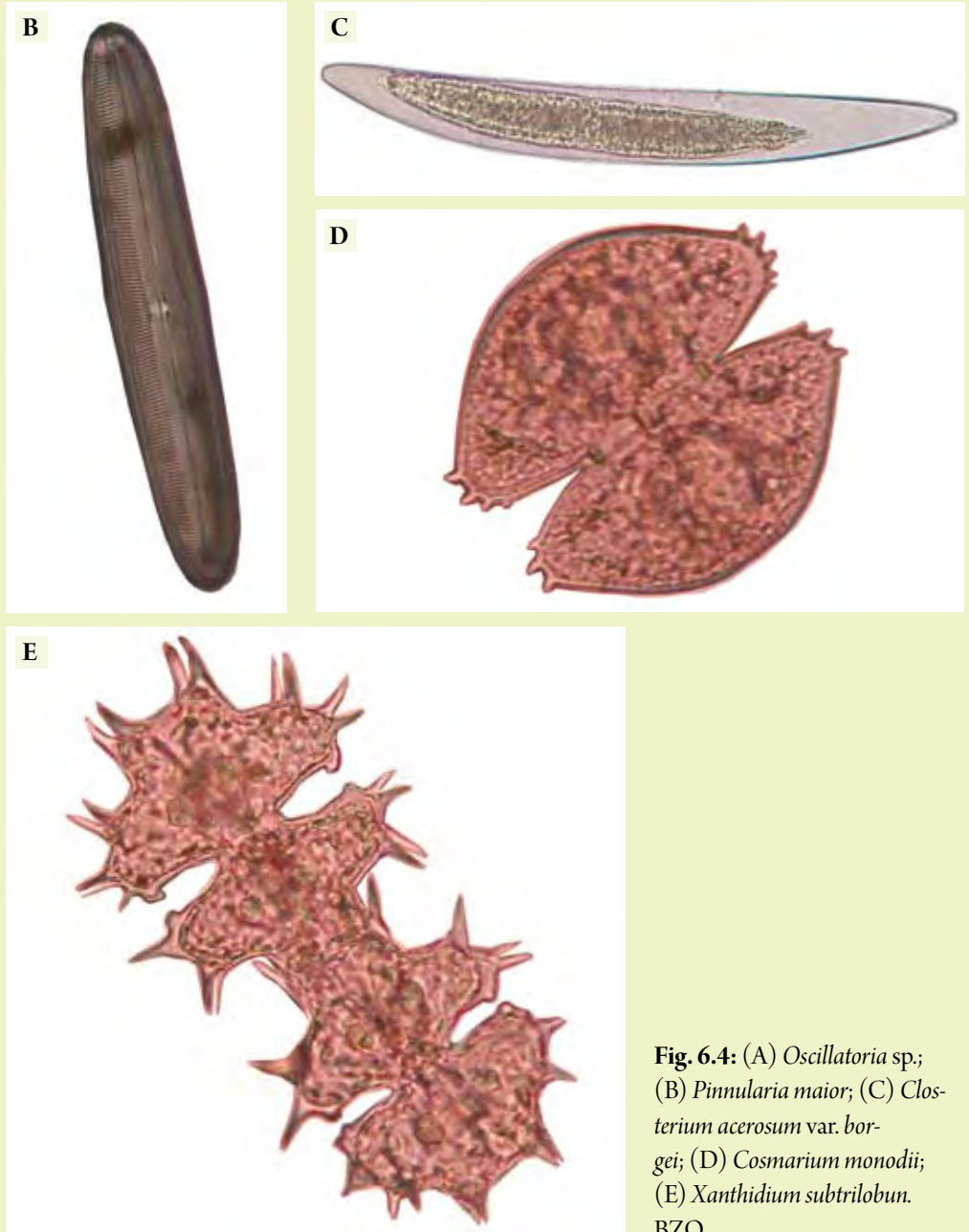


Fig. 6.4: (A) *Oscillatoria* sp.; (B) *Pinnularia maior*; (C) *Closterium acerosum* var. *borgei*; (D) *Cosmarium monodii*; (E) *Xanthidium subtrilobun*. BZO

Cet apport se fait sous impacts climatiques (pluies, vents, ...) mais aussi et surtout anthropiques. Cependant, si cet apport est très élevé, il y a une multiplication massive des espèces qui couvrent la surface empêchant le passage de l'air et de la lumière. Les espèces en profondeur meurent de ce fait par manque d'oxygène et de lumière dans le milieu. On assiste à une augmentation en matières organiques du milieu et un appauvrissement systématique en micro-algues. Alors vient l'eutrophisation du milieu pouvant entraîner par la suite la disparition de l'habitat si des mesures de conservation ne sont pas prises.

De même, un milieu pauvre en matière organique et en éléments minéraux est aussi pauvre en micro-algues. Cela est valable non pas seulement pour les algues mais aussi pour la plupart des plantes dites aquatiques.

CONCLUSION

Le Burkina Faso dispose d'une diversité algale assez importante au regard du nombre d'espèces rencontrées jusqu'à présent. Cette diversité est très élevée par rapport à la plupart des pays de la sous-région où des études récentes n'y sont presque pas menées dans ce domaine. La Côte-d'Ivoire et le Sénégal sont les seuls pays de la

available due to climatic impacts (rain, wind, etc.) but also due to anthropogenic effects in particular. However, although the supply of these elements is very high, there is a massive multiplication of the species covering the surface, which prevents the passage of air and light. The species living at lower depths die from a lack of oxygen and light in this environment. So, the organic matter increases and microalgae impoverishes systematically in these environments. Then, eutrophication of the environment sets in, which can subsequently lead to the disappearance of the habitat if conservation measures are not considered.

Likewise, an environment impoverished of organic matter and mineral elements is also impoverished of microalgae. This is valid for algae and most "aquatic" plants.

CONCLUSION

Burkina Faso has a fairly large algal diversity in terms of the number of species that have been found to date. This diversity is very high compared with most of the countries of the sub-region, where there have been practically no recent studies in this domain. Côte d'Ivoire and Senegal are the only countries

sous-région qui possèdent des études récentes sur les algues. Cependant l'étude des micro-algues dans les écosystèmes aquatiques (lacs, rivières, barrages, mers ...) beaucoup utilisés pour la vie quotidienne de l'Homme est d'une importance capitale ; en ce sens que ces micro-organismes révèlent les caractéristiques chimiques et même physiques de leurs habitats. Aussi, ils sont beaucoup utilisés dans le lagunage à microphytes avec des résultats efficaces. Le lagunage constitue une bonne solution pour les pays en développement afin d'assurer une meilleure protection de leur environnement car la quasi-totalité des eaux usées sont déversées dans la nature sans traitement préalable.

Sur le plan alimentaire, les micro-algues constituent une source alimentaire potentielle pour les poissons en **aquaculture**⁷ compte tenu de leur importante richesse en protéines. Ce qui permet une amélioration quantitative et qualitative de la production **piscicole**⁷ en aquaculture. En ce qui concerne la consommation directe, à l'instar de *Spirulina platensis*, d'autres espèces pourront aussi être étudiées puis valorisées pour la nutrition de l'Homme. Ce sont par exemple : *Spirulina maxima*, *Spirulina pacifica*, les espèces du genre *Chlorella* et bien d'autres espèces précédemment consommées dans certains pays comme le Tchad, le Mexique, le Japon et la Chine.

of the subregion which have recent studies on algae. However, the study of microalgae in aquatic ecosystems (lakes, rivers, dams, seas, etc.) used extensively in the daily life of humans is of crucial importance; these microorganisms reveal the chemical and even physical characteristics of their habitats. They are also highly used in microphyte lagooning, with effective results. Lagooning represents a good solution for developing countries wishing to provide better protection of their environment because almost all of their wastewater is discharged into the natural environment with no pre-treatment.

In terms of food, microalgae represent a potential source of food for **aquaculture**⁷, due to their considerable richness in proteins. This facilitates a quantitative and qualitative improvement in fish-farming production. As far as direct consumption is concerned, like *Spirulina platensis*, other species can also be studied and then used in human nutrition. Examples: *Spirulina maxima*, *Spirulina pacifica*, species of the genus *Chlorella* and many other species previously consumed in certain countries such as Chad, Mexico, Japan and China.

6.2

Les plantes vasculaires : Les Fougères

Thomas JANSSEN

Ne produisant ni fleur, ni fruit et n'ayant que peu d'importance économique, les fougères passent souvent inaperçues aux yeux des observateurs amateurs. Néanmoins ces plantes se trouvent dans le monde entier, dans les forêts tropicales ainsi que dans les déserts. Elles représentent une composante importante de nombreux **écosystèmes**⁷ dans lesquels elles contribuent à la régulation du micro-climat et abritent de nombreuses autres espèces. Plusieurs espèces de fougères sont utilisées par les hommes comme nourriture (en particulier les jeunes feuilles), dans la médecine ou dans la construction (plus particulièrement les espèces aux larges feuilles ou tiges-troncs) et elles servent souvent de plantes décoratives. Le cycle de développement des fougères se caractérise par une alternance de deux générations différentes. Les plants de fougères vertes les plus courants et les plus communément observés représentent ce qui est appelé le sporophyte et ils forment la génération

asexuée produisant des spores. Les spores apparaissent comme une poudre brunâtre produite dans les sporanges qui se présentent en grappes (sori) – aux formes différentes mais la plupart du temps en taches brunâtres arrondies ou allongées sur la surface inférieure des feuilles. Les spores sont dispersés par le vent et germent pour donner la génération sexuelle (le gamétophyte) – en général vert et petit comme les mousses ou une structure sans chlorophylle et qui passe donc souvent inaperçu. La fertilisation se fait sur les gamétophytes et dépend de l'eau pour que les anthérozoïdes se mettent à bouger. C'est une des raisons pour lesquelles de nombreuses fougères dépendent de l'humidité et des **habitats**⁷ ombragés. La plante de fougère (le sporophyte) se développe ensuite de la cellule de l'œuf fertilisée sur le gamétophyte. Le gamétophyte disparaît en général.

Les fougères peuvent pousser enracinées dans le sol (**terrestre**⁷) ou se reposant sur d'autres plantes pour mieux accéder à la lumière (épiphytes). Il y a des fougères d'eau qui poussent librement et flottent à la surface des eaux calmes (par ex. *Azolla*, *Ceratopteris*, *Salvinia*) ou dont les racines sont dans le sol boueux des eaux stagnantes ou qui coulent très lentement (par ex. *Marsilea*, *Ceratopteris*, *Thelypteris*). Quelques espèces poussent même sous l'eau (par ex. *Isoëtes*).

Vascular plants: Ferns

Producing neither flowers nor fruits and being of little economic importance, ferns often go unnoticed to the casual observer. Nevertheless, these plants can be found worldwide, in tropical rain forests as well as in semi-deserts. They are an important component of many **ecosystems**⁷, where they help to regulate the microclimate and provide shelter to many other species. Several fern species are used by humans as food (especially the young leaves), for medicine or for construction (especially species with large leaves or trunks), and they are frequently planted for ornament.

The developmental cycle of ferns is characterized by an alternation of two different generations. The conspicuous and commonly observed green fern plants represent the so-called sporophyte and are the asexual, spore-producing generation. Spores can be observed as a brownish powder produced in

the sporangia that occur clustered in sori – variously shaped, but most often rounded to elongate brownish patches on the lower surface of the leaves. The spores are wind dispersed and germinate to form the sexual generation (the gametophyte) – usually inconspicuous, moss-like, green or achlorophyllous structures. Fertilization occurs on the gametophyte and is dependent on liquid water for the movement of the flagellate spermatozoids. This is one of the reasons, why many ferns are depend on moist and shady **habitats**⁷. The fern plant (the sporophyte) then grows out of the fertilized egg cell on the gametophyte. The gametophyte usually vanishes. Ferns may grow rooted in the soil (**terrestrial**⁷) or sitting on other plants for a better access to light (epiphytic). There are water ferns that grow free-floating on quiet water surfaces (e.g. *Azolla*, *Ceratopteris*, *Salvinia*) or rooted in muddy ground of standing or slowly flowing waters (e.g. *Marsilea*, *Ceratopteris*, *Thelypteris*). A few species grow even under water (e.g. *Isoëtes*). Although most ferns occur in damp and shady habitats, there are many species that are adapted to dry and sunny environments (e.g. some species of *Selaginella*). Several fern species have developed mutually beneficial interactions with other organisms (e.g.



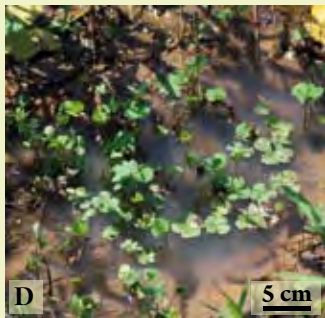
Fig. 6.5: (A) Isoëtaceae : *Isoetes jaegeri*, Burkina Faso, Banfora Muséum national d'Histoire naturelle, Paris



(B) Selaginellaceae : *Selaginella buchholzii*, Burkina Faso MSC



(C) Dryopteridaceae : *Bolbitis heudelotii*, Burkina Faso, Orodara ATH



(D) Marsileaceae : *Marsilea* sp., Burkina Faso, Arly MSC



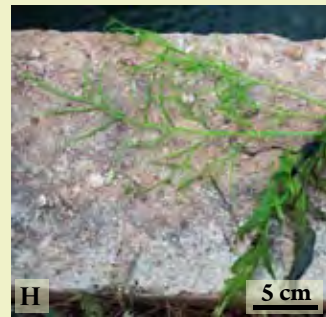
(E) Nephrolepidaceae : *Nephrolepis undulata*, Burkina Faso, sources du Mouhoun MSC



(F) Ophioglossaceae : *Ophioglossum reticulatum*, Burkina Faso SDR



(G) Pteridaceae : *Adiantum schweinfurthii*, Benin, Pendjari KHA



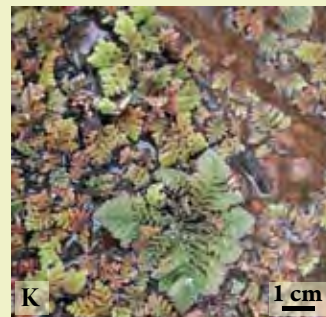
(H) Pteridaceae : *Ceratopteris cornuta*, Burkina Faso, Kondio MSC



(I) Pteridaceae : *Doryopteris kirckii*, Burkina Faso, sources du Mouhoun MSC



(J) Pteridaceae : *Pityrogramma calomelanos*, Burkina Faso AGO



(K) Salviniaceae : *Azolla africana*, Burkina Faso SDR



(L) Thelypteridaceae : *Cyclosorus striatus*, Burkina Faso MSC

Bien que la plupart des fougères se trouve dans des habitats humides et ombragés, il existe de nombreuses espèces adaptées aux environnements secs et ensoleillés (par ex. certaines espèces de *Selaginella*). Plusieurs espèces de fougères ont développé des interactions mutuellement bénéfiques avec d'autres organismes (par ex. les **champignons**[?] dans les racines d'*Ophioglossum*, des cyanobactéries sur les feuilles d'*Azolla*).

Les fougères forment un groupe morphologiquement très diversifiée (Fig. 6.5) comprenant des plantes qui poussent de quelques centimètres uniquement (par ex. la *Selaginella*) ainsi que des plantes qui deviennent presque des arbres pouvant atteindre 20 m. Les feuilles peuvent aussi avoir différentes tailles allant de quelques millimètres à plusieurs mètres de long et elles peuvent être entières ou diversement découpées. Un **dimorphisme**[?] entre les feuilles (avec des spores) et les feuilles fertiles ou des parties de feuilles est fréquemment observé. Cette variabilité morphologique et l'adaptation des fougères aux régions ombragées qui, autrement, seraient difficiles à cultiver sont des raisons qui expliquent l'utilisation fréquente de fougères comme plantes décoratives.

A travers le monde il existe environ 11 000 espèces de fougères. Le groupe comprend des espèces **cosmopolites**[?] ainsi que de

fungi[?] in the roots of *Ophioglossum*, cyanobacteria in the leaves of *Azolla*).

Ferns are a morphologically diverse group (Fig. 6.5) including plants that grow only a few centimeters tall (e.g. *Selaginella*) as well as plants with a tree-like habit that may reach up to 20 m. Leaves may be any size from a few millimetres to several meters in length and may be entire or variously dissected. A **dimorphism**[?] between fertile (spore-bearing) and sterile leaves or leaf parts is frequently observed. This morphological variability and the adaptation of ferns to shady areas that would otherwise be difficult to cultivate are reasons for the frequent use of ferns as ornamental plants.

Worldwide, there are about 11 000 species of ferns. The group includes **cosmopolitan**[?] species as well as many locally endemic **taxa**[?]. Centres of diversity are the wet tropical mountains.

Ferns are treated here in the large sense, i.e. including several closely allied evolutionary lineages that share a specialized vascular system for the transport of water and nutrients and that produce spores instead of seeds as dispersal units. Two natural groups have been discerned based on morphological and genetic evidence: The lycophytes (about 1 300 species worldwide,

nombreuses espèces endémiques localement. Les centres de diversité sont les montagnes tropicales humides.

Les fougères sont traitées ici au sens large, à savoir que cela comprend quelques familles dont l'évolution est étroitement liée aux fougères et qui possèdent également un système vasculaire qui ont en commun un système vasculaire spécialisé pour le transport de l'eau et des aliments et qui produisent des spores à la place des graines, qu'elles disséminent ensuite. Deux groupes naturels ont été distingués sur la base de preuve génétique et morphologique : les lycophytes (environ 1 300 espèces dans le monde, Fig. 6.5 A-B) ont de petites feuilles avec une seule nervure centrale alors que le groupe beaucoup plus riche en variétés des monilophytes (avec environ 9 000 espèces dans le monde, Fig. 6.5 C-L) se caractérise par des feuilles plus grandes avec des nervures qui se ramifient. La classification des fougères en familles n'est toujours pas réglée. Nous utilisons ici la classification proposée par Smith et al. [23].

LA DIVERSITE DES FOUGERES DU BURKINA FASO

Comparé à des latitudes similaires en Amérique du sud ou dans l'Asie du sud est, le continent africain abrite un nombre d'espèces de fougères considérablement plus faible. Ceci peut s'expliquer par la

Fig. 6.5 A-B) have small leaves with a single central vein, whereas the much more species rich group of the monilophytes (with about 9 000 species worldwide, Fig. 6.5 C-L) is characterized by larger leaves with branched veins. The classification of ferns into families is still debated. We here use a classification proposed by Smith & al. [23].

THE FERN DIVERSITY OF BURKINA FASO

Compared to similar latitudes in South America or South East Asia, the African continent hosts a remarkably low number of fern species. This is usually explained with the drought period on that continent following the last ice ages. The general situation is exacerbated in Burkina Faso by its geographical location in the Sahelian to Sudanian vegetation zones lacking rain forest habitats. This accounts for a relative paucity of ferns in the **flora**[?] of Burkina Faso in terms of both, species number and frequency. Ferns are not homogeneously distributed in the country (Map 6.2), and they are generally restricted to wet or moist habitats such as gallery forests, swamps, permanent or temporal waters or they occur at the **foothills**[?] and in ravines of sandstone **escarpments**[?]. The highest fern diversity is found in the

Tab. 6.3: Espèces et genres de fougères (à savoir lycophytes et monilophytes) du Burkina Faso. Il y a 25 espèces appartenant à 11 familles trouvées actuellement dans le pays. Douze autres espèces (précédées d'un astérisque) se trouvent dans les pays voisins à des latitudes similaires et il faudrait les chercher au Burkina Faso. Les observations non documentées et les déterminations douteuses sont désignées par « cf ». | Species and genera of ferns (i.e. lycophytes and monilophytes) of Burkina Faso. There are 25 species from 11 families currently known to occur in the country. Twelve further species (marked with an asterisk) are occurring in neighbouring countries at similar latitudes and should be looked for in Burkina Faso. Unvouchered observations and doubtful determinations are designated with "cf".

période de sécheresse sur ce continent après les dernières époques glaciaires. La situation générale est exacerbée au Burkina Faso par sa situation géographique dans les zones de végétations sahéliennes à soudanaises qui sont caractérisées par l'absence d'habitats de forêts tropicales humides. Ceci explique une relative pauvreté de fougères dans la flore⁷ du Burkina Faso en termes à la fois de nombre d'espèces et de fréquence. Les fougères ne sont pas réparties de manière homogène dans le pays (Carte 6.2) et en général limitées aux habitats d'eau ou humides, comme les forêts galeries, les marécages, les eaux permanentes ou temporaires et se trouvent aux pieds ou dans les ravins des collines gréseuses. La plus grande diversité de fougères se trouve dans le sud est du pays alors que la région (sub-) sahélienne n'a pratiquement pas de fougère, hormis les espèces (semi) aquatiques que l'on trouve dans les eaux permanentes ou temporaires.

southwest of the country, whereas the (sub-)sahelian region is virtually fern free except for the (semi-)aquatic species that occur here in permanent or temporary waters.

Ferns have been neglected in botanical⁷ surveys of Burkina Faso for a long time, probably due to their relative rarity and the usually small extent and scattered distribution of suitable habitats. Furthermore, recent botanical studies in the region focused on the landscape dominating savanna biome, which is naturally poor in ferns. Most known collections and observations of ferns in Burkina Faso have been made within the last ten years. Therefore, the species diversity of ferns in Burkina Faso is most likely under-estimated and the number of known species can be expected to increase with more thorough surveys of suitable habitats.

Currently, twenty-five species of ferns from eleven different families are known to occur in Burkina Faso (Tab. 6.3) constituting about 1.5 % of the country's vascular plant⁷ diversity. Further twelve species occur at similar latitudes in neighbouring countries and might also be expected in Burkina Faso.

Due to the paucity of available material, many genera of ferns (e.g. *Marsilea*) occurring in Burkina Faso and neighbouring

Famille Family	Espèce Species
Dennstaedtiaceae	* <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn
Dryopteridaceae	<i>Bolbitis heudelotii</i> (Bory) Alston
Isoëtaceae	* <i>Isoëtes aequinoctialis</i> Welw. ex A. Braun
Isoëtaceae	<i>Isoëtes jaegeri</i> Pitot
Isoëtaceae	* <i>Isoëtes pitotii</i> Alston
Isoëtaceae	<i>Isoëtes schweinfurthii</i> A. Braun
Lycopodiaceae	<i>Lycopodiella affinis</i> (Bory) Pichi-Serm.
Lycopodiaceae	* <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pichi-Serm.
Marsileaceae	<i>Marsilea berhautii</i> Tardieu
Marsileaceae	* <i>Marsilea distorta</i> A. Braun
Marsileaceae	<i>Marsilea gibba</i> A. Braun
Marsileaceae	<i>Marsilea minuta</i> L.
Marsileaceae	* <i>Marsilea nubica</i> var. <i>gymnocarpa</i> (A. Braun) Launert
Marsileaceae	<i>Marsilea</i> cf. <i>subterranea</i> Lepr.
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis</i> cf. <i>biserrata</i> (Sw.) Schott
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis undulata</i> (Afzel. ex Sw.) J. Sm.
Ophioglossaceae	<i>Ophioglossum</i> cf. <i>gomezianum</i> Welw. ex A. Braun
Ophioglossaceae	<i>Ophioglossum costatum</i> R. Br.
Ophioglossaceae	<i>Ophioglossum reticulatum</i> L.
Ophioglossaceae	<i>Ophioglossum thomasi</i> R. T. Clausen
Osmundaceae	<i>Osmunda regalis</i> L.
Pteridaceae	* <i>Adiantum capillus-veneris</i> L.
Pteridaceae	<i>Adiantum philippense</i> L.
Pteridaceae	<i>Adiantum schweinfurthii</i> Kuhn
Pteridaceae	<i>Ceratopteris cornuta</i> (P. Beauv.) Lepr.
Pteridaceae	<i>Doryopteris kirkii</i> (Hook.) Alston
Pteridaceae	<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link
Pteridaceae	* <i>Pteris togoensis</i> Hieron.
Salviniaceae	<i>Azolla pinnata</i> subsp. <i>africana</i> (Desv.) R.M.K.Saunders et K.Fowler
Selaginellaceae	<i>Selaginella buchholzii</i> Hieron.
Selaginellaceae	* <i>Selaginella njam-njamensis</i> Hieron.
Selaginellaceae	* <i>Selaginella protensa</i> Alston
Selaginellaceae	* <i>Selaginella subcordata</i> A. Braun
Selaginellaceae	* <i>Selaginella tenerrima</i> A. Braun
Thelypteridaceae	<i>Cyclosorus dentatus</i> (Forssk.) Ching
Thelypteridaceae	<i>Cyclosorus interruptus</i> (Willd.) H. Ito
Thelypteridaceae	<i>Cyclosorus striatus</i> (Schum.) Ching

Les fougères ont longtemps été négligées par les études **botaniques**⁷ du Burkina Faso, sans doute parce qu'elles sont assez rares et qu'il y a en général peu d'habitats adaptés et que ceux-ci sont disséminés. De plus, les études botaniques récentes dans la région se sont concentrées sur le biome de savane dominant le paysage et qui est naturellement pauvre en fougères. La plupart des collections et observations de fougères connues du Burkina Faso ont été faites ces dix dernières années. C'est pourquoi la diversité d'espèces de fougères au Burkina Faso est sans doute sous-estimée et le nombre d'espèces connues ne peut que s'accroître lors des études plus approfondies des habitats adaptés.

Actuellement, vingt cinq espèces de fougères appartenant à onze familles différentes ont été recensées au Burkina Faso (Tab. 6.3), représentant environ 1,5 % de toute la diversité de **plantes vasculaires**⁷ du pays. Douze espèces supplémentaires se trouvent dans des pays voisins aux latitudes similaires et peuvent également se trouver au Burkina Faso. A cause de la pauvreté de matériel disponible, de nombreux genres de fougères (par ex. *Marsilea*) se trouvant au Burkina Faso et dans les pays voisins ne sont pas très connus et ont besoin de révision taxinomique. En-dehors des fougères plantées comme décoration, les particuliers ne font aucun autre usage

countries are not well understood and in need of **taxonomic**⁷ revision.

Apart from being planted for ornament, no use of ferns in private households is currently known from Burkina Faso.

THE LYCOPHYTES OF BURKINA FASO

(4 species in 3 families, Fig. 6.5 A-B)

Isoëtaceae

Small plants with grass-like leaves arising from a bulbous shoot (Fig. 6.5 A). Small male and larger female spores are formed in sporangia at the base of each leaf. Isoëtes grow at the ground of shallow permanent or temporal waters or on temporally wet soil and will disappear as soon as the water subsides. Ephemeric growth together with small size makes this a frequently overlooked plant.

Species known from Burkina Faso:

- *Isoëtes jaegeri* Pitot (endemic)
- *Isoëtes schweinfurthii* A. Braun (widespread in tropical Africa and Madagascar)

des fougères au Burkina Faso, du moins selon nos connaissances actuelles.

LES LYCOPHYTES DU BURKINA FASO

(4 espèces en 3 familles, Fig. 6.5 A-B)

Les Isoëtaceae

Petites plantes aux feuilles ressemblant aux graminées sorties de pousses à bulbes (Fig. 6.5 A). De petites spores mâles et les grandes spores femelles sont formées dans les sporanges à la base de chaque feuille. L'isoëtes pousse au fond des eaux permanentes ou temporaires peu profondes ou sur un sol inondé provisoirement et elle va disparaître dès que l'eau se retire. Sa croissance éphémère et sa petite taille font que cette plante passe souvent inaperçue.

Espèces connues du Burkina Faso :

- *Isoëtes jaegeri* Pitot (endémique)
- *Isoëtes schweinfurthii* A. Braun (très répandue en Afrique tropicale et à Madagascar)
- *Isoëtes aequinoctialis* Welw. ex A.Braun (Mali, Sud et centre de l'Afrique) et *Isoëtes pitotii* Alston (Guinée et Mali) sont citées par
- *Isoëtes aequinoctialis* Welw. ex A.Braun (Mali, Southern and Central Africa) and *Isoëtes pitotii* Alston (Guinea and Mali) are cited by Alston [24] from the region of Bamako and might also occur in Burkina Faso.

Lycopodiaceae

Small **terrestrial**⁷ plants with a branched, long creeping stem. The branching in *Lycopodiella affinis* is more or less tree-like and with small, pendent strobili at the end of the branches. The strobili are clusters of modified leaves bearing sporangia in their axils where isomorphous spores are formed. *Lycopodiella* grows in wet to swampy habitats, but also in forest clearings and on forest margins.

Species known from Burkina Faso:

- *Lycopodiella affinis* (Bory) Pichi-Serm. (Tropical Africa, Madagascar, East Asia)
- *Lycopodiella cernua* (L.) Pichi-Serm. (widespread on all continents) is cited by Alston [24] from Mali and might also occur in Burkina Faso.

Alston [24] de la région de Bamako et on peut aussi les trouver peut-être au Burkina Faso.

Les Lycopodiaceae

Petites plantes terrestres avec une longue tige ramifiée rampante. La ramification chez *Lycopodiella affinis* est plus ou moins comme un arbre avec de petits strobiles pendant au bout des branches. Les strobiles sont des grappes de feuilles modifiées portant des sporanges dans leurs aisselles où se forment les spores isomorphes. La *Lycopodiella* pousse dans des habitats humides à marécageux mais également dans des clairières de forêts et aux bords des forêts.

Espèces connues du Burkina Faso :

- *Lycopodiella affinis* (Bory) Pichi-Serm. (Afrique tropicale, Madagascar, Asie de l'est)
- *Lycopodiella cernua* (L.) Pichi-Serm. (très répandue sur tous les continents) est citée par Alston [24] du Mali et on peut la trouver aussi peut-être au Burkina Faso.

Les Selaginellaceae

Petites plantes avec des pousses aux ramifications dichotomes ou irrégulières portant quatre rangées de petites feuilles avec une

Selaginellaceae

Small plants with dichotomous or irregularly branching shoots bearing four rows of small leaves with a single central vein (Fig. 6.5 B). In a few species the leaves are spirally arranged. Small male and larger female spores are formed in yellowish sporangia in the axils of leaves at the **apex** of the branches, frequently forming distinct strobili. *Selaginella* grows on damp, shaded rocks or on soil, especially in gallery forests and on sandstone escarpments.

Species known from Burkina Faso:

- *Selaginella buchholzii* Hieron. (West and Central Africa)
- *Selaginella njam-njamensis* Hieron. (West, Central and East Africa), *Selaginella subcordata* A. Braun (West and Central Africa) and *Selaginella tenerrima* A. Braun (West, Central and East Africa) are cited by Alston [24] from Mali and might also occur in Burkina Faso.
- A few observations of *Selaginella protensa* Alston, originally described from and most likely endemic to Côte d'Ivoire, have been made in Burkina Faso, but no **herbarium** specimens are available for confirmation.

seule nervure centrale (Fig. 6.5 B). Dans quelques rares espèces les feuilles sont disposées en spirales. De petites spores mâles et les grandes spores femelles sont formées dans les sporanges jaunes dans les aisselles des feuilles au sommet des branches, formant souvent des strobiles distincts. La sélaginelle pousse sur les rochers humides et ombragés ou sur les sols, en particulier dans les forêts galeries et sur les **escarpements** en grès.

Espèces connues du Burkina Faso :

- *Selaginella buchholzii* Hieron. (Afrique occidentale et centrale)
- *Selaginella njam-njamensis* Hieron. (Afrique occidentale, centrale et orientale), *Selaginella subcordata* A. Braun (Afrique occidentale et centrale) et *Selaginella tenerrima* A. Braun (Afrique occidentale, centrale et orientale) sont toutes citées par Alston [24] du Mali et on peut aussi les trouver peut-être au Burkina Faso.
- *Selaginella protensa* Alston, décrite de la Côte d'Ivoire et probablement endémique de ce pays, a été occasionnellement observée au Burkina Faso, mais aucun **spécimen** d'**herbier** n'est disponible pour confirmer cela.

THE MONILOPHYTES OF BURKINA FASO

(21 species in 8 families, Fig. 6.5 C-L)

Dennstaedtiaceae

The almost cosmopolitan fern *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn has not yet been observed in Burkina Faso, but can be expected towards the border to Côte d'Ivoire. The plant has a long creeping subterranean rhizome bearing up to 2 m tall 3-pinnate leaves with triangular pinnae. The reflexed leaf margin protects the narrow line-shaped sori.

Dryopteridaceae

Petioles with numerous vascular bundles, sori usually rounded. *Bolbitis* has a creeping rhizome and fertile leaves with narrower segments (their underside is completely covered with sporangia) than the sterile leaves and grows on wet rocks, near streams in gallery forests and frequently has submerged leaves (Fig. 6.5 C). The genus was previously classified in the family Lomariopsidaceae.

LES MONILOPHYTES DU BURKINA FASO

(21 espèces en 8 familles, Fig. 6.5 C-L)

Les Dennstaedtiaceae

La fougère presque cosmopolite, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, n'a pas encore été observée au Burkina Faso mais on pourrait s'attendre à la trouver vers la frontière de la Côte d'Ivoire.

La plante a un long rhizome rampant souterrain portant portant des feuilles tripennées, jusqu'à 2 m de haut, avec des pennes triangulaires. Le bord des feuilles recourbé protège les sores étroits en forme de ligne.

Les Dryopteridaceae

Les pétioles aux nombreux faisceaux vasculaires, sores en général arrondis.

Le bolbite a un rhizome rampant et des feuilles fertiles avec des segments plus étroits (le dessous est complètement recouvert de sporanges) que ceux des feuilles stériles et pousse sur les roches humides, près des cours d'eau dans les forêts galeries et fréquemment ses feuilles sont submergées (Fig. 6.5 C). Le genre était autrefois classé dans la famille des Lomariopsidaceae.

Species known from Burkina Faso:

- *Bolbitis heudelotii* (Bory) Alston (West, Central and East Africa)

Marsileaceae

Each leaf with four leaflets (clover-like), small male and larger female spores are formed in bean-shaped sporocarps arising from the rhizome or at the base of the petioles (Fig. 6.5 D). Marsileaceae are aquatic ferns rooted in muddy ground below the surface of shallow waters or just after the water has subsided.

Species known from Burkina Faso:

- *Marsilea berhautii* Tardieu (West Africa)
- *Marsilea gibba* A. Braun (West, Central and East Africa)
- *Marsilea minuta* L. (Northern to Southern Africa, SE Asia, Australia)
- *Marsilea cf. subterranea* Lepr. (Senegal, Chad, Tanzania)
- *Marsilea distorta* A. Braun (West, Central and East Africa) and *Marsilea nubica* var. *gymnocarpa*. (A. Braun) Launert (Mali, Senegal, Southern Africa, Madagascar) are cited by Alston [24] from Mali and might also occur in Burkina Faso.

Espèces connues du Burkina Faso :

- *Bolbitis heudelotii* (Bory) Alston (Afrique occidentale, centrale et orientale)

Les Marsileaceae

Chaque feuille avec 4 petites feuilles (comme le trèfle), de petites spores mâles et de plus grands spores femelles sont formés en sporocarps à la forme de haricots, sortant du rhizome ou à la base des pétioles (Fig. 6.5 D). Les Marsileaceae sont des fougères aquatiques enracinées dans des sols boueux sous la surface des eaux peu profondes ou juste après que l'eau s'est retirée.

Espèces connues du Burkina Faso :

- *Marsilea berhautii* Tardieu (Afrique occidentale)
- *Marsilea gibba* A. Braun (Afrique occidentale, centrale et orientale)
- *Marsilea minuta* L. (Afrique du nord et du sud, Asie du sud est, Australie)
- *Marsilea cf. subterranea* Lepr. (Sénégal, Tchad, Tanzanie)
- *Marsilea distorta* A. Braun (Afrique occidentale, centrale et orientale) et *Marsilea nubica* var. *gymnocarpa*. (A. Braun) Launert (Mali, Sénégal, Afrique du sud, Madagascar) sont toutes

Nephrolepidaceae

Leaves simply pinnate with triangular and frequently auriculate pinnae (Fig. 6.5 E). The rounded sori are usually arranged in a row near the margin of the pinnae. Roots sometimes with tubers. Epiphytic or terrestrial, in shady as well as in open and fairly dry habitats. Smith & al. [23] suggest classifying the genus *Nephrolepis* in the family Lomariopsidaceae.

Species known from Burkina Faso:

- *Nephrolepis cf. biserrata* (Sw.) Schott (pantropical and often cultivated for ornament)
- *Nephrolepis undulata* (Afzel. ex Sw.) J. Sm. (tropical Africa)

Ophioglossaceae

Terrestrial plants, sometimes epiphytic, but not in Burkina Faso. With a tuber-like rhizome producing one to several leaves. The leaf blades are divided in a rounded to elliptical sterile part and an erect part bearing sporangia in a terminal spike-like structure (Fig. 6.5 F). *Ophioglossum* is frequently found among grasses on damp soils in the savanna as well as on periodically inundated lateritic² crusts (bowé).

citées par Alston [24] du Mali et peuvent aussi se trouver, peut-être, au Burkina Faso.

Les Nephrolepidaceae

Les feuilles pennées avec des pennes triangulaires et souvent auriculées (Fig. 6.5 E). Les sores arrondis sont en général répartis sur une rangée près de la bordure des pennes. Racines avec des tubercules parfois. **Epiphytes**⁷ ou terrestres, dans des habitats ombragés ainsi que dans des habitats ouverts et relativement secs. Smith & al. [23] suggèrent de classer le genre *Nephrolepis* dans la famille des Lomariopsidaceae.

Espèces connues du Burkina Faso :

- *Nephrolepis cf. biserrata* (Sw.) Schott (pantropicale et souvent cultivée comme plante décorative)
- *Nephrolepis undulata* (Afzel. ex Sw.) J. Sm. (Afrique tropicale)

Les Ophioglossaceae

Plantes terrestres, parfois épiphytes mais pas au Burkina Faso. Avec un rhizome ressemblant à un tubercule produisant une ou plusieurs feuilles. La lame de la feuille se divise en une partie stérile arrondie à elliptique et une partie érigée portant les sporanges sur une

Species known from Burkina Faso:

- *Ophioglossum costatum* R. Br. (Tropical Africa, Madagascar, India, SE Asia, Australia)
- *Ophioglossum cf. gomezianum* Welw. ex A. Braun (West and Central Africa)
- *Ophioglossum reticulatum* L. (pantropical, introduced in North America)
- *Ophioglossum thomasi* R.T.Clausen (Uganda, Gabon, Zambia, Tanzania, Côte d'Ivoire, Ghana)

Osmundaceae

Osmunda regalis is a large fern with bipinnate leaves about 1 m long and the fertile leaf apex being markedly different from the sterile leaf part.

Species known from Burkina Faso:

- *Osmunda regalis* L. (Europe, Russia, India, North to South Africa, introduced in New Zealand)

Pteridaceae

A large family with morphologically very diverse genera. *Adiantum* has simply to several times pinnate leaves with very thin,

structure terminale ressemblant à un épi (Fig. 6.5 F). L'ophioglosse se trouve fréquemment parmi les herbes sur les sols humides dans la savane ainsi que sur les croûtes **latérites**⁷ inondées périodiquement (bowé).

Espèces connues du Burkina Faso :

- *Ophioglossum costatum* R. Br. (Afrique tropicale, Madagascar, Inde, Asie du sud est, Australie)
- *Ophioglossum cf. gomezianum* Welw. ex A. Braun (Afrique occidentale et centrale)
- *Ophioglossum reticulatum* L. (pantropical, introduit en Amérique du nord)
- *Ophioglossum thomasi* R.T.Clausen (Ouganda, Gabon, Zambie, Tanzanie, Côte d'Ivoire, Ghana)

Les osmondacées

Osmunda regalis est une grande fougère avec des feuilles bi-pennées d'environ 1 m de long et la pointe fertile de la feuille est très différente de la partie stérile de la feuille.

Espèces connues du Burkina Faso :

- *Osmunda regalis* L. (Europe, Russie, Inde, Afrique du nord et du sud, introduite en Nouvelle-Zélande)

bright green leaflets and glossy, blackish petioles (Fig. 6.5 G). It occurs at the sides of shaded gullies, in damp crevices of sandstone rocks, on moist soil, and in gallery forests, especially on the banks of small streams. *Ceratopteris* has strongly dimorphic fertile and sterile leaves (Fig. 6.5 H). It grows rooted in muddy ground below the water surface or freely floating on quiet waters. *Doryopteris* has more or less pentagonal, palmately dissected leaves with the sori forming an interrupted line at the margin on their lower face (Fig. 6.5 I). *Pityrogramma* has more or less triangular, dissected leaves that have their lower surface covered with a whitish waxy powder (Fig. 6.5 J). Both latter genera occur in gallery forests, near streams or on damp, shady soil, but also support fairly open habitats.

Species known from Burkina Faso:

- *Adiantum philippense* L. (West, Central and East Africa, Madagascar, East and South-East Asia, Australia and Pacific)
- *Adiantum schweinfurthii* Kuhn (West, Central and East Africa)
- *Ceratopteris cornuta* (P. Beauv.) Lepr. (West, Central and East Africa, Middle East, South-East Asia, Australia)
- *Doryopteris kirkii* (Hook.) Alston (West, Central, South and East Africa, Madagascar, South-East Asia, Australia)

Les Pteridaceae

Une grande famille aux genres morphologiquement très divers. L'adiante a des feuilles une à plusieurs fois pennées avec des feuillettes très fines, très vertes et des pétioles brillants et noirâtres (Fig. 6.5 G).

On le trouve sur les côtés des ravins ombragés, dans les crevasses humides de rochers de grès, sur le sol humide et dans les forêts galeries, en particulier sur les berges des petits cours d'eau. Le cératoptère a des feuilles a des feuilles fertiles et stériles fortement dimorphes (Fig. 6.5 H).

Il pousse enraciné dans le sol boueux sous la surface de l'eau ou flotte librement sur les eaux calmes. Le doryoptère a des feuilles plus ou moins pentagonales, découpées de manière palmées aux sores formant une ligne interrompue sur le bord de leur face inférieure (Fig. 6.5 I). Le pityrogramme a des feuilles plus ou moins triangulaires, découpées et avec leur surface inférieure recouverte de poudre cireuse blanchâtre (Fig. 6.5 J). Les deux derniers genres se trouvent dans les forêts galeries, près des cours d'eau ou sur un sol humide et ombragé mais ils supportent aussi des habitats relativement ouverts.

- *Pityrogramma calomelanos* (L.) Link (South and Central America, Caribbean; introduced in tropical Africa, East and South-East Asia)
- *Adiantum capillus-veneris* L. (more or less cosmopolitan) and *Pteris togoensis* Hieron. (West and Central Africa) are cited by Alston [24] from Mali and might also occur in Burkina Faso.

Salviniaceae

This family includes two genera, but one of them, *Salvinia*, is not known from Burkina Faso. These ferns are freely floating on the surface of still waters such as ponds, rice fields or backwaters of rivers. The leaves of *Azolla* are only a few millimeters tall (Fig. 6.5 K).

Species known from Burkina Faso:

- *Azolla pinnata* subsp. *africana* (Desv.) R.M.K. Saunders et K. Fowler (West, Central and East Africa, Madagascar)

Thelypteridaceae

Petioles with two vascular bundles, sori rounded or elongate. The lateral veins of the central axes of adjacent pinna segments fuse below the sinus forming one to several areole(s) in

Espèces connues du Burkina Faso :

- *Adiantum philippense* L. (Afrique occidentale, centrale et orientale, Madagascar, Asie de l'est et du sud est, Australie et Pacifique)
- *Adiantum schweinfurthii* Kuhn (Afrique occidentale, centrale et orientale)
- *Ceratopteris cornuta* (P. Beauv.) Lepr. (Afrique occidentale, centrale et orientale, Moyen-Orient, Asie du sud est, Australie)
- *Doryopteris kirkii* (Hook.) Alston (Afrique occidentale, centrale, du sud et de l'est, Madagascar, Asie du sud est, Australie)
- *Pityrogramma calomelanos* (L.) Link (Amérique du sud et centrale, Caraïbes; introduit en Afrique tropicale, Asie de l'est et du sud est)
- *Adiantum capillus-veneris* L. (plus ou moins cosmopolite) et *Pteris togoensis* Hieron. (Afrique occidentale et centrale) sont cités par Alston [24] du Mali et peuvent aussi se trouver, peut-être, au Burkina Faso.

Les Salviniaceae

Cette famille comprend deux genres mais l'un d'eux, *Salvinia*, n'est pas connue du Burkina Faso. Ces fougères flottent librement à la

Cyclosorus (Fig. 6.5 L). Thelypteridaceae are relatively large ferns that depend on wet soils, but may occur in open habitats. They grow aquatic, rooted in shallow waters and swamp areas, e.g. at the shores of inland waters.

Species occurring in Burkina Faso:

- *Cyclosorus dentatus* (Forssk.) Ching (cosmopolitan in tropics and subtropics)
- *Cyclosorus striatus* (Schum.) Ching (West, Central and East Africa)
- *Cyclosorus interruptus* (Willd.) H.Ito (cosmopolitan in tropics and subtropics)

surface des eaux dormantes comme les étangs, les rizières ou les bras de décharge des fleuves. Les feuilles de l'*Azolla* ne mesurent que quelques millimètres de long (Fig. 6.5 K).

Espèces connues du Burkina Faso :

- *Azolla pinnata* subsp. *africana* (Desv.) R.M.K.Saunders et K.Fowler (Afrique occidentale, centrale et orientale, Madagascar)

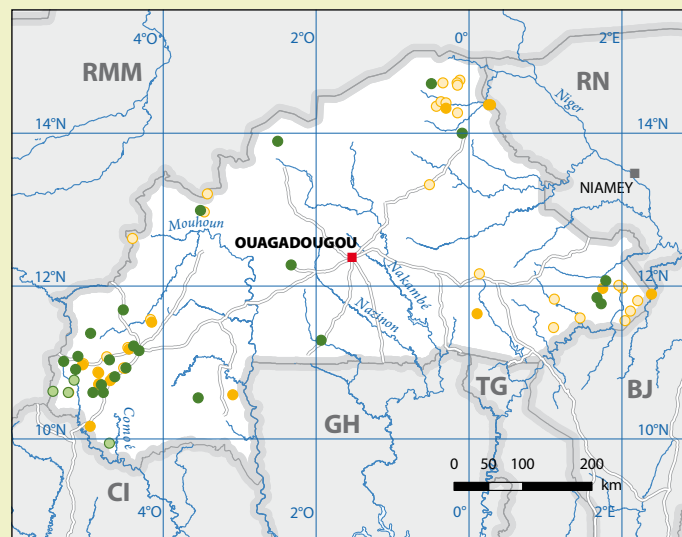
Les Thelypteridaceae

Les pétioles avec deux faisceaux vasculaires, des sores arrondis ou allongés. Les nervures latérales des axes centraux des segments des segments adjacentes dans une penne fusionnent sous le sinus formant une ou plusieurs aréoles en *Cyclosorus* (Fig. 6.5 L). Les Thelypteridaceae sont des fougères relativement grandes qui dépendent des sols humides mais peuvent se trouver dans des habitats ouverts. Ils poussent comme des plantes aquatiques, enracinées dans des eaux peu profondes et des zones marécageuses, par exemple sur les berges des eaux intérieures.

Espèces trouvées au Burkina Faso :

- *Cyclosorus dentatus* (Forssk.) Ching (cosmopolite dans les tropiques et zones subtropicales)

- *Cyclosorus striatus* (Schum.) Ching (Afrique occidentale, centrale et orientale)
- *Cyclosorus interruptus* (Willd.) H.Ito (cosmopolite dans les tropiques et zones subtropicales)



Type de données	Type of data
SIG, avec spécimen de référence	● GPS, vouchered
SIG, sans spécimen de référence	○ GPS, unvouchered
Répertoire de localités, avec spécimen de référence	● Gazetteer, vouchered
Répertoire de localités, sans spécimen de référence	○ Gazetteer, unvouchered

Carte 6.2: Carte de répartition de toutes observations de fougères faites au Burkina Faso.

Map 6.2: Distribution map for all known fern observations in Burkina Faso.

6.3

Les plantes vasculaires : Les plantes à fleurs

Adjima THIOMBIANO
Marco SCHMIDT
Sylvestre DA
Karen HAHN-HADJALI
Georg ZIZKA
Rüdiger WITTIG

Les plantes à fleurs constituent le groupe le plus inventorié de la flore du Burkina Faso à travers des travaux de recherche, des études, des campagnes d'herborisation, etc. Malgré cette collecte importante des données, la flore reste jusqu'à présent non exhaustive. Le nombre d'espèces connaîtra certainement une augmentation dans les années à venir en fonction de l'intensité des missions de terrain. La flore d'ensemble des plantes à fleurs du Burkina Faso comporte de nos jours 1 915 espèces dont 1 857 espèces spontanées ou sub-spontanées et 58 espèces introduites ou cultivées. Cette flore est répartie en 159 familles et en 750 genres.

En considérant l'importance numérique des familles, la flore du Burkina Faso est fortement dominée par les Poaceae avec environ 14 % d'espèces, suivies des Fabaceae (s.st.) avec 11 %, les Cyperaceae (6 %) et les Asteraceae (4 %). De nombreux inventaires révè-

lent que la flore burkinabè est beaucoup marquée par l'élément base soudanien ([2], [15], [16] & [115]; Tab. 6.4).

La prédominance des Poaceae s'explique par les avantages **métaboliques** des **plantes C₄**, plus économiques en eau et en azote dans les climats chauds et secs. Les légumineuses profitent de leur symbiose avec les **rhizobiums** capables de fixer l'azote dans les nodules racinaires. Avec ces caractéristiques métaboliques, les deux groupes de plantes sont devenus les plus importants dans les savanes. A côté de ces principaux **taxons**, on note d'autres groupes importants du point de vue abondance dans les formations dont la famille des Combretaceae. Avec une vingtaine d'espèces, les représentants de cette famille se retrouvent du nord au sud du Burkina Faso, constituant avec les légumineuses l'essentiel de la flore ligneuse des savanes.

Considérant les **types biologiques**, la flore du Burkina Faso est dominée par les **Thérophytes** (plantes annuelles) et les **Phanérophytes** (plantes **pérennes** avec des organes persistants à 25 cm au dessus du sol qui sont entre autres les arbres et arbustes) avec plus de 35 % d'espèces chacun, les **Hémicryptophytes** (10 %), les **Chaméphytes** (8,9 %) et les **Géophytes** (4,4 %). Les **Hydrophy-**

Vascular plants: Flowering plants

Flowering plants represent the most inventoried group in Burkina Faso's **flora**, through research, studies, plant-collecting campaigns etc. However, despite this significant collection of data, informations on flora remain non-exhaustive. The number of species will certainly increase in the coming years, depending on the intensity of the field work.

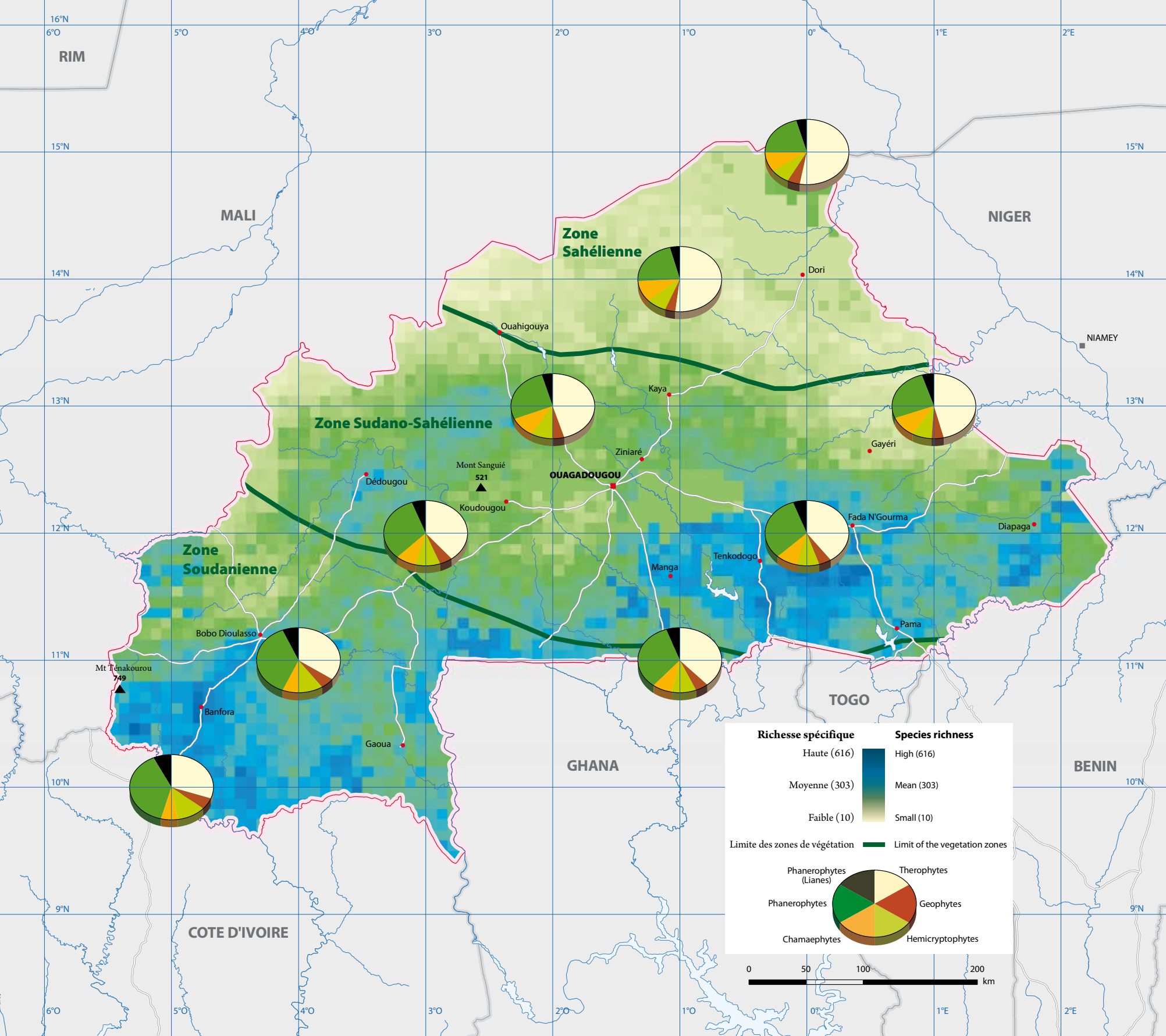
Burkina Faso's overall flowering plant flora currently contains 1 915 species, including 1 857 spontaneous or sub-spontaneous species and 58 introduced or cultivated species. This flora is distributed in 159 families and 750 genera.

Considering the numerical size of the families, the flora of Burkina Faso is heavily dominated by Poaceae with approximately 14 % of the species, followed by Fabaceae (s.str.) with 11 %, Cyperaceae (6 %) and Asteraceae (4 %). Many inventories reveal

that the Burkina Faso flora is marked by typical elements of the Sudanian zone ([2], [15], [16] & [115]; Tab. 6.4).

The predominance of Poaceae can be explained by the metabolic advantages of **C₄ plants**, which are more economical in terms of water and nitrogen in hot and dry climates. Leguminosae benefit from their symbiosis with **rhizobia** which are able to fix the nitrogen in the root nodules. With these metabolic characteristics, the two groups of plants have become the largest in the savannas. Beside these main **taxa**, we have other significant groups in terms of abundance in the formations, including the Combretaceae family. With about twenty species, the representatives of this family are found from the north to the south of Burkina Faso, representing, with Leguminosae, the main part of woody flora in the savannas.

Considering the biological types (**life forms**), the flora of Burkina Faso is dominated by **Therophytes** (annual plants) and **Phanerophytes** (woody **perennial** plants with persistent organs above 25 cm which are, among other things, trees and shrubs) each with more than 35 % the species, **Hemicryptophytes** (10 %), **Chamaephytes** (8.9 %) and **Geophytes**



Carte 6.3: Richesse spécifique du Burkina Faso.
Map 6.3: Species richness of Burkina Faso.

Tab. 6.4: Importance relative des principales familles.

Relative size of the main families.

Familles	Nombre d'espèces
Families	Number of species
Poaceae	268
Fabaceae (<i>sensu stricto</i>)	214
Cyperaceae	128
Asteraceae	85
Euphorbiaceae	81
Rubiaceae	79
Malvaceae	50
Convolvulaceae	43
Acanthaceae	40
Mimosaceae	38
Other families (149)	889
Total	1 915

tes[?], **Hélophytes[?]** et **Epiphytes[?]** renferment respectivement 2,4 %, 1,8 % et 0,5 %.

Le nombre d'espèces augmente du nord au sud en suivant le gradient climatique, principalement la précipitation annuelle et la longueur de la saison de pluies.

À l'échelle locale, la diversité spécifique dépend de la disponibilité en eau, mais aussi de la diversité des **habitats[?]**. Dans le domaine soudanien, on trouve une flore plus riche dans les forêts galeries, les cascades, certaines formations **saxicoles[?]** et les savanes. Au Sahel, la brousse tigrée est la plus riche en espèces grâce à ses microhabitats et à l'infiltration d'eau [25]. Il en est de même pour les oasis qui sont des lieux de concentration en espèces au regard du fort taux d'humidité.

Les résultats des derniers travaux mettent en relief une augmentation du nombre d'espèces recensées depuis les premières expéditions à nos jours. La plupart des nouvelles espèces inventoriées l'ont été principalement dans les aires protégées, les zones d'élévation (collines et falaises) et les zones humides. C'est ainsi que des travaux ont révélé l'existence encore de quelques forêts reliques abritant des espèces guinéennes d'importance écologique et socio-économique parmi lesquelles *Guibourtia copallifera*, *Drypetes floribunda*,

(4.4 %). **Hydrophytes[?]**, **Helophytes[?]** and **Epiphytes[?]** represent respectively 2.4 %, 1.8 % and 0.5 %.

The number of species increases from north to south, in accordance with the climatic gradient, mainly annual precipitation and the length of the rainy season.

On a local scale, specific diversity depends on the availability of water, but also on the diversity of the **habitats[?]**. In the Sudanian domain, we find a richer flora in the gallery forests, waterfalls, certain **saxicolous[?]** formations and savannas. In the Sahel, the tiger bush is the richest in species due to its microhabitats and the infiltration of water [25]. The same is true for oases, which are sites of a concentration of species on account of their high moisture levels.

The results of the most recent research show an increase in the number of species inventoried from the first expeditions up to now. Most of the new species inventoried have been recorded in the protected areas, high zones (hills and cliffs) and moist zones. Studies have also revealed the existence of a few relic forests containing Guinean species of ecological and socio-economic importance, including *Guibourtia copallifera*, *Drypetes floribunda*, *Christiana africana* and *Dialium guineense*. Most of

Christiana africana et *Dialium guineense*. L'essentiel de la **phytodiversité[?]** se retrouve dans les aires protégées (forêts classées, réserves de **faune[?]**, parcs, bois sacrés, etc). En outre, les régions Est et Sud-Ouest constituent encore l'essentiel du potentiel floristique du Burkina Faso.

Les burkinabès à l'instar des autres peuples africains entretiennent depuis des siècles des rapports très étroits avec leur environnement dont la flore. En effet, l'utilisation des plantes est au cœur de toutes les activités des populations surtout celles rurales. De par sa diversité culturelle, le Burkina Faso regorge des recettes très variées dans les différents domaines d'utilisation des espèces dont essentiellement l'alimentation et la pharmacopée. Les espèces sont également sollicitées pour l'énergie, la construction et l'artisanat.

PRINCIPAUX USAGES DE LA FLORE

Les plantes alimentaires

La flore burkinabè regorge de nombreuses plantes alimentaires qui sont soit spontanées soit cultivées. Ces espèces occupent une place prépondérante tant dans l'équilibre nutritionnel que de revenus au niveau des ménages. Dans le contexte actuel où le Ministère de

the **phytodiversity[?]** is found in the protected areas (classified forests, wildlife reserves, parks, sacred forests, etc.). Furthermore, the Eastern and South-Western regions still hold most of Burkina Faso's floristic potential.

For centuries, the people of Burkina Faso, like other African peoples, have maintained a very close relationship with their environment, including its flora. In fact, the use of plants is at the heart of all of the populations' activities, especially those of the rural populations. Considering its cultural diversity, Burkina Faso is rich in recipes for the use of its species, including food and pharmacopoeia. Its species are also used for energy, construction and crafts.

THE MAIN USES OF BURKINA FASO'S FLORA

Food plants

The flora of Burkina Faso has a huge number of food plants, which are either spontaneous or cultivated. These species occupy a predominant place both in the nutritional balance and the income of households. In the current context, in which the Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie (Ministry of

l'Environnement et du Cadre de Vie met un accent particulier sur la promotion des Produits Forestiers Non Ligneux⁷ (PFNL), la maîtrise de leur gestion est indispensable à la contribution pour un développement durable. Les organes des différentes espèces sont consommés :

- Soit en nature, comme les fruits du karité (*Vitellaria paradoxa*), du néré (*Parkia biglobosa*), de la liane goïne (*Saba senegalensis*), du prunier noir (*Vitex doniana*), de l'ébène (*Diospyros mespiliformis*), de *Ximenia americana* et de *Gardenia erubescens*;
- Soit après cuisson des feuilles comme celles du baobab (*Adansonia digitata*), de l'oranger sauvage (*Strychnos spinosa*), de *Corchorus olitorius* « bulvanka », de *Cleome gynandra* « Kénebdo », des graines comme le « zamné » (*Acacia macrostachya*), des fleurs comme celles du kapokier rouge (*Bombax costatum*) de *Annona senegalensis* « badkudi »;
- Soit enfin après transformation comme le beurre de karité (*Vitellaria paradoxa*), le soumbala de néré (*Parkia biglobosa*), le dolo de sorgho (*Sorghum bicolor*).

Tab. 6.5: Quelques plantes alimentaires couramment utilisées. | Some currently used food plants.

Nom scientifique Scientific name	Nom en français et anglais French and English name	Nom locaux en mooré Local name in the Mooré language	Parties utilisées Parts used
<i>Acacia macrostachya</i>		Zamnga	Graines préparées Processed seeds
<i>Adansonia digitata</i>	Baobab Baobab	Toèga	Feuilles en sauce et pulpe de fruit Leaves with a sauce and fruit pulp
<i>Annona senegalensis</i>	Pomme cannelle sauvage African custard-apple	Badkoudi	Calice des fleurs en sauce; fruits Calyx of flowers in a sauce; edible fruits
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Datier du Sahel Desert date	Tchagla	Fruit Fruit
<i>Bombax costatum</i>	Kapokier rouge Red kapok tree	Voaga	Calice des fleurs en sauce Calyx of flowers in a sauce
<i>Borassus aethiopicum</i>	Rônier Palmyra palm	Koanga	Pulpe du fruit et hypocotyle Fruit pulp and hypocotyle
<i>Borassus akeassii</i>	Rônier Palmyra palm	Koanga	Sève du cœur, pulpe du fruit Sap from the core, fruit pulp
<i>Cassia obtusifolia</i>	Sicklepod	Katre-nangouri	Feuilles en sauce ou en couscous Leaves with a sauce or couscous
<i>Cleome gynandra</i>	Spider flower	Kénebdo	Feuilles en sauce Leaves in a sauce
<i>Corchorus olitorius</i>	Tossa jute	Boulvanka	Feuilles Leaves
<i>Corchorus tridens</i>	Wild jute	Boulvanka	Feuilles Leaves
<i>Detarium microcarpum</i>	Petit détar Tallow tree	Kaga	Pulpe de fruit Fruit pulp
<i>Diospyros mespiliformis</i>	Jackalberry	Gaanga	Fruit Fruit
<i>Ficus</i> (most species)	Figuiers Fig trees	Kankanga	Fruit Fruit
<i>Flacourtia flavescens</i>	Niger plum		Fruit Fruit
<i>Gardenia erubescens</i>		Souba	Fruit Fruit
<i>Lannea microcarpa</i>	Raisinier sauvage African grape	Sabga	Pulpe du fruit Fruit pulp
<i>Parkia biglobosa</i>	Néré African locust bean tree	Douanga	Pulpe du fruit ; moutarde à base des graines Fruit pulp; mustard with grains
<i>Saba senegalensis</i>	Liane goïne	Wèdga	Pulpe du fruit Fruit pulp
<i>Strychnos spinosa</i>	Monkey orange	Lambouèga	Feuilles et fleurs en légumes ; fruits Leaves and flowers as vegetables; fruits
<i>Stylochiton hypogaeus</i>	Barter's ground arum	Oula	Feuilles et Inflorescences Leaves and Inflorescences
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarinier Tamarind	Pusga	Feuilles pour aciduler le tô et fruits en boisson Leaves for acetifying tô and fruit juice
<i>Vitellaria paradoxa</i>	Karité Shea	Taanga	Pulpe du fruit ; beurre extrait de l'amande Fruit pulp; butter extracted from the kernel
<i>Vitex doniana</i>	West African plum	Haanda	Fruit Fruit
<i>Ximenia americana</i>		Lenga	Fruit Fruit
<i>Ziziphus mauritiana</i>	Jujubier Jujube	Muguna	Fruit Fruit

Tab. 6.6: Quelques plantes médicinales couramment utilisées.
A few currently used medicinal plants.

Nom scientifique Scientific name	Nom en français et anglais French and English name	Nom locaux en mooré Name in Mooré	Partie utilisée Used parts	Maladie(s) traitée(s) Treated illness(es)
<i>Abrus precatorius</i>	Rosary pea	Noruogo-Nini	Racines Roots	Stérilité masculine Male sterility
<i>Acacia nilotica</i>	Prichly Acacia	Pèg-nenga	Ecorce Bark	Toux rebelle Stubborn cough
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Bristly starbur	Nassar-Kurkur-goànga	Plante entière Whole plant	Jaunisse Jaundice
<i>Agelanthus dodoneifolius</i>	Gui africain African mistletoe	Welba	Plante entière Whole plant	Porte-bonheur Lucky charm
<i>Annona senegalensis</i>	Pomme cannelle sauvage African custard-apple	Badkoudi	Rameaux feuillés et racines Leafy branches and roots	Ulcères, rhumatisme, syphilis, hémorroïdes Ulcers, rheumatism, syphilis, haemorrhoids
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	Bouleau d'Afrique African bird	Siiga	Feuilles et racines Leaves and roots	Paludisme, jaunisse, plaies incurables Paludism, jaundice, incurable wounds
<i>Boswellia dalzielii</i>	Neem sauvage Frankincense	Goudriyinwgo	Ecorce Bark	Rhume, toux, bronchite, anti-inflammatoire Cold, cough, bronchitis, anti-inflammatory
<i>Capparis corymbosa</i>	Hedge caper-bush	Lamboèga	Racines Roots	Incontinence urinaire, blennorragie, syphilis Urinary incontinence, blennorrhagia, syphilis
<i>Cassia sieberiana</i>	African laburnum	Koumbri-saka	Racines et feuilles Roots and leaves	Paludisme, jaunisse Paludism, jaundice
<i>Chrysanthellum americanum</i>		Waltouko	Plante entière Whole plant	Calculs rénaux Renal calculus
<i>Combretum micranthum</i>	Kinkéliba Kinkeliba	Randga	Feuilles Leaves	Paludisme, fortifiant, cholagogue, rhume Paludism, used a tonic and cholagogue, colds
<i>Detarium microcarpum</i>	Petit détar Tallow tree	Kagdga	Fruits Fruits	Méningite (prévention) Meningitis (prevention)
<i>Entada africana</i>		Sèonego	Ecorce Bark	Toux Cough
<i>Euphorbia hirta</i>		Walbissum	Plante entière Whole plant	Dysenterie Dysentery
<i>Faidherbia albida</i>	Ana tree	Zaanga	Ecorce et racines Bark and roots	Toux et rhumatisme Coughs and rheumatism
<i>Guiera senegalensis</i>		Wilinwiga	Feuilles Leaves	Toux, douleurs corporelles Cough, bodily pains
<i>Khaya senegalensis</i>	Caïlcédrat African Mahogany	Kouka	Ecorce Bark	Plaies incurables, hémorroïdes et coliques Incurable wounds, haemorrhoids and colic
<i>Leptadenia hastata</i>		Lelungo	Tiges feuillées Leafy stalks	Paludisme, jaunisse, impuissance sexuelle Paludism, jaundice, sexual impotence
<i>Parkia biglobosa</i>	Néré African locust bean tree	Douanga	Ecorce Bark	Coliques Colic

Nom scientifique Scientific name	Nom en français et anglais French and English name	Nom locaux en mooré Name in Mooré	Partie utilisée Used parts	Maladie(s) traitée(s) Treated illness(es)
<i>Pteleopsis suberosa</i>		Guirga	Ecorce Bark	Angines, toux, gingivites Angina, cough, gingivitis
<i>Sclerocarya birrea</i>	Noisettier Marula	Nobga	Ecorce Bark	Diabète, hémorroïdes, hypertension artérielle Diabetes, hemorrhoids, hypertension
<i>Securidaca longepedunculata</i>	Arbre à serpent Violet tree	Pèlga	Racines et tiges Roots and stalks	Morsures de serpent, coliques Snake bites, colic
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarinier Tamarind	Pusga	Rameaux feuille, fruits Leafy branches, fruits	Diabète, troubles digestifs, rougeole, jaunisse Diabetes, digestive disorders, measles, jaundice
<i>Terminalia avicennioides</i>		Kondré	Racines Roots	Brûlures, dysenterie, épilepsie Burns, dysentery, epilepsy
<i>Vitellaria paradoxa</i>	Karité Shea	Taanga	Ecorce Bark	Hypertension artérielle, plaies incurables, jaunisse, hémorroïdes, fièvre Hypertension, incurable wounds, jaundice, haemorrhoids, fever
<i>Vitex doniana</i>	Pruinier noir Black plum tree	Haanda	Rameaux feuillés, racines Leafy branches, roots	Stérilité, lèpre, courbatures, céphalées Sterility, leprosy, aches and pains, headaches
<i>Waltheria indica</i>		Yar-Yaamdé	Racines Roots	Affections buccales, rhume, jaunisse Mouth diseases, cold, jaundice
<i>Ximenia americana</i>		Lenga	Racines Roots	Antiseptique, blennorragie, syphilis Antiseptic, blennorrhagia, syphilis
<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i>	Candlewood tree	Rapeko	Ecorce et racines Bark and roots	Drépanocytose Drepanocytosis

the Environment) is putting particular emphasis on the promotion of Non-Timber Forest Products (NTFP), controlling management thereof is an indispensable contribution to sustainable development. The organs of the various species are consumed:

- Either in their natural state, such as the fruit of the shea tree (*Vitellaria paradoxa*), the Nere (*Parkia biglobosa*), the Senegal saba (*Saba senegalensis*), the black plum tree (*Vitex doniana*), the ebony tree (*Diospyros mespiliformis*), the *Ximenia americana* and *Gardenia erubescens*;
- Or, once the leaves have been cooked, like those of the baobab (*Adansonia digitata*), the wild orange tree, (*Strychnos spinosa*), *Corchorus olitorius* "bulvanka", *Cleome gynandra* "Ké-nebdo", seeds such as "zamnè" (*Acacia macrostachya*), flowers such as those of the red kapok tree (*Bombax costatum*) and *Annona senegalensis* "badkudi";
- Or, finally, after transformation, like shea butter from the shea tree (*Vitellaria paradoxa*), soumbala from the seeds of

the Nere (*Parkia biglobosa*) and dolo from sorghum grain (*Sorghum bicolor*).

The plants used, as well as the recipes, vary considerably from one location to another due to cultural differences and the availability of the plant. Among the spontaneous food plants, we can mention mainly the species shown in table 6.5.

Medicinal plants

Nearly all plant species are used for medicinal purposes. Whilst some species have the same types of uses in many locations, others are gathered depending on the ethnic group. These preferences generally cause increased pressure on a category of species which can lead to their disappearance in certain locations despite favourable ecological conditions. This is the case with *Nauclea latifolia* "Gouinga" which disappeared from the central plateau and *Securidaca longepedunculata* "Pelga" in certain locations in the Sudanian area. Table 6.6 gives an

Les plantes utilisées ainsi que les recettes varient considérablement d'une localité à une autre en raison de la différence culturelle et de la disponibilité de la plante. Parmi les plantes alimentaires spontanées on peut citer principalement les espèces contenues dans le tableau 6.5.

Les plantes médicinales

La quasi-totalité des espèces végétales sont utilisées à des fins médicinales. Si certaines espèces connaissent les mêmes types d'utilisation dans de nombreuses localités, d'autres par contre sont recherchées en fonction des groupes ethniques. Ces préférences engendrent généralement une pression accrue sur une catégorie d'espèces pouvant entraîner leur disparition dans des localités précises malgré des conditions écologiques favorables. C'est le cas de *Naucllea latifolia* (« Gouinga ») qui a disparu du plateau central et de *Securidaca longepedunculata* (« Pelga ») dans certaines localités du domaine soudanien. Le tableau 6.6 donne un aperçu de quelques espèces sollicitées dans la pharmacopée burkinabè.

outline of a few species which are gathered for Burkina Faso pharmacopoeia.

Energy plants

Over 80 % of Burkina Faso households use wood or charcoal as a source of energy. In 1996, annual consumption of firewood in Burkina Faso was estimated at 4.2 million tonnes. The pressure is even greater on the species with high heating power. And whilst the latter are still preferred, the populations do not have a choice when the resource becomes limited. Similarly, **specimens**⁷ of large diameter, which were previously preferred, give way to those with small diameters when the deterioration is extensive. This is the case in parts of the Sahel where the main energy resource consists of shrubs, while the latter are neglected in the southern part of the country. With the advent of the marketing of charcoal, the plant formations and flora of many locations have experienced heavy deterioration, obliging the authorities in charge of the environment to temporarily suspend this activity in 2006. The main species sought for energy purposes are:

- In the Sudanian zone: *Detarium microcarpum*, *Combretum*

Les plantes d'énergie

Plus de 80 % des ménages burkinabè utilisent le bois ou le charbon de bois comme source d'énergie. En 1996, on estimait à 4,2 millions de tonnes, la consommation annuelle en bois de chauffe au Burkina Faso. La pression est encore plus accrue sur les espèces à fort pouvoir calorifique. Si ces dernières sont toujours préférées, les populations n'effectuent plus de choix lorsque la ressource devient limitée. De même, les individus de gros diamètres qui étaient préférés autrefois, font place à ceux de petits diamètres lorsque la **dégradation**⁷ est poussée. C'est le cas des localités sahéliennes où la principale ressource en énergie est constituée d'arbustes alors que ces derniers sont délaissés dans la partie sud du pays. Avec l'avènement de la commercialisation du charbon de bois, les formations végétales et la flore de nombreuses localités ont connu une forte dégradation, contraignant ainsi les autorités en charge de l'environnement de suspendre provisoirement cette activité en 2006. Les principales espèces recherchées pour l'énergie sont :

- Dans le domaine soudanien : *Detarium microcarpum*, *Combretum nigricans*, *Crossopteryx febrifuga*, *Acacia dudgeoni*, *Burkea africana*, *Vitellaria paradoxa*, *Prosopis africana*, *Terminalia laxiflora*, *Terminalia macroptera*, *Anogeissus leiocarpa*, *Pterocarpus erinaceus* ;

nigricans, *Crossopteryx febrifuga*, *Acacia dudgeoni*, *Burkea africana*, *Vitellaria paradoxa*, *Prosopis africana*, *Terminalia laxiflora*, *Terminalia macroptera*, *Anogeissus leiocarpa*, *Pterocarpus erinaceus*;

- In the Sahelian zone: *Combretum micranthum*, *C. glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Pterocarpus lucens* and *C. nigricans*.

Plants used for the craft industry, works of art and service materials

The craft industry uses the species with wood that is easily worked on to manufacture various objects such as masks (*Bombax costatum*), the balafo (*Afzelia africana*), beds and chairs (*Combretum micranthum*, *Mitragyna inermis*), baskets (*Borassus akeassii*, *Combretum micranthum*, *Securinega virosa*), mortars (*Khaya senegalensis*, *Vitellaria paradoxa*), handles for short-handled hoes (*Anogeissus leiocarpa*, *Diospyros mespiliformis*), dyes (*Anogeissus leiocarpa*, *Indigofera tinctoria*, *Terminalia avicennioides*), etc.

In rural areas, over 80 % of the dwellings are built from local material. Thus many species are very sought after for the construction of houses, hangars, fencing, walls, etc. (*Anogeissus leiocarpa*,

- Dans le domaine sahélien : *Combretum micranthum*, *C. glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Pterocarpus lucens* et *C. nigricans*.

Les plantes d'artisanat, d'œuvre et de service

L'artisanat concerne les espèces dont le bois est facile à travailler pour fabriquer des objets divers que sont les masques (*Bombax costatum*), le balafon (*Azelia africana*), les lits et chaises (*Combretum micranthum*, *Mitragyna inermis*), les paniers (*Borassus akeassii*, *Combretum micranthum*, *Securinega virosa*), les mortiers (*Khaya senegalensis*, *Vitellaria paradoxa*), les manches de daba (*Anogeissus leiocarpa*, *Diospyros mespiliformis*), la teinture (*Anogeissus leiocarpa*, *Indigofera tinctoria*, *Terminalia avicennioides*), etc.

En milieu rural plus de 80 % des habitations sont construites à base de matériel local. Ainsi de nombreuses espèces sont très sollicitées dans la construction des maisons d'habitation, des hangars, des clôtures, des enclos, etc. (*Anogeissus leiocarpa*, *Borassus aethiopicum*, *Borassus ake assii*, *Combretum aculeatum*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*, *Dalbergia melanoxylon*, *Pericopsis laxiflora*, *Piliostigma thonningii*, *Pteleopsis suberosa*, *Pterocarpus erinaceus*, *Terminalia avicennioides*, *Terminalia laxiflora*, *Terminalia macroptera*).

Borassus aethiopicum, *Borassus ake assii*, *Combretum aculeatum*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*, *Dalbergia melanoxylon*, *Pericopsis laxiflora*, *Piliostigma thonningii*, *Pteleopsis suberosa*, *Pterocarpus erinaceus*, *Terminalia avicennioides*, *Terminalia laxiflora*, *Terminalia macroptera*).

BURKINA FASO'S THREATENED PLANT SPECIES

Climate change[?], the reduction or even disappearance of certain habitats and anthropogenic[?] pressure on certain species are behind the threat of disappearance that burdens many species in the various climatic zones. In 1999 CONAGESE drew up a list of species said to be endangered; various works have made it possible to update this list, specifying the threat status of the species per ecological zone. An assessment of the status in each of the zones takes into account the ecology of the species, the pressure exerted by humans and the population structures on the various plant formations. Table 6.7 shows a total of 60 species which are threatened in Burkina Faso as far as we are currently aware.

It should be obvious that not all of the species in table 6.7 are under the same degree of pressure and threat in each

LES ESPECES MENACEES DE LA FLORE DU BURKINA FASO

La péjoration[?] climatique (changement climatique[?]), la réduction voire la disparition de certains habitats et les pressions anthropiques[?] sur certaines espèces sont à l'origine de la menace de disparition qui pèse sur de nombreuses espèces dans les différentes zones climatiques. En 1999 le CONAGESE avait dressé une liste d'espèces dites menacées ; les différents travaux ont permis de mettre à jour cette liste tout en précisant le statut de menace des espèces par zone écologique. L'appréciation du statut dans chacune des zones prend en compte l'écologie de l'espèce, la pression exercée par l'Homme et les structures de populations dans les différentes formations végétales. Le tableau 6.7 fait ressortir au total 60 espèces menacées au Burkina Faso au stade actuel de nos connaissances. En outre, il convient de reconnaître que toutes les espèces du tableau 6.7 n'ont pas le même degré de pression et de menace dans une zone géographique donnée. Ainsi, certaines sont fortement menacées soit parce que les conditions climatiques ne leur permettent plus d'assurer leur régénération, soit qu'au regard de leurs valeurs d'usages elles font l'objet d'une surexploitation surtout axée sur les parties vitales que sont les racines (*Securidaca*



Fig. 6.6: *Combretum paniculatum* ATH

Tab. 6.7: Liste des espèces ligneuses menacées du Burkina Faso.
List of Burkina Faso's threatened woody species.

Zone sahélienne Sahelian zone	Zone nord-soudanienne Northern Sudanian zone	Zone sud-soudanienne Southern Sudanian zone
<i>Acacia macrostachya</i>	<i>Adansonia digitata</i>	<i>Adansonia digitata</i>
<i>Adansonia digitata</i>	<i>Azizia africana</i>	<i>Azizia africana</i>
<i>Adenium obesum</i>	<i>Anogeissus leiocarpa</i>	<i>Azizia africana</i>
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	<i>Bombax costatum</i>	<i>Borassus akeassii</i>
<i>Bombax costatum</i>	<i>Borassus aethiopicum</i>	<i>Canarium schweinfurthii</i>
<i>Boscia angustifolia</i>	<i>Boswellia dalzielii</i>	<i>Ceiba pentandra</i>
<i>Boscia senegalensis</i>	<i>Celtis integrifolia</i>	<i>Celtis integrifolia</i>
<i>Boswellia dalzielii</i>	<i>Combretum adenogonium</i>	<i>Christiana africana</i>
<i>Combretum micranthum</i>	<i>Combretum paniculatum</i>	<i>Combretum acutum</i>
<i>Combretum nigricans</i>	<i>Crossopteryx febrifuga</i>	<i>Dialium guineense</i>
<i>Combretum glutinosum</i>	<i>Daniellia oliveri</i>	<i>Elaeis guineensis</i>
<i>Commiphora africana</i>	<i>Detarium microcarpum</i>	<i>Gardenia imperialis</i>
<i>Grewia tenax</i>	<i>Diospyros mespiliformis</i>	<i>Gardenia nitida</i>
<i>Dalbergia melanoxydon</i>	<i>Gardenia erubescens</i>	<i>Guibourtia copallifera</i>
<i>Lannea microcarpa</i>	<i>Nauclea latifolia</i>	<i>Haematostaphis bartheri</i>
<i>Maerua crassifolia</i>	<i>Parkia biglobosa</i>	<i>Khaya senegalensis</i>
<i>Pterocarpus lucens</i>	<i>Parinari curatellifolia</i>	<i>Kigelia africana</i>
<i>Saba senegalensis</i>	<i>Pavetta crassipes</i>	<i>Landolphia heudelotii</i>
<i>Sclerocarya birrea</i>	<i>Prosopis africana</i>	<i>Oncoba spinosa</i>
<i>Ziziphus mauritiana</i>	<i>Pseudocedrela kotschy</i>	<i>Pandanus candelabrum</i>
	<i>Pteleopsis suberosa</i>	<i>Parkia biglobosa</i>
	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	<i>Pavetta corymbosa</i>
	<i>Raphionacme bingeri</i>	<i>Pentadesma butyracea</i>
	<i>Securidaca longipedunculata</i>	<i>Pterocarpus erinaceus</i>
	<i>Sterculia setigera</i>	<i>Pterocarpus santalinoides</i>
	<i>Stereospermum kunthianum</i>	<i>Raphia sudanica</i>
	<i>Tamarindus indica</i>	<i>Spondias mombin</i>
	<i>Terminalia macroptera</i>	<i>Sterculia tragacantha</i>
	<i>Terminalia glaucescens</i>	<i>Vitex doniana</i>
	<i>Vitellaria paradoxa</i>	<i>Xylopia parviflora</i>
	<i>Vitex doniana</i>	<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i>
	<i>Ximenia americana</i>	

geographical zone. Therefore, some are heavily threatened either because the climatic conditions do not allow them to regenerate, or because, due to their use values they are subject to over-exploitation, mainly on the vital parts such as the roots (*Securidaca longipedunculata*, *Nauclea latifolia*), the flowers (*Bombax costatum* or red kapok, *Annona senegalensis*), the seeds

longipedunculata, *Nauclea latifolia*), les fleurs (*Bombax costatum* ou Kapokier rouge, *Annona senegalensis*), les graines (*Vitellaria paradoxa* ou Karité, *Parkia biglobosa* ou Néré et *Acacia macrostachya* ou « Zamné ») et les repousses (*Borassus aethiopicum* ou rônier). Il existe d'autres facteurs influençant la survie des espèces comme la pratique des feux de brousse qui, quel que soit leur régime, induisent une sélection au sein de la flore, éliminant ainsi au fil des années les plus sensibles. Dans la catégorie d'exploitation des repousses figurent en bonne place les rôniers.

Les rôniers font partie de la grande famille des Palmiers qui regroupent environ huit espèces au Burkina Faso.

(*Vitellaria paradoxa* or shea, *Parkia biglobosa* or Nere and *Acacia macrostachya* or "Zamné") and the shoots (*Borassus aethiopicum* or palmyra). There are other factors that influence the survival of species, such as the practice of bushfires which, whatever their regime, lead to selection in the flora, thus eliminating the most sensitive species over the years. Regarding shoots exploitation, the palmyra species are significantly affected. Palmyra are part of the large Palm family, which has approximately eight species in Burkina Faso.

APERÇU SUR QUELQUES TAXONS D'IMPORTANCE ECOLOGIQUE ET/OU SOCIO-ECONOMIQUE

6.4

Les palmiers

Amadé OUEDRAOGO

Les palmiers sont des plantes typiques des régions tropicales. Ils sont particulièrement diversifiés et abondants dans les zones tropicales humides. Ce sont des plantes qui ont en général un tronc non ramifié (**monocaulé**²) avec de grandes feuilles, pouvant mesurer plusieurs mètres de longueur. Sur le plan de la reproduction, les palmiers sont pour la plupart des **plantes dioïques**², c'est-à-dire que les fleurs mâles et les fleurs femelles sont portées par des individus distincts. Leurs fruits sont des **drupes**², communément appelés noix, formés d'une pulpe recouvrant un noyau dur. Les palmiers

OUTLINE OF A FEW TAXA OF ECOLOGICAL AND/OR SOCIOECONOMIC IMPORTANCE

Palm trees

Palm trees are typical plants of tropical regions. They are particularly diversified and abundant in wet tropical zones. They generally have a single trunk with large leaves (**monocaulous**²), which can measure several meters in length. In terms of reproduction, most of palm trees are **dioecious plants**² meaning that their male and female flowers are on different individuals. Their fruits are **drupes**², commonly called nuts made of pulp covering hard stone. Palm trees have an important ecological role as their presence indicates wet conditions, and on account

jouent un rôle écologique important de par leur présence qui indique des conditions humides et leur capacité de brise-vent. Le nombre d'espèces de palmiers est relativement faible au Burkina Faso. Sa **flora**² naturelle en renferme seulement sept espèces à savoir *Borassus aethiopum* Mart. (le rônier à fruits jaunes, Fig. 6.7), *Borassus akeassii* Bayton, Ouédraogo & Guinko (le rônier à fruits verts, Fig. 6.9), *Calamus deerratus* Mann & Wendl. (le rotin, Fig. 6.10), *Elaeis guineensis* Jack. (le palmier à huile), *Hyphaene thebaica* (L.) Mart. (le palmier doum, Fig. 11), *Phoenix reclinata* Jacq. (le dattier sauvage) et *Raphia sudanica* A. Chev. (le palmier raphia). A côté de ces espèces il y a des espèces de palmiers introduites telles que *Cocos nucifera* L. (le cocotier) et *Phoenix dactylifera* L. (le dattier cultivé).

Le genre *Borassus* qui est le plus largement répandu avec des peuplements abondants, s'est enrichi depuis 2006 avec la description d'une nouvelle espèce à savoir *Borassus akeassii* [27]. Cette dernière qui avait été auparavant confondue à d'autres espèces constitue avec *Borassus aethiopum*, les deux espèces de rôniers présentes en Afrique de l'Ouest et particulièrement au Burkina Faso.

of their wind-breaking capacities. The number of palm tree species is relatively low in Burkina Faso. Its natural **flora**² contains only seven species, namely *Borassus aethiopum* Mart. (the yellow-fruited palmyra, Fig. 6.7), *Borassus akeassii* Bayton, Ouédraogo & Guinko (the green-fruited palmyra, Fig. 6.9), *Calamus deerratus* Mann & Wendl. (the rattan, Fig. 6.10), *Elaeis guineensis* Jack. (the oil palm tree), *Hyphaene thebaica* (L.) Mart. (the doum palm tree, Fig. 6.11), *Phoenix reclinata* Jacq. (the wild date tree) and *Raphia sudanica* A. Chev. (the raphia palm tree). Beside these species, there are introduced species of palm trees, such as *Cocos nucifera* L. (the coconut tree) and *Phoenix dactylifera* L. (the cultivated date tree).

The genus *Borassus*, which is the most widely distributed, with abundant populations, has been grown since 2006, with the description of a new species, namely *Borassus akeassii* [27]. *Borassus akeassii* – which had previously been mixed up with other species – and *Borassus aethiopum* are the two species of palmyra present in West Africa and Burkina Faso in particular.

Sur le plan **botanique**², les caractéristiques majeures qui les distinguent sont :

- Des feuilles à pétiole vert chez *B. akeassii* mais de couleur jaunâtre chez *B. aethiopum* ;
- Des inflorescences femelles ramifiées chez *B. akeassii* tandis qu'elles sont simples chez *B. aethiopum* ;
- Des fruits en forme de balle de rugby, à sommet proéminent de couleur gris-vert ou jaune-vert à maturité chez *B. akeassii* alors qu'ils sont de forme sphérique, à sommet déprimé et de couleur jaune orangé à maturité chez *B. aethiopum*.

Le rônier à fruits verts, *B. akeassii*, est typique de l'Ouest du pays où il pousse en abondance dans les régions des Hauts Bassins, des Cascades et du Sud-Ouest. Ce rônier marque particulièrement le paysage de la région de Banfora et des environs où la plante représente un important patrimoine socio-économique, exploitée principalement pour ses feuilles (Fig. 6.12) et pour sa sève qui sert de vin de palme. Les techniques locales de récolte des produits du rônier sont basées sur des stratégies durables même si l'impact de l'intensité d'exploitation est souvent remarquable sur les plants.

Le rônier à fruits jaunes se trouve dans la moitié Est du pays, notamment dans les régions de l'Est et du Centre-Sud où ses peuplements

They are **botanically**² distinguished by the following major characteristics:

- Leaves with green petioles with *B. akeassii* but which are a yellowish colour with *B. aethiopum*;
- Divided female inflorescences with *B. akeassii*, whereas they are single with *B. aethiopum*;
- Fruits in the shape of a rugby ball, with gray-green or yellow-green coloured, prominent tip when mature with *B. akeassii*, whereas they are spherical in form, with a flattened tip and yellow-orange in colour when mature with *B. aethiopum*.

The green-fruited palmyra (*B. akeassii*) is typical of the West of the country, where it grows in abundance in the Hauts Bassins, Cascades and the South-West regions. This *palmyra* is particularly present in the countryside of Banfora region and surrounding areas where the plant represents an important socio-economic asset, exploited mainly for its leaves (for basketwork, Fig. 6.12) and for its sap, which is used to make palm wine. Local techniques for collecting palmyra products are based on sustainable strategies, even though the impact of their intense exploitation is often noticeable on the plants.



6.7



6.8



6.10



6.9

Fig. 6.7: *Borassus aethiopum* en fruits.

Borassus aethiopum fruits. AOU

Fig. 6.8: *Borassus akeassii* en fruits.

Borassus akeassii fruits. AOU

Fig. 6.9: Aké Assi à côté de *Borassus akeassii* qui porte son nom. Aké Assi near *Borassus akeassii* which bears his name. ATH

Fig. 6.10: *Calamus deerratus* (le rotin).

Calamus deerratus (rattan palm). ATH

forment souvent de vastes massifs forestiers à Pama, dans le Parc National d'Arly et à Ouargaye. Dans ces localités, la principale exploitation du rônier repose sur les jeunes pousses qui sont obtenues par arrachage dans les peuplements ou par la mise en germination des fruits préalablement ramassés sous les semenciers. Les jeunes pousses sont recherchées pour leur **hypocotyle**⁹ qui est charnu et riche en amidon et qui est consommé cru ou bouilli (Fig. 6.13). Connu sous le nom de « Komboula » en langue mooré, l'hypocotyle est vendu dans tous les marchés de l'Est et alimente de plus en plus un marché régional avec le Niger et le Bénin. Cette exploitation qui prend de l'importance à cause d'une demande de plus en plus forte constitue une menace pour la régénération de l'espèce qui à moyen ou long terme peut causer sa disparition.

Le palmier à huile (*Elaeis guineensis*) dont l'aire de répartition est essentiellement dans le secteur climatique sud-soudanien burkinabé, présente également une importance socio-économique certaine. Il se rencontre fréquemment dans les régions des Hauts Bassins, des Cascades et du Sud-Ouest où il régénère bien dans les forêts galeries et dans les plaines inondables. L'huile extraite de ses fruits (noix) est consommée dans les ménages et vendue sur les marchés. Les rachis des feuilles sont utilisés dans la vannerie et l'artisanat.

The yellow-fruited palmyra is found in the eastern half of the country, particularly in the East and Center-South where the populations often form vast forested massifs, such as at Pama, in the Arly National Park and at Ouargaye. In these locations, the main usage of the palmyra is based on the young seedlings, which are obtained either by pulling off the seedlings or by the artificial production of seedlings from seeds previously picked up by the planters. The young seedlings are sought for their **hypocotyl**⁹ which is fleshy and rich in starch and which is edible (raw or boiled) (Fig. 6.13). Known by the name "Komboula" in the Mooré language, the hypocotyl is sold in all markets in the East and also supplies a regional market trading with Niger and Benin. This exploitation, which is growing due to an ever-increasing demand, represents a threat to the regeneration of the species, and, in the medium to long term, could cause its disappearance.

The oil palm (*Elaeis guineensis*), which is distributed mainly in the south Sudanian zone, is also socioeconomically important. It is frequently found in Hauts Bassins, Cascades and South-West regions, where it regenerates well in the gallery forests and in the floodplains. The oil extracted from its fruits (nuts) is

Dans certains pays comme la Côte d'Ivoire, le vin de palme est obtenu à partir de la sève de ce palmier.

Le palmier doum (*Hyphaene thebaica*) est principalement rencontré dans les régions du Nord et du Sahel. Son importance socio-économique repose sur ses fruits (Fig. 6.11) qui sont consommés par les enfants et les femmes; mais surtout sur ses feuilles qui sont utilisées en vannerie et artisanat. La sécheresse croissante de sa zone de répartition, ne lui permet pas une bonne régénération naturelle et compromet dangereusement la survie de l'espèce même dans certains oasis du Sahel.

consumed by households and sold in the markets. The rachises of the leaves are used in basketwork and the craft industry. In some countries, such as Côte d'Ivoire, palm wine is made from the sap of this species.

The doum palm (*Hyphaene thebaica*) is distributed mainly in the North and the Sahel regions. Its socioeconomic importance is based on its fruits (Fig. 6.11), which are consumed by children and women, and also on its leaves, which are used for basketwork and in the craft industry. The increasing dryness in its distribution zone does not favour the natural regeneration very well and it is dangerously threatening the survival of this species, even in certain oases in the Sahel.



6.11



6.12



6.13

Fig. 6.11: *Hyphaene thebaica* (palmier doum) en fruits. | *Hyphaene thebaica* (dour palm) with fruits. ATH

Fig. 6.12: Feuilles de *Borassus akeassii* utilisées en vannerie et artisanat. | Leaves of the *Borassus akeassii* used in basketwork and the craft industry. ATH

Fig. 6.13: Hypocotyles de jeunes pousses de *B. aethiopum* consommés bouillis. | Hypocotyls of young shoots of *B. aethiopum* consumed boiled. ATH

6.5

Les Orchidées

Adjima THIOMBIANO
Marco SCHMIDT

Généralement appelées « reine des fleurs », les Orchidées sont des plantes **monocotylédones**⁷ qui se développent sur le sol, les branches, et d'autres types de substrats spécifiques. Elles sont généralement caractérisées par la beauté de leurs fleurs, tant sur le plan morphologique que des couleurs généralement vives et attrayantes. Le nom provient du grec orchis qui signifie testicule en référence à la forme des pseudo-bulbes de certaines espèces. Avec plus de 25 000 espèces dans le monde, les Orchidées présentent une remarquable diversité surtout dans les zones bien arrosées, notamment tropicales. **Epiphytes**⁷ ou **terrestres**⁷, les Orchidées sont adaptées à des substrats difficiles grâce à la symbiose établie généralement avec les **champignons**⁷ **microscopiques**⁷. Les Orchidaceae sont caractérisées par un labelle différencié (pétale supérieur ayant subi une différenciation morphologique) les parties sexuelles soudées en une colonne appelée gynostème, un ovaire infère torsionné à

180 degrés permettant ainsi au labelle de se trouver en position inférieure. Les espèces sont principalement à **pollinisation**⁷ **entomophile**⁷, allant jusqu'à développer aussi bien des stratégies morphologiques que des leurres visuels, olfactifs et sexuels pour attirer les insectes pollinisateurs. Ces caractéristiques hautement spécialisées des Orchidées les rendent particulièrement vulnérables en cas de perturbation des conditions environnementales. Ce qui explique que les Orchidées sauvages figurent sur la liste CITES qui interdit ainsi leur exportation et commercialisation.

Proches de la famille des Liliaceae, les Orchidées présentent un nombre réduit d'étamines.

Parmi les Orchidées, celle qui est la plus connue est incontestablement la vanille qui est cultivée dans les régions tropicales. Les fleurs des Orchidées sont les plus convoitées sur le marché et sont devenues les fleurs à la mode de nos jours.

La **flore**⁷ du Burkina Faso comporte un faible nombre d'espèces d'Orchidées en raison de son contexte climatique relativement sec qui n'offre pas une grande diversité d'**habitats**⁷ pour ces dernières. En effet, affectionnant surtout les zones ombragées des formations forestières, les Orchidées se rencontrent presque exclusivement dans le domaine soudanien et spécifiquement dans le secteur sud-

Orchids

Generally known as the "queen of flowers", orchids are **monocotyledonous**⁷ plants which grow on soil, branches and other specific types of substrate. They are generally characterized by the beauty of their flowers, both morphologically and of their bright and attractive colours. The name comes from the Greek 'orchis' which means 'testicle', in reference to the shape of the pseudobulbs of certain species. With more than 25 000 species worldwide, orchids demonstrate a remarkable diversity, especially in well-watered zones, particularly tropical ones. Either epiphytic or **terrestrial**⁷, orchids have adapted to difficult substrates due to a symbiosis established generally with **microscopic**⁷ **fungi**⁷. Orchidaceae are characterized by a differentiated labellum (the upper petal having undergone a morphological differentiation), their sexual parts fused in a single column known as a gynostem, an inferior ovary twisted to

180 degrees, thus allowing the labellum to be in the lower position. The species are mainly of **entomophilous**⁷ **pollination**⁷, and go as far as developing both morphological strategies and visual, olfactory and sexual illusions to attract pollinating insects. These highly specialized characteristics of orchids make them particularly vulnerable in the event of disruption to environmental conditions. This explains why wild orchids appear on the CITES list, which prohibits the export and marketing of them.

Close to the Liliaceae family, orchids have a reduced number of stamens. Of the orchids, the most well-known is undoubtedly the vanilla orchid, which is grown in tropical regions. The flowers of the orchid are the most coveted on the market and have become fashionable flowers of our time.

The **flora**⁷ of Burkina Faso includes only a few species of orchid due to its relatively dry climatic conditions, which do not offer a great diversity of **habitats**⁷ for them. In fact, as the local species prefer above all the shaded zones of forest formations, orchids are found almost exclusively in the Sudanian zone and specifically in the southern Sudanian sector. Nearly all of the species inventoried have been found in protected areas. The flora of

soudanien. La quasi-totalité des espèces recensées l'ont été dans les aires protégées. La flore du Burkina Faso renferme à ce jour sept genres et 15 espèces d'Orchidées qui sont : *Brachycorythis macrantha*, *Calyptrochilum christyanum*, *Calyptrochilum emarginatum*, *Eulophia cucullata*, *Eulophia cristata*, *Eulophia guineensis*, *Habenaria procera*, *Habenaria zambesina*, *Nervilia adolphi*, *Nervilia bicarinata*, *Nervilia crocififormis*, *Nervilia fuerstenbergiana*, *Nervilia simplex*, *Oeceoclades maculata* et *Polystachya golungensis*.

Les Orchidées sont très peu connues des burkinabè, ce qui explique le manque d'intérêt au niveau des populations locales. En effet, en dehors de la teinture, très peu d'usages des Orchidées ont été relevés. Pourtant certaines espèces pourraient être utilisées en horticulture au regard de la beauté de leurs fleurs en lieu et place d'espèces exotiques⁷.

Burkina Faso currently includes seven genera and 15 species of orchids, as follows: *Brachycorythis macrantha*, *Calyptrochilum christyanum*, *Calyptrochilum emarginatum*, *Eulophia cucullata*, *Eulophia cristata*, *Eulophia guineensis*, *Habenaria procera*, *Habenaria zambesina*, *Nervilia adolphi*, *Nervilia bicarinata*, *Nervilia crocififormis*, *Nervilia fuerstenbergiana*, *Nervilia simplex*, *Oeceoclades maculata* and *Polystachya golungensis*.

The people of Burkina Faso are not very familiar with orchids, which explains the lack of interest in them by the local populations. In fact, apart from dyes, very few uses of orchids have been discovered. However, certain species could be used in horticulture, due to the beauty of their flowers, instead of exotic species⁷.



6.14



6.15



6.16



6.17

Fig. 6.14: *Calyptrochilum christyanum* ATH

Fig. 6.15: *Habenaria zambesina* ATH

Fig. 6.16: *Eulophia guineensis* MSC

Fig. 6.17: *Oeceoclades maculata* MSC

6.6

Les Loranthaceae

Joseph I. BOUSSIM

Toutes les Loranthaceae sont des plantes **parasites**[?] comme l'est le gui européen (*Viscum album* L.), d'où le nom commun employé pour désigner les différents genres et leurs espèces : les guis d'Afrique [27]. La famille des Loranthaceae regroupe 950 espèces de plantes réparties en 77 genres [28] qui vivent en **hémiparasites**[?] sur d'autres végétaux dans les régions tropicales et tempérées du monde avec une prédilection pour l'hémisphère sud.

Les Loranthaceae sont disséminées par des oiseaux **frugivores**[?] qui consomment la pulpe de la baie. La graine abandonnée par l'oiseau germe directement sur la branche de la plante hôte qui est une **dicotylédone**[?] ligneuse. Contrairement au gui d'Europe, le développement des Loranthaceae est rapide et le cycle biologique peut être bouclé en six mois [2] (Fig. 6.18).

Les Loranthaceae, ou gui africains, causent d'importants dégâts dans les formations naturelles et les plantations de cacaoyer, de

caféier, d'hévéa, de colatier et d'agrumes de nombreux pays africains (Cameroun, Côte d'Ivoire, Gabon, Ghana, Mali, Nigeria, Ouganda) ([2], [30], [31], [32]) et du monde. Certains auteurs ([2] et [33]) ont révélé qu'environ 95 % des pieds de karité du Mali et du Burkina Faso sont parasités par 5 espèces de Loranthaceae. Les dégâts vont de l'affaiblissement (vulnérabilité aux attaques **fon-giques**[?] ou au stress hydrique) à la mort de l'arbre.

Au Burkina Faso, les Loranthaceae, qui réunissent quatre genres (*Agelanthus*, *Englerina*, *Globimetula*, *Tapinanthus*) et six espèces (*A. dodoneifolius*, *E. lecardii*, *G. cupulata*, *T. bangwensis*, *T. globiferus* et *T. ophiodes*) sont observées sur 160 espèces d'arbres, d'arbustes et de lianes de tous les milieux écologiques du pays. De ces espèces, *Agelanthus dodoneifolius* et *Tapinanthus globiferus* présentent beaucoup plus d'intérêt économique et écologique à cause de leur fréquence, l'étendue de leur distribution, leur action sur l'hôte et leur utilisation en pharmacopée.

Agelanthus dodoneifolius (DC) Polh. et Wiens

Au Burkina Faso, le genre *Agelanthus* est représenté par la seule espèce **ubiquiste**[?] *A. dodoneifolius* (Gui africain en Français et Welba en Mooré).

Loranthaceae

All Loranthaceae are **parasitic**[?] plants like the European mistletoe (*Viscum album* L.), hence the common name used to designate the various genera and their species: African mistletoe [27]. The Loranthaceae family contains 950 plant species distributed between 77 genera [28] which live as **hemiparasites**[?] on other plants in the tropical and temperate regions of the world, predominantly in the southern hemisphere.

The Loranthaceae are dispersed by **frugivorous**[?] birds, which consume the pulp of the fruit. The seed abandoned by the bird germinates directly on the branch of the host plant, which is a **ligneous**[?] **dicotyledon**[?]. Unlike that of European mistletoe, Loranthaceae develop rapidly and the biological cycle can be completed in six months [2] (Fig. 6.18). The Loranthaceae, or African mistletoe, causes considerable damage to the natural formations and plantations of cacao, coffee, hevea, cola and

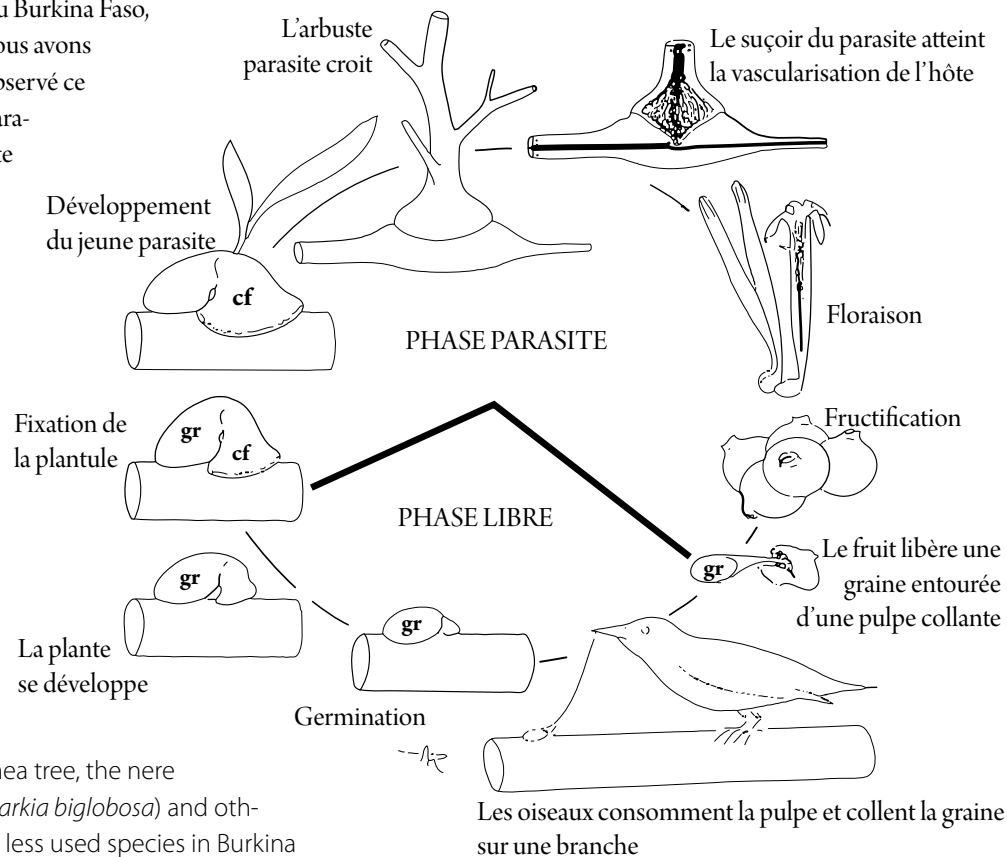
citrus trees of many African countries (Cameroon, Côte d'Ivoire, Gabon, Ghana, Mali, Nigeria, Uganda) ([2], [30], [31], [32]) and worldwide. Some authors ([2] and [33]) have revealed the fact that approximately 95 % of the shea trees of Mali and Burkina Faso are parasitized by 5 species of Loranthaceae. The damage ranges from a weakening (vulnerability to **fungi**[?] or hydric stress) to death of the tree. In Burkina Faso, the Loranthaceae, which are represented by 4 genera (*Agelanthus*, *Englerina*, *Globimetula*, *Tapinanthus*) and 6 species (*A. dodoneifolius*, *E. lecardii*, *G. cupulata*, *T. bangwensis*, *T. globiferus* and *T. ophiodes*) are observed on 160 species of tree, shrub and liana from all of the country's ecological environments. Of these species, *Agelanthus dodoneifolius* and *Tapinanthus globiferus* have much more economic and ecological interest due to their frequency, the extent of their distribution, their action on the host and their use in pharmacopoeia.

Agelanthus dodoneifolius (DC) Polh. and Wiens

In Burkina Faso, the genus *Agelanthus* is only represented by the **ubiquitous**[?] species *A. dodoneifolius* (African Mistletoe or Welba in the Mooré language). This is a major parasite of the

C'est un parasite majeur du karité (*Vitellaria paradoxa*), du néré (*Parkia biglobosa*) et d'autres espèces moins utiles au Burkina Faso. Son aire de distribution couvre tout le territoire. On la trouve partout, sauf dans les centres urbains et dans les endroits sans formation arborescente. Bien connue par les populations sous tous ses aspects (**botanique**[?], biologique, pathologique, thérapeutique), elle fait des ravages, particulièrement sur le karité, dans toutes les régions du pays où cette espèce pousse (voir Fig. 6.19, carte de distribution). Dans certaines zones du sud à peuplement bien étendu, le taux d'attaque avoisine les 100 % ([2] & [31]). Il est fréquent d'observer plus d'une centaine de touffes par arbre, lequel est voué à mourir à brève échéance.

Au Burkina Faso, nous avons observé ce parasite



shea tree, the nere (*Parkia biglobosa*) and other less used species in Burkina Faso. Its distribution zone covers the entire country. It is found everywhere except in urban centers and in places lacking arborescent formations. It is well known to the populations in all its aspects (**botanical**[?], biological, pathological, therapeutic) and ravages the Shea tree in particular, in all regions of the country where this species grows (see Fig. 6.19, distribution map). In some southern zones with extensive plant populations, the rate of attack is close to 100 % ([2] & [31]). It is common to observe more than a hundred clusters per tree,

sur 62 espèces et 24 familles. Ce parasite a un comportement héliophile, il se fixe généralement sur les rameaux à la périphérie du houppier de l'hôte.

Tapinanthus globiferus (A. Rich.) Danser

Tapinanthus globiferus est parmi les Loranthaceae les plus communes du Burkina Faso. Son aire de distribution couvre tout le territoire où elle parasite de plus de 140 espèces et 40 familles de plantes (Fig. 6.20). Elle constitue avec *Agelanthus dodoneifolius*, un fléau pour le karité en Afrique de l'ouest, particulièrement au Burkina et au Mali ([2] & [33]).

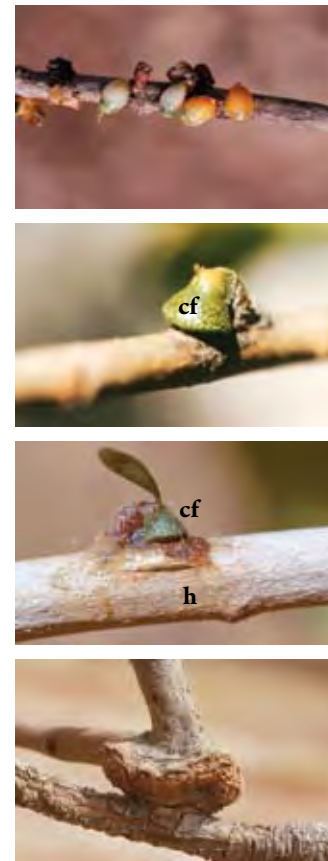


Fig. 6.18: Cycle biologique des Loranthaceae d'après Dembélé et al. [29]; cf = cône de fixation, h = hôte, gr = graine. The biological cycle of Loranthaceae according to Dembélé et al. [29]; cf = fixation cone, h = host, gr = grain. JBO

which is doomed to die. In Burkina Faso, we have observed this parasite on 62 species and in 24 families. This parasite has heliophilic behavior; it generally settles to the branches at the periphery of the crown of the host tree.

Tapinanthus globiferus (A. Rich.) Danser

Tapinanthus globiferus is among the most common Loranthaceae species in Burkina Faso. Its distribution zone covers the entire

LES UTILISATIONS DES LORANTHACEAE

Les Loranthaceae sont beaucoup utilisées en pharmacopée, surtout dans le milieu rural. La thérapeutique varie avec la plante hôte. Une Loranthaceae sur *Tamarindus indica* ne soignerait pas la même maladie qu'une Loranthaceae récoltée sur *Piliostigma reticulatum*.

Parmi les maladies traitées par les tradipraticiens et les vendeurs des plantes médicinales dans lesquelles intervient *A. dodoneifolius*, il y a l'hypertension artérielle, le diabète, le choléra, la coqueluche, le marasme chez les enfants. Les Loranthaceae sont également utilisées par les bergers comme fourrage frais en saison sèche. Au Niger, les jeunes feuilles fraîches de *Tapinanthus globiferus* serviraient à préparer une sauce.

LES PLANTES HOTES DES LORANTHACEAE AU BURKINA FASO

La spécificité parasitaire n'est pas courante chez les Loranthaceae. Seuls certains membres de cette famille semblent ne parasiter qu'un nombre restreint d'espèces. Au Burkina Faso, *Englerina* est inféodé aux Combretaceae, tandis que *Globimetula* parasite préférentiellement *Parinari curatellifolia*. *Agelanthus* et *Tapinanthus* par contre, parasitent presque toutes les espèces ligneuses, autochtones ou

country, where it infests over 140 species and 40 plant families (Fig. 6.20). Together with *Agelanthus dodoneifolius*, it represents a plague for the shea tree in West Africa, particularly in Burkina Faso and in Mali ([2] & [33]).

introduites. Nous avons récolté *Agelanthus dodoneifolius*, *Tapinanthus bangwensis*, *T. globiferus* et *T. ophiodes* sur un total de 159 espèces ligneuses et sous-ligneuses réparties dans 94 genres et 42 familles. On note des Loranthaceae parmi les plantes hôtes. L'hyperparasitisme est courant chez cette famille.

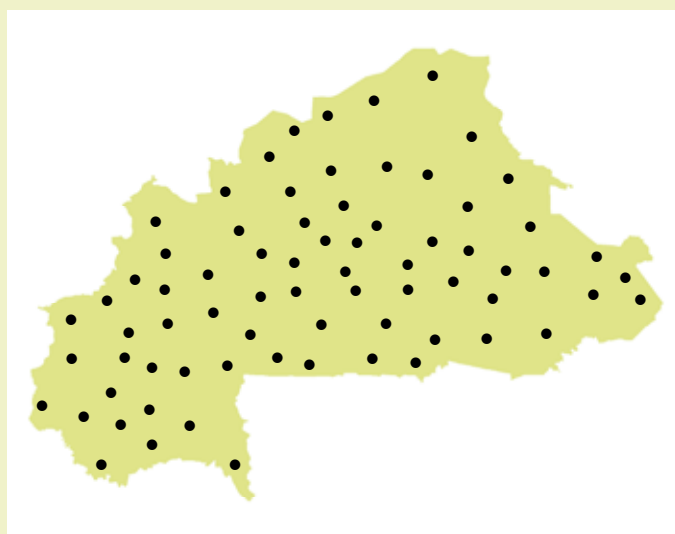
METHODES DE LUTTE CONTRE LES LORANTHACEAE

La lutte contre les Loranthaceae peut se faire de façon préventive ou curative. Dans le premier cas, les techniques utilisées tendent à empêcher l'installation du parasite. Par contre, la lutte curative permet de détruire le parasite lorsqu'il est déjà installé. Mais quand l'infestation concerne une grande étendue comme le cas des Loranthaceae au Burkina Faso, il est évident que la destruction **systématique**⁷ des parasites ne peut raisonnablement pas être envisagée pour avoir des résultats durables. Aussi, une méthode de lutte efficace consisterait à défavoriser l'implantation des parasites sur leurs hôtes en jouant sur la population des oiseaux disséminateurs. Mais cette méthode demande plus d'investigations et de moyens. Aussi la méthode de lutte couramment appliquée actuellement reste la destruction manuelle des touffes de parasites. Une bonne pratique de cette

THE USES OF LORANTHACEAE

The Loranthaceae are extensively used in pharmacopoeia, especially among rural populations. The therapy varies depending on the host plant. A Loranthaceae from *Tamarindus indica* does

Fig. 6.19: *Agelanthus dodoneifolius* (DC) Polh. et Wiens et sa distribution au Burkina Faso. *Agelanthus dodoneifolius* (DC) Polh. and Wiens and its distribution in Burkina Faso.



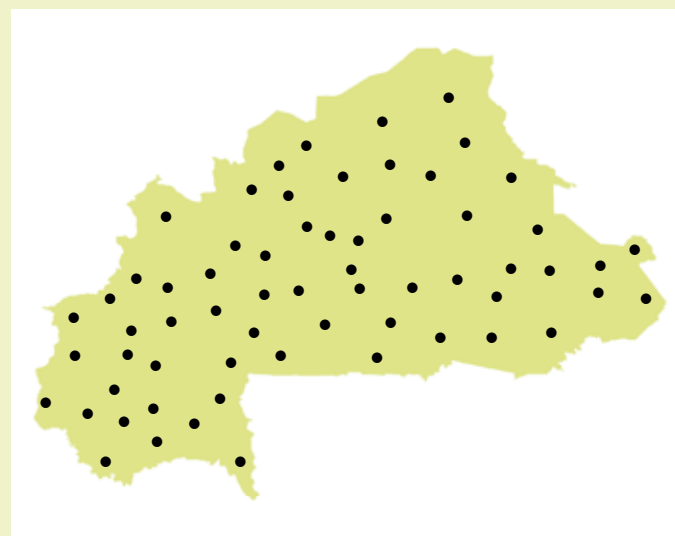


Fig. 6.20: *Tapinanthus globiferus* (A. Rich.) Danser et sa distribution au Burkina Faso.
Tapinanthus globiferus (A. Rich.) Danser and its distribution in Burkina Faso.

méthode consiste à couper le rameau de l'hôte en amont du point d'insertion du parasite afin d'assurer l'élimination de l'**haustorium**[?]. La simple suppression des tiges épargne cet organe qui reconstitue en quelques mois de nouvelles touffes de Loranthaceae.

not treat the same illness as a Loranthaceae from *Piliostigma reticulatum*. Some diseases treated by indigenous healers and medicinal hawkers using *A. dodoneifolius*, are: high blood pressure, diabetes, cholera, whooping cough and children apathy. The Loranthaceae are also used by shepherds as fresh fodder during the dry season. In Niger, the young, fresh leaves of *Tapinanthus globiferus* are used to prepare a sauce.

HOST PLANTS OF LORANTHACEAE IN BURKINA FASO

Parasitic specificity is not common among Loranthaceae. Only certain members of this family appear to parasitize only a limited number of species. In Burkina Faso, *Englerina* is bound to Combretaceae, whereas *Globimetula* parasitizes *Parinari curatellifolia* preferentially.

Agelanthus and *Tapinanthus* on the other hand, parasitize nearly all woody species, whether native or introduced. We have collected *Agelanthus dodoneifolius*, *Tapinanthus bangwensis*, *T. globiferus* and *T. ophiodes* on a total of 159 woody and sub-woody species distributed among 94 genera and 42 families. Some Loranthaceae species are among the host plants. Hyperparasitism is common in this family.

METHODS OF COMBATING LORANTHACEAE

The fight against Loranthaceae can be done preventatively or curatively. In the first case, the techniques used tend to prevent the parasite from settling. In the second case, the curative approach destroys the parasite once it is already settled. However, when the infestation involves a large area (case of Burkina Faso), it is evident that the **systematic**[?] destruction of the parasites cannot reasonably be considered with sustainable results. Furthermore, an efficient combative method would reduce the settling of the parasites by controlling the population of birds. However, this method requires more investigation and resources. The combative method currently applied remains the manual destruction of parasite clusters. A good practice of this method consists in cutting the branch off the host above the point at which the parasite has settled, in order to ensure elimination of the **haustorium**[?]. Mere removal of the stalks saves this organ, which, within a few months, grows new clusters of Loranthaceae.

6.7

***Adansonia digitata* L.
(le Baobab)**

Adjima THIOMBIANO

Connu sous son nom local mooré de « Toèga », le baobab est une espèce qui marque les paysages soudano-sahéliens. L'espèce se présente généralement sous forme d'arbre à port caractéristique au regard du tronc énorme, atteignant quelquefois 7 m de diamètre et souvent creux, aux branches robustes et tortueuses, généralement étalées. L'écorce est lisse, gris argenté à violacé, épaisse et fibreuse, à tranche marbrée de rouge et de blanc. Rameaux gris légèrement pubescents et devenant glabres. Feuilles alternes, composées digitées, à 5-7 folioles sessiles ou presque, longuement pétiolées, glabres ou presque. Les fleurs sont solitaires, pendantes, à corolle blanche à cinq pétales qui se recourbent vers le haut en dégageant les étamines et le stigmate. La fécondation des fleurs est assurée par les chauves-souris. Le fruit appelé « pain de singe » est une capsule indéhiscente comportant une pubescence dense tout autour. Les graines sont entourées d'une pulpe farineuse et de fibres.

***Adansonia digitata* L.
(Baobab)**

Known by its local Mooré name of "Toèga", the baobab is a species which marks the Sudano-Saharan landscape. The species is generally found in the form of a tree with a characteristic habit in terms of its enormous trunk, which sometimes reaches 7 m in diameter and is often hollow, with robust and twisted branches, generally spread out. Its bark is smooth, silvery gray to purplish blue, thick and fibrous, with a mottled red and white cross-section. It has gray, slightly pubescent branches, which become smooth. Alternate, composed, digitate leaves, with 5-7 sessile or quasi sessile leaflets, with long petioles, smooth or quasi smooth.

The flowers are solitary, pendant, with a white corolla with five petals which curve towards the top to reveal the stamens and the stigma. The flowers are pollinated by bats. The fruit (known as "monkey bread") is an indehiscent capsule surrounded by a

ECOLOGIE

Adansonia digitata se rencontre dans toutes les zones **phytogéographiques**² du Burkina Faso mais les peuplements les plus importants sont rencontrés dans le secteur sub-sahélien. L'espèce affectionne les sols argileux, quelquefois tassés et indique très souvent une présence ancienne de l'Homme.

IMPORTANCE SOCIO-ECONOMIQUE

Le baobab est une espèce totalement ancrée dans les meurs des populations africaines notamment burkinabé et fait partie des espèces les plus sollicitées dans presque tous les domaines. Les feuilles, riches en oligo-éléments, sont utilisées dans la sauce à l'état frais ou sec. La pulpe des fruits est très sollicitée dans plusieurs recettes de boisson. Elle est en outre consommée en nature. Par ailleurs, la coque du fruit réduite en cendre constitue un succédané de sel. En pharmacopée l'écorce est sollicitée contre la toux, le paludisme, les inflammations du tube digestif, la carie dentaire. Sur le plan culturel le baobab occupe incontestablement une place importante dans les rites culturels de certains groupes ethniques. L'écorce est également sollicitée pour les cordages et le tronc quelquefois creux est souvent utilisé comme abri ou grenier.

dense pubescence. The seeds are surrounded by a floury pulp and fibers.

ECOLOGY

Adansonia digitata is found in all **phytogeographical**² zones of Burkina Faso but the largest populations are found in the sub-Saharan sector. The species has an affinity for clayish, sometimes packed soils and very often indicates the former presence of humans.

SOCIOECONOMIC IMPORTANCE

The baobab is a species which is totally anchored in the customs of the African populations, in particular the people of Burkina Faso, and is one of the most sought after species in nearly all zones. The leaves, rich in trace elements, are used in sauces, in both fresh and dried form. The pulp of the fruit is very sought after in several drink recipes. It is also consumed in nature. The husk of the fruit, reduced to ash, provides a substitute for salt.

In pharmacopoeia, the bark is used to treat coughs, malaria, inflammations of the digestive tract and dental caries. Culturally,

Au regard de son importance socio-économique incontestable et du vieillissement de ses populations dans certaines zones climatiques, il n'est plus rare de rencontrer des plantations à base d'*Adansonia digitata* dans certains villages du Burkina Faso. Par ailleurs, dans le cadre des activités agricoles l'espèce bénéficie d'une protection dans les champs au même titre que le karité et le néré, toute chose qui permet sa conservation. Toutefois, on note quelquefois une surexploitation de l'espèce engendrant ainsi une baisse de la productivité. Dans le cadre de la valorisation des produits forestiers non ligneux⁹ (PFNL), le baobab occupera certainement une place centrale au regard des nombreuses sollicitudes de ses feuilles, fruits et écorce. Une exploitation rationnelle de l'espèce s'impose pour garantir la production fruitière et le maintien de l'équilibre des populations.

the baobab indisputably occupies a very important place in the cultural rites of certain ethnic groups.

The bark is also sought after for string/rope and the trunk, which is sometimes hollow, is often used for shelter or as a granary.

In terms of its indisputable socioeconomic importance and the aging of its populations in certain climatic zones, it is no longer rare to find plantations based on *Adansonia digitata* in some villages in Burkina Faso. Furthermore, in terms of agricultural activities, the species benefits in protection in the field, like the shea tree and the Nere, which helps its conservation. However, we can sometimes see over-exploitation of the species, leading to a reduction of its productivity. In terms of the valorization of non-timber forest products (NTFP), the baobab certainly occupies a central place due to the high demand for its leaves, fruit and bark. Rational exploitation of the species is necessary in order to guarantee its fruit production and maintain a balanced population.



6.21



6.22



6.23

Fig. 6.21: Port. | Habit. ATH

Fig. 6.22: Fleur. | Flower. ATH

Fig. 6.23: Fruits. | Fruits. ATH

6.8

Guibourtia copallifera Benn. (Caesalpiniaceae) : une espèce guinéenne relique

Assan GNOUMOU
Adjima THIOMBIANO

L'ARBRE

Guibourtia copallifera ou « le copalier de Guinée » est un arbuste ou arbre de 4 à 30 m de haut, portant souvent à sa base de petits **contreforts**⁷. Le tronc est lisse à tranche rouge foncé. Les feuilles sont alternes, **bifoliolées**⁷, coriaces et brillantes sur la face supérieure. La floraison se fait entre la fin de la saison pluvieuse en octobre et le début de la saison sèche en décembre suivie de la fructification entre décembre et avril. Les inflorescences en racèmes axillaires, portent des fleurs blanches. Les fruits sont des **gousses**⁷ aplaties et indéhiscentes contenant une à deux graines. Il exsude de la résine de façon naturelle ou artificielle surtout après écorçage du tronc.

Guibourtia copallifera Benn. (Caesalpiniaceae): a Guinean relic species

THE TREE

Guibourtia copallifera "Guinean copal tree" is a shrub or tree of 4 to 30 m high, often plank-buttressed at its base. The bark is smooth with a reddish cross-section. The leaves are alternate, **bifoliate**⁷, coriaceous and shiny on their upper side. Their flowers appear between the end of the rainy season in October and the beginning of the dry season in December, and then the species bear its fruits between December and April. Its inflorescences are in axillary racemes and they bear white flowers. The fruit is flat, indehiscent **pods**⁷ containing one or two seeds. It exudes naturally resin or artificially after making an incision in the bole.

L'ÉCOLOGIE DE L'ESPECE

Guibourtia copallifera est une espèce qui a une affinité **phytogéographique**⁷ liée aux forêts denses humides Guinéo-Congolaises. Elle est donc qualifiée d'espèce guinéenne. Sa présence a été signalée dans six pays en Afrique de l'Ouest, que sont le Sénégal, la Guinée, le Mali, la Côte d'Ivoire, le Nigéria et le nord Bénin [34] puis récemment le Burkina Faso.

Au Burkina Faso, l'espèce se retrouve au sud-ouest, dans les localités de Tourni, Temba et Folonzo. Elle pousse sur deux types de sols différents que sont les Cambisols plinthiques et Leptosols lithiques. Les peuplements se présentent sous forme d'îlots de forêts denses humides sur des bas glacis à proximité de fleuves permanents et sous forme arbustive ou arborée dans des collines rocheuses présentant un écoulement d'eau temporaire ou enclavé.

LES USAGES

G. copallifera présente de multiples usages pour les populations locales au Burkina Faso. Avec un bois dur et résistant, l'espèce est utilisée dans la construction des maisons et dans la confection des manches d'outils. Les feuilles et l'écorce sont très utilisées dans la pharmacopée (font baisser la fièvre chez les enfants, utilisées dans

ECOLOGY OF THE SPECIES

Phytogeographically⁷, *Guibourtia copallifera* occurs in the Guinean-Congolese's rain forests. It can therefore be classified as a Guinean species. Its presence has been reported in six West African countries, which are Senegal, Guinea, Mali, Côte d'Ivoire, Nigeria and north Benin [34], and more recently, Burkina Faso. In Burkina Faso, the species is found in the south-west, in the localities of Tourni, Temba and Folonzo. It grows on two different types of soil: Plinthic Cambisols and Lithic Leptosols. The populations occur in the form of patches of rain forests on low glacis close to permanent rivers and in woodland form in rocky hills with temporary waterfall or waterlogged.

USES

G. copallifera is very useful for many purposes by local people in Burkina Faso. The wood (hard-wearing and resistant) is used in building houses and manufacturing of tool handles. The leaves and bark are extensively used in pharmacopoeia. They are used to treat children's fever and to make a diagnosis of the benign diseases, also as astringent and dysentery treatment. The leaves have disinfecting properties, and are used to treat wounds

le diagnostic des maladies bénignes, astringente et soignent la dysenterie). Les feuilles sont désinfectantes, traitent les plaies et les ulcères.

La résine est très convoitée pour le collage des ustensiles (pots, canaris, seaux ...). Cette résine (la plus utilisée des copaliers Africains) était recherchée pour le vernissage et l'enrobage des pilules en pharmacie [34]. L'espèce a de nombreux usages mystiques.

ETAT DE L'ESPECE AU BURKINA FASO

Une étude menée en 2009 sur la structure des peuplements de *G. copallifera* a permis d'apprécier la dynamique de l'espèce. La distribution des individus en classes de diamètre (DBH \geq 5 cm) montre que les peuplements ont une bonne tendance progressive dans leurs milieux. Toutefois, il convient de signaler que ces formations connaissent une régression graduelle en termes de superficie, ce qui pourrait entraîner à moyen terme la disparition des peuplements. La régénération naturelle se fait par semis et rejets de souches. Le diagnostic de l'état de l'espèce a été fait suivant le degré de protection des sites; dans une aire protégée (Forêt classée et réserve partielle de faune² de la Comoe-Léraba) et sur des sites non protégés (Tourni et Temba). Les différences majeures au niveau de certains

and ulcers. Its highly-coveted resin is used to fill up the holes of worn utensils (pots, earthenware drinking jars, buckets...). This resin (the most widely used of the African copal resins) was sought after for the varnishing and coating of pharmaceutical pills [34]. The species has numerous mystical uses.



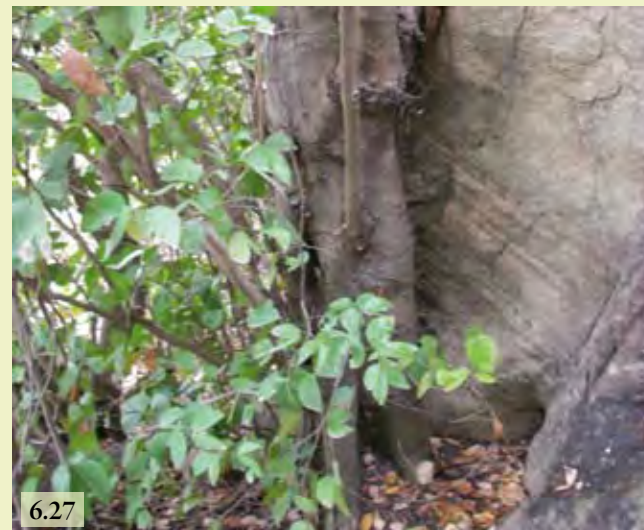
6.24



6.25



6.26



6.27

Fig. 6.24: Résine de *G. copallifera*.

Resin of *G. copallifera*. AGN

Fig. 6.25: Exsudation naturelle de la résine de *G. copallifera*.

Natural exudation of *G. copallifera*. AGN

Fig. 6.26: Rameau feuillé de *G. copallifera*.

A foliated branch of *G. copallifera*. ATH

Fig. 6.27: Rejets de souche après coupe d'un individu de *G. copallifera*.

Stool shoots after cutting of *G. copallifera*. AGN

Tab. 6.8: Comparaison des caractéristiques des peuplements de *G. copallifera* en fonction du statut de protection.
Comparison of *G. copallifera* populations' characteristics according to the level of protection.

	Densité indivs/ha Density of indivs/ha	Surface terrière m ² /ha Basal area m ² /ha	Individus multicolts (%) Multi-stem individuals (%)	Type de végétation Vegetation type
Aire protégée Protected areas	991	327,13	2,06-56,41	Îlots de forêts denses Island of rain forest
Site non protégé Non-protected area	355	12,8	44,73-62,50	Savanes arbustives et arborées Savanna-woodland

paramètres (Tab. 6.8) révèlent clairement que la protection joue un rôle capital dans la conservation de l'espèce. Ces différences laissent voir clairement que l'aire protégée est le lieu refuge des peuplements de *G. copallifera*.

Fig. 6.28: Forêt de *G. copallifera*. | Forest of *G. copallifera*. ATH



STATUS OF THE SPECIES IN BURKINA FASO

A survey carried out in 2009 on the structure of the populations of *G. copallifera* permitted us to assess the dynamics of the species. The structure of the diameters size class distribution (DBH \geq 5 cm) reflects an excellent population dynamic in their ecosystems⁷. However, it should be noted that these populations are under pressure regarding their habitat. This pressure could lead to the disappearance of the populations in the near future.

Natural regeneration is assured by seedling and sprouting. An analysis of the species dynamic's was performed according to two levels of protection of the sites; in a protected area (the Comoe-Léraba Classified forest and partial wildlife reserve) and in non-protected sites (Tourni and Temba). The main differences between the parameters (Tab. 6.8) clearly indicate that protection has a capital importance in the conservation of this species.

These differences clearly show that the protected area is a refuge for the populations of *G. copallifera*.

6.9

***Dialium guineense* Willd. ou tamarin noir d’Afrique ou Mag-pussa en mooré**

Assan GNOUMOU
Adjima THIOMBIANO

L’ARBRE

Dialium guineense Willd. (Caesalpiniaceae), est un arbre de 8 à 20 m de haut que l’on retrouve principalement le long des galeries forestières du secteur sud-sudanian du Burkina Faso. Le tronc est lisse, grisâtre, à tranche rougeâtre exsudant parfois une gomme rouge [35]. Les feuilles sont alternes, imparipennées avec 5-7 folioles opposées. La floraison a lieu dans la seconde moitié de la saison sèche [35]. Les inflorescences sont en panicules terminales plus ou moins lâches pouvant atteindre 30 cm de long. Les fruits sont globuleux aplatis, indéhiscent, la surface est veloutée brun noirâtre, contenant une à deux graines. Les graines sont entourées d’une pulpe farineuse rougeâtre, sucrée et légèrement acidulée.

Dialium guineense* Willd. or black tamarind of Africa or Mag-pussa in Mooré*TREE**

Dialium guineense Willd. (Caesalpiniaceae) is a tree measuring from 8 to 20 m in height, found mainly along the riparian forests of the south Sudanian zone of Burkina Faso. The bole is smooth, grayish in color, with a reddish cross-section, sometimes exuding a red rubber [35]. The leaves are alternate and imparipinnate with 5-7 leaflets arranged opposite each other. It flowers in the second half of the dry season [35]. The inflorescences are in somewhat slack terminal panicle which can be up to 30 cm long. The fruits are globular but flattened, indehiscent, with a velvety, blackish brown surface, and contain one to two seeds. The seeds are surrounded by a reddish, floury pulp, which is sweet and slightly acidulous to the taste.

ÉCOLOGIE DE L’ESPECE

L’espèce est le plus souvent rencontrée dans les zones humides ou les zones à microclimat moins rude (lisière de forêt, galerie forestière, berges des rivières, forêt dense humide). Elle a une affinité guinéenne, guinéo-congolaise et soudano-guinéenne. La distribution de l’espèce s’étend surtout le long des pays côtiers en Afrique de l’ouest du Sénégal au Cameroun.

Au Burkina Faso l’espèce se rencontre dans les régions du Sud-Ouest et du Sud-Est. Très peu de personnes sont avisées de l’existence de l’espèce au Burkina Faso. En effet, comme le nom local en mooré l’indique bien, les populations penseraient que les fruits proviendraient exclusivement de la Mecque, ce qui du reste, n’est pas fondé. L’espèce trouve refuge dans les forêts galerie de quelques aires protégées comme le parc d’Arly, les forêts classées du Kou et de la Comoé-Léraba. Les peuplements les plus denses de l’espèce se rencontrent dans les galeries forestières, le long des cours d’eau permanents de la Comoé et de la Léraba, sur des sols **hydromorphes**⁷.

LES USAGES

Les fruits de *Dialium guineense* bien connus sous le nom local mooré de « Mag-pussa », sont très appréciés par les populations. Riches

ECOLOGY OF THE SPECIES

The species is most often found in wet zones or zones with a less harsh microclimate (at the edge of a forest, in a gallery forest, river banks, rain forest). It has a Guinean, Guineo-Congolese and Sudano-Guinean affinity. The species is distributed in particular throughout the coastal countries of West Africa, from Senegal to Cameroon.

In Burkina Faso, the species is found in the South West and South East regions. Very few people are aware of the existence of this species in Burkina Faso. In fact, as the local Mooré name suggests, the populations appear to believe that the fruits come only from Mecca, which, in any case, is not true. The species have refuges in the riparian forests of a few protected areas, such as the Arly National Park and the classified forests of Kou and Comoé-Léraba. The densest populations of the species are found in riparian forests, along the permanent rivers of Comoé and Léraba and on gley soil.

USES

The fruits of *Dialium guineense* are well known by the local name in Mooré “Mag-pussa”. They are well appreciated by the

en vitamines et en oligo-éléments, ils ont un goût acidulé-sucré. La pulpe est souvent utilisée dans les boissons quotidiennes des populations locales ou directement consommée en nature. Elle est particulièrement recherchée pendant les périodes de jeûne. Les fruits vendus sur le marché sont pour la plupart importés de la Côte d'Ivoire et du Ghana.

Les feuilles, l'écorce et les fruits sont utilisés en pharmacopée. Le bois est aussi utilisé dans la confection des manches d'outils. En raison de son **habitat**⁷ assez particulier (formations forestières) et au regard de la baisse de la pluviométrie, les peuplements de *Dialium guineense* pourraient être soumis à une régression drastique dans les prochaines décennies.

population. Rich in vitamin and in trace elements, they have an acidulous and sweet taste. The pulp is often used in the daily drinks of the local populations or consumed directly. It is particularly sought after during fasting periods. The fruits - sold in markets - are mostly imported from Côte d'Ivoire and Ghana. Its leaves, bark, and fruits are used in pharmacopoeia. The wood is also used by the populations to manufacture handles for tools. Considering the specific habitat (in forest communities) and the decreasing rainfall, the populations of *Dialium guineense* could be subject to drastic regression in the coming decades.



6.29



6.30



6.31

Fig. 6.29: Les fruits de *Dialium guineense*. | Fruits of *Dialium guineense*. ATH

Fig. 6.30: Pulpe comestible de *Dialium guineense*. | Pulp of *Dialium guineense*. ATH

Fig. 6.31: Rameau feuillé de *Dialium guineense*. | A foliated branch of *Dialium guineense*. ATH

DISTRIBUTION DE QUELQUES ESPECES D'IMPORTANCE NATIONALE

6.10 *Herbacées*

Adjima THIOMBIANO

Marco SCHMIDT

Alexander ZIZKA

Konstantin KÖNIG

Blandine M.I. NACOULMA

Andropogon chinensis, *A. gayanus*, *A. pseudapricus* (A, ATH), *Aristida kerstingii* (B, MSC), *Aristida mutabilis*, *Cassia obtusifolia*, *Corchorus tridens*, *Ctenium elegans*, *C. newtonii* (C, MSC), *Cymbopogon giganteus*, *C. schoenanthus*, *Eragrostis tremula*, *Hyparrhenia involucreta*, *Loudetia simplex*, *Panicum laetum* (D, ATH), *Schizachyrium sanguineum*, *Schoenefeldia gracilis*, *Sporobolus pyramidalis*



DISTRIBUTION OF SOME SPECIES OF NATIONAL IMPORTANCE

Herbs

Andropogon chinensis, *A. gayanus*, *A. pseudapricus* (A, ATH), *Aristida kerstingii* (B, MSC), *Aristida mutabilis*, *Cassia obtusifolia*, *Corchorus tridens*, *Ctenium elegans*, *C. newtonii* (C, MSC), *Cymbopogon giganteus*, *C. schoenanthus*, *Eragrostis tremula*, *Hyparrhenia involucreta*, *Loudetia simplex*, *Panicum laetum* (D, ATH), *Schizachyrium sanguineum*, *Schoenefeldia gracilis*, *Sporobolus pyramidalis*

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Hémicryptophyte ^a
Life form (Raunkiaer)	Hemicryptophyte ^a
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tufted grass
Hauteur	0,85-1,8 m
Height	0.85-1.8 m
Feuille	Oblongues à linéaires, grises à vert-bleuâtres
Leaf	Oblong to linear leaves, grey to blue green
Inflorescence	Racème velu
Inflorescence	Hairy raceme
Fleur	Brune à verte, fleur inférieur réduite, fleur supérieur fertile
Flower	Brown to green, lower flower reduced, superior flower fertile
Fruit	Caryopse
Fruit	Caryopse

DISTRIBUTION

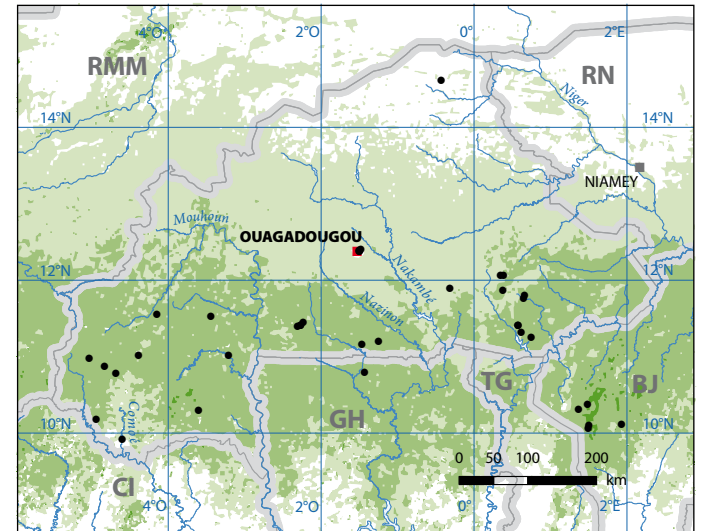
Echelle globale	Afrique, Arabie, Inde, Chine, introduite de l'Amérique du sud
Global scale	Africa, Arabia, India, China, introduced to South America
Echelle régionale	Soudanienne
Regional scale	Sudanian
Habitat	Prairie, jachère, souvent sur pentes rocailleuse ou sols sablonneux
Habitat	Grassland, fallows, often on rocky slopes or sandy soil

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Juin-Oct
Flowering time	June-Oct
Fructification	Oct-Déc
Fruiting time	Oct-Dec
Usages	Médecine, alimentation, confection de toits, fourrage
Uses	Medicine, food, roofs, forage

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[120]; [123]; [124]; [125]; [126]

Andropogon chinensis A. Rich.

Probabilité d'occurrence

Haute High

 Faible Low

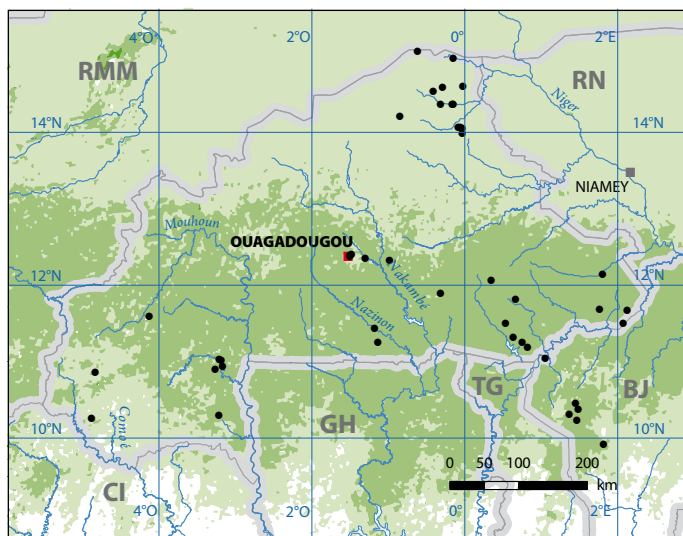
Probability of occurrence

Site de collecte • Collection locality



Andropogon gayanus Kunth

Bluestern, Gamba grass



Probabilité d'occurrence **Probability of occurrence**

Haute ■ High



Faible ■ Low



Site de collecte • Collection locality

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Hémicryptophyte
Life form (Raunkiaer)	Hemicryptophyte
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tussock grass
Hauteur	2-4 m
Height	2-4 m
Feuille	Nervure médiane proéminente, pubescente sur les 2 faces, souvent pseudopétiolée
Leaf	With a strong midrib, hairy on both sides, sometimes pseudopetiolate
Inflorescence	Épillets en paires, un fertile et un stérile; en deux racèmes
Inflorescence	Spikelets in pairs of one fertile and one sterile spikelet; in two racemes
Fleur	Verte, discret, avec arêt géniculé
Flower	Green, inconspicuous, with geniculate awn
Fruit	Caryopse
Fruit	Caryopse

DISTRIBUTION

Echelle globale	Pantropicale
Global scale	Pantropical
Echelle régionale	Soudano-sahélienne
Regional scale	Sudano-sahelian
Habitat	Savane
Habitat	Savanna

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Sept-Nov
Flowering time	Sept-Nov
Fructification	Oct-Nov
Fruiting time	Oct-Nov
Usages	Fourages, confection de toit et artisanat
Uses	Fodder, roofs, arts and crafts

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[125]



DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Thérophyte [?]
Life form (Raunkiaer)	Therophyte [?]
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tufted grass
Hauteur	0,5-1,5 m
Height	0.5-1.5 m
Feuille	Alternes, simples, oblongues à linéaire, quelquefois enroulées
Leaf	Alternate, simple, oblong to linear, often enrolled
Inflorescence	Fausse panicule consistant aux racèmes, jusqu'à 60 cm de long, deux épillets, un sessile, un pédicellé, le sessile est fertile
Inflorescence	False panicle consisting of racemes, up to 60 cm, two spikelets, one sessile, one pedicellate, sessile one fertile
Fleur	Verte à brune
Flower	Green to brown
Fruit	Caryopse
Fruit	Caryopse

DISTRIBUTION

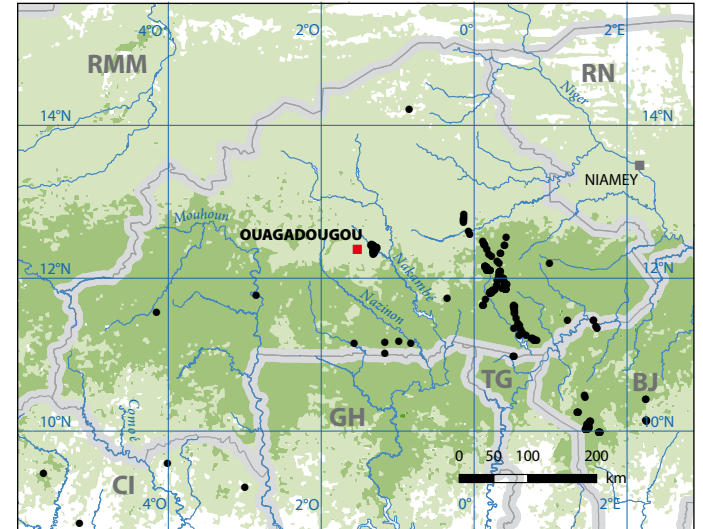
Echelle globale	Afrique tropicale
Global scale	Tropical Africa
Echelle régionale	Soudanienne
Regional scale	Sudanian
Habitat	Sols secs et sableux
Habitat	Dry, sandy soils

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Juin-Sept
Flowering time	June-Sept
Fructification	Sept-Oct
Fruiting time	Sept-Oct
Usages	Fourrage, contribution (toits et murs)
Uses	Forage, construction (roofs and walls)

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[120]; [123]; [124]

Andropogon pseudapricus Stapf.

Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute High



Faible Low



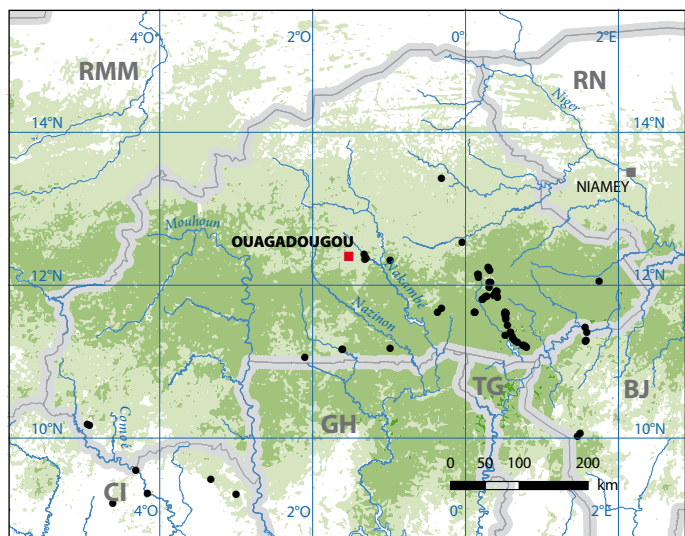
Site de collecte • Collection locality



ATH

Aristida kerstingii Pilg.


Kersting's threeawn



Probabilité d'occurrence Probability of occurrence

Haute  High



Faible  Low

Site de collecte • Collection locality



MSC

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Thérophyte
Life form (Raunkiaer)	Therophyte
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tufted grass
Hauteur	0,3-0,9 m
Height	0.3-0.9 m
Feuille	Alternes, simples, oblongues à linéaires
Leaf	Alternate, simple, oblong to linear
Inflorescence	Rectiligne, panicule terminale, épillets uniflores, subsessile
Inflorescence	Straight, terminal panicle, spikelets uniflorous, subsessile
Fleur	Verte, lemme scabre
Flower	Green, tough lemma
Fruit	Caryopse, linéaire
Fruit	Caryopse, linear
Graine	Linéaire, plate, lemme dure à maturité
Seed	Linear, even, lemma hard when mature

DISTRIBUTION

Echelle globale	Afrique Tropicale
Global scale	Tropical Africa
Echelle régionale	Sahélo-soudanienne, soudanienne
Regional scale	Sahelo-sudanian, sudanian
Habitat	Savane, jachère, brousse tigrées
Habitat	Savanna, fallows, tiger bush

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Juli-Sept
Flowering time	July-Sept
Fructification	Sept-Oct
Fruiting time	Sept-Oct
Usages	Fourrage, construction (toits) confection d'outils
Uses	Forage, construction (roofs), tools (brooms)

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[120]; [121]; [123]

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Thérophyte
Life form (Raunkiaer)	Therophyte
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tussock grass
Hauteur	0,3-0,7 m
Height	0.3-0.7 m
Feuille	Linéaires
Leaf	Linear
Inflorescence	Panicule ovale, de 12-20 cm de long, épillets groupés, gris ou pâle, linéaire
Inflorescence	Ovate panicle, 12-20 cm long, spikelets grouped, grey or pale, linear
Fleur	Verte
Flower	Green
Fruit	Caryopse, fusiforme
Fruit	Caryopse, fusiform

DISTRIBUTION

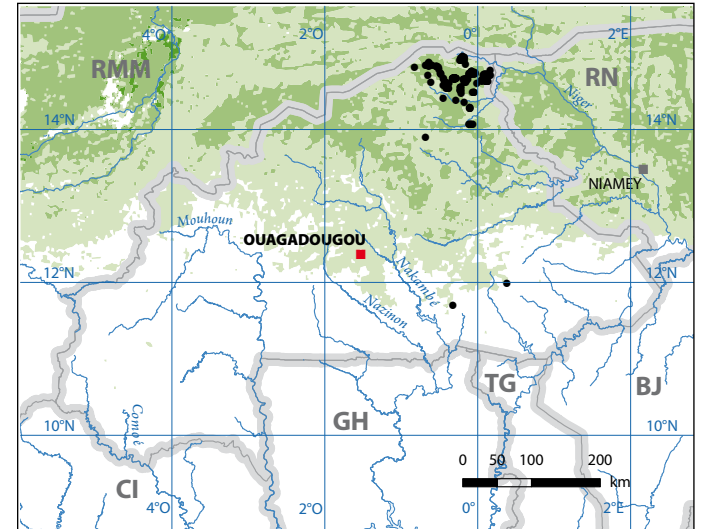
Echelle globale	Afrique Tropicale, Arabie, Inde
Global scale	Tropical Africa, Arabia, India
Echelle régionale	Sahélienne
Regional scale	Sahelian
Habitat	Sols sableux
Habitat	Sandy soils

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Août-Sept
Flowering time	Aug-Sept
Fructification	Sept-Oct
Fruiting time	Sept-Oct
Usages	Fourrage, construction (toit)
Uses	Forage, construction (roofs)

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[120]; [123]; [124]

Aristida mutabilis Trin. & Rupr.

Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute High



Faible Low



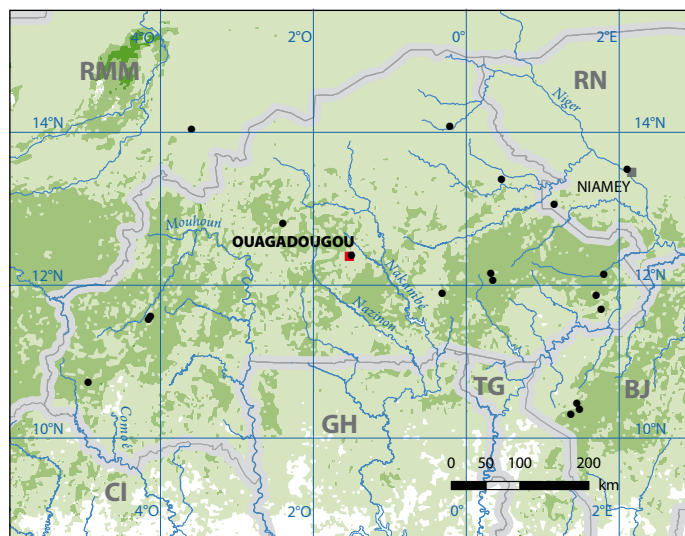
Site de collecte • Collection locality







Senckenberg

Cassia obtusifolia L.

Cassia fétide, Chinese Senna, sicklepod, foetid cassia



Probabilité d'occurrence | Probability of occurrence

Haute  High


 Faible  Low

Site de collecte • Collection locality



DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Thérophyte
Life form (Raunkiaer)	Therophyte
Type biologique (complément)	Herbe
Life form (additional)	Herb
Hauteur	1-1,5 m
Height	1-1.5 m
Feuille	Alternes, pennées avec des folioles ovales à elliptiques
Leaf	Alternate, pinnately compound with ovate or elliptic leaflets
Inflorescence	Solitaire
Inflorescence	Solitary
Fleur	Jaune, 5 pétales
Flower	Yellow, 5 petals
Fruit	Gousse [?]
Fruit	Legume
Graine	Brune
Seed	Brown

DISTRIBUTION

Echelle globale	Pantropicale
Global scale	Pantropical
Echelle régionale	Sahélienne à guinéenne
Regional scale	Sahelian to guinean
Habitat	Savane, jachère
Habitat	Savanna, fallows

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Sept-Déc
Flowering time	Sept-Dec
Fructification	Sept-Déc
Fruiting time	Sept-Dec
Usages	Médecine, fourrage et alimentation
Uses	Medicine, forage and edible

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[120]

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Thérophyte
Life form (Raunkiaer)	Therophyte
Type biologique (complément)	Herbe
Life form (additional)	Herb
Hauteur	à 0,6 m
Height	to 0.6 m
Feuille	Alternes, oblongues à linéaires, stipules linéaires
Leaf	Alternate, oblong to linear, serrate, linear stipules
Inflorescence	Fasciculée
Inflorescence	Fascicle
Fleur	Jaune, pentamère, nombreuses étamines
Flower	Yellow, pentamerous, numerous stamina
Fruit	Capsule sèche, lineaire, déhiscent, contenant un grand nombre de graines
Fruit	Dry capsule, linear, dehiscent, containing large number of seeds
Graine	Polyhédrale, brune
Seed	Polyhedral, brown

DISTRIBUTION

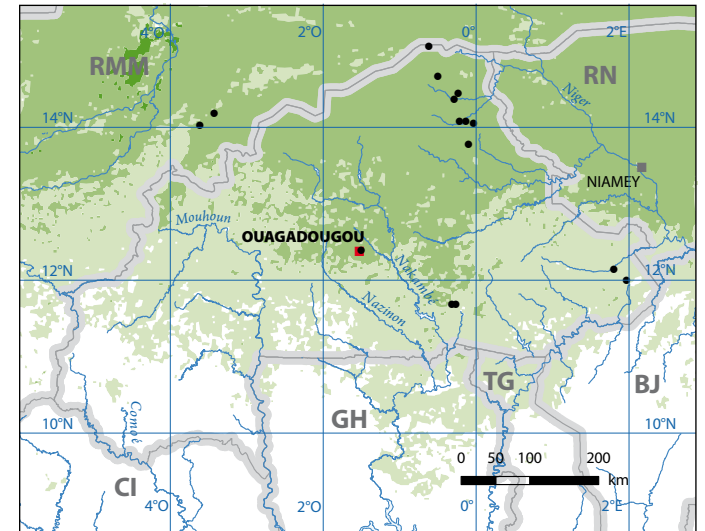
Echelle globale	Afrique tropicale, Inde, Australie
Global scale	Tropical Africa, India, Australia
Echelle régionale	Sahélienne
Regional scale	Sahelian
Habitat	Sols sableux
Habitat	Sandy soils

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Fin juillet
Flowering time	End of July
Fructification	Juil-Déc
Fruiting time	Jul-Dec
Usages	Médecine et alimentation
Uses	Medicine and edible

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[120]; [121]; [124]

Corchorus tridens L.

Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute HighFaible Low

Site de collecte • Collection locality

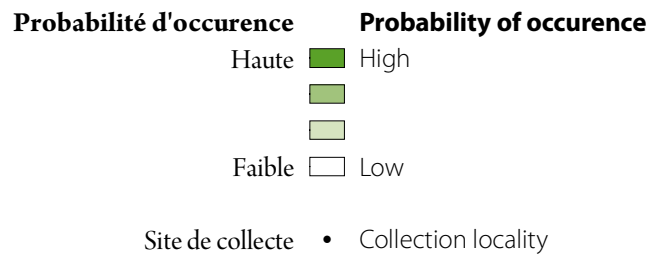
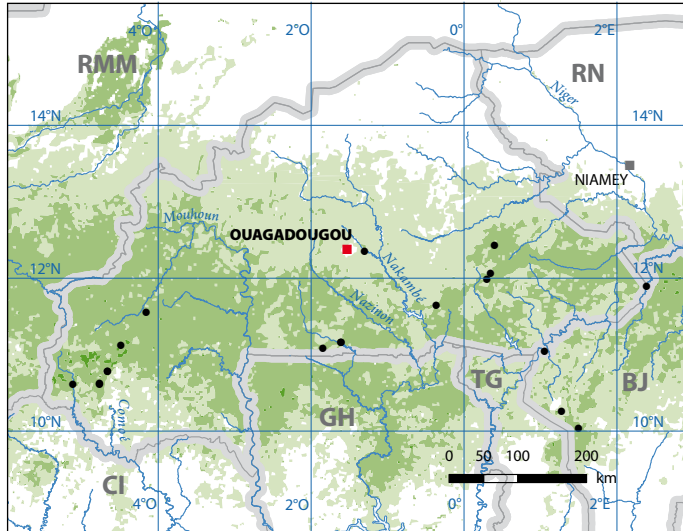


ATH



ATH

Ctenium elegans Kunth



DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Thérophyte
Life form (Raunkiaer)	Therophyte
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tussock grass
Hauteur	0,9-1,2 m
Height	0.9-1.2 m
Feuille	Alternes, oblongues à linéaires, aromatiques
Leaf	Alternate, oblong to linear, aromatic
Inflorescence	Epis solitaire, 10-30 cm de long, verte, unilatérale, épillets sessiles
Inflorescence	Solitary spikes, 10-30 cm long, green, unilateral, spikelets sessile
Fleur	Verte
Flower	Green
Fruit	Caryopse, ellipsoïde-oblongue
Fruit	Caryopse, ellipsoid-oblong

DISTRIBUTION

Echelle globale	Sénégal-Mauritanie au Soudan
Global scale	Senegal-Mauretania to Sudan
Echelle régionale	Sud-sahélienne, nord soudanienne
Regional scale	South-sahelian, north-sudanian
Habitat	Jachères, forêts claires, sols sableux
Habitat	Fallows, loose forests, sandy soils

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Nov
Flowering time	Nov
Fructification	Nov-Déc
Fruiting time	Nov-Dec
Usages	Médecine, fourrage
Uses	Medicine, forage

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[120]; [123]; [124]

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Hémicryptophyte
Life form (Raunkiaer)	Hemicryptophyte
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tussock grass
Hauteur	0,6-1,5 m
Height	0.6-1.5 m
Feuille	Touffes, oblongues à linéaires
Leaf	Rosulate, oblong to linear
Inflorescence	Solitaire, épi terminal
Inflorescence	Solitary, terminal spike
Fleur	Brune, verte
Flower	Brown, green
Fruit	Caryopse glabre
Fruit	Glabrous caryopse

DISTRIBUTION

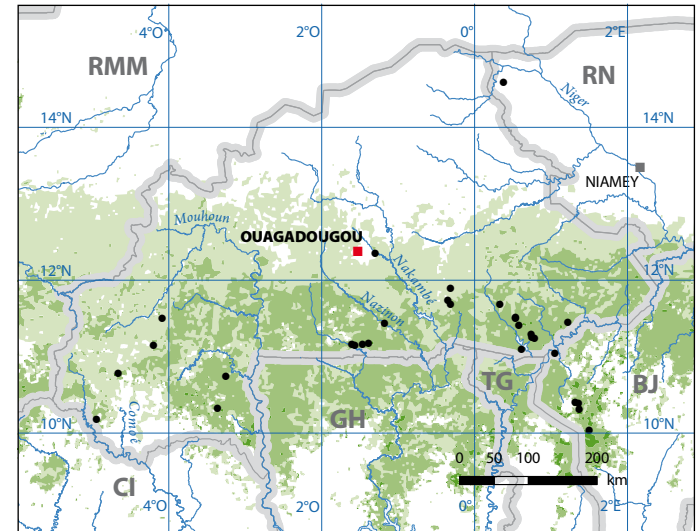
Echelle globale	Afrique Tropicale
Global scale	Tropical Africa
Echelle régionale	Soudanienne
Regional scale	Sudanian
Habitat	Savane arborée, sols sableux
Habitat	Woody savanna, sandy soils

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Nov
Flowering time	Nov
Fructification	Nov-Déc
Fruiting time	Nov-Dec
Usages	Construction (toit)
Uses	Construction (roofs)

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[120]; [123]; [124]

Ctenium newtonii Hack.

Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute High



Faible Low



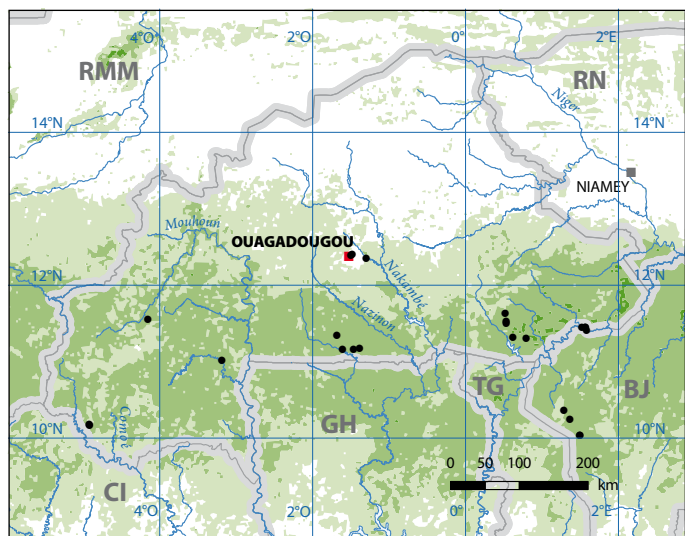
Site de collecte • Collection locality



MSC

Cymbopogon giganteus Chiov.

Tsauri grass



Probabilité d'occurrence **Probability of occurrence**

Haute ■ High



Faible Low

Site de collecte • Collection locality



DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Hémicryptophyte
Life form (Raunkiaer)	Hemicryptophyte
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tussock grass
Hauteur	1-3 m
Height	1-3 m
Feuille	Alternes, oblongues à linéaires
Leaf	Alternate, oblong to linear
Inflorescence	Fausse panicule, consistant à des racèmes appariés, épillets appariés, un sessile, un pédicellé
Inflorescence	False panicle, consisting of paired racemes, spikelets paired, one sessile, one pediculate
Fleur	Verte, glume arrondi à la base
Flower	Green, lamina rounded at the base
Fruit	Caryopse glabre, oblongue
Fruit	Glabrous caryopse, oblong

DISTRIBUTION

Echelle globale	Afrique Tropicale
Global scale	Tropical Africa
Echelle régionale	Soudano-sahélienne
Regional scale	Sudanian, sahelian
Habitat	Savane, galérie forestière, jachères, sols sableux
Habitat	Savanna, galery forest, fallows, sandy soils

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Sept-Nov
Flowering time	Sept-Nov
Fructification	Oct-Déc
Fruiting time	Oct-Dec
Usages	Médecine, alimentation, épice, construction, fourrage
Uses	Medicine, food, spice, construction, forage

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[120]; [123]; [124]

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Hémicryptophyte
Life form (Raunkiaer)	Hemicryptophyte
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tufted grass
Hauteur	0,2-1,2 m
Height	0.2-1.2 m
Feuille	Linéaires, aromatiques
Leaf	Linear, aromatic
Inflorescence	Fausse panicule, consistant à des racèmes appariés, épillets appariés, un sessile, un pédicellé, le sessile est fertile
Inflorescence	False panicle, consisting of paired racemes, spikelets paired, 1 sessile, 1 pediculate, sessile ones fertile
Fleur	Verte
Flower	Green
Fruit	Caryopse oblongue
Fruit	Oblong caryopse

DISTRIBUTION

Echelle globale	Afrique Tropicale, Arabie
Global scale	Tropical Africa, Arabia
Habitat	Savane, jachère, endroit saxicole [?] , galerie forestière
Habitat	Savanna, fallow, saxicol area, galery forest

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

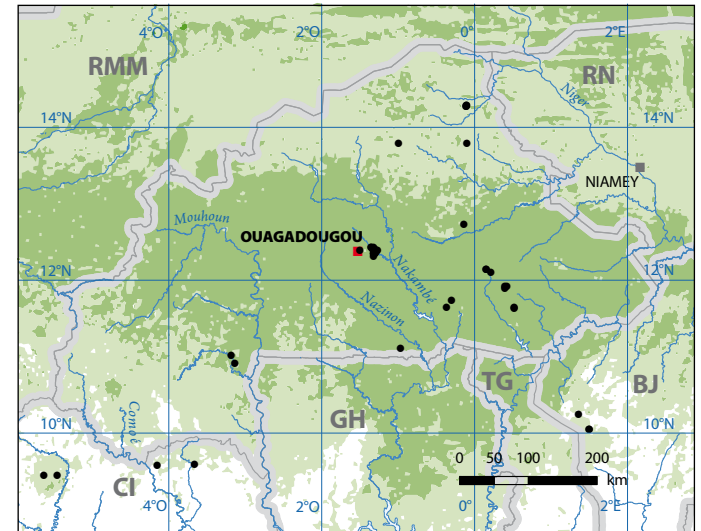
Floraison	Mar-Déc
Flowering time	Mar-Dec
Fructification	Juil-Déc
Fruiting time	Jul-Dec
Usages	Médecine, fourrage, confection d'outils, cosmétiques
Uses	Medicine, forage, tools, cosmetics

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[120]; [123]

Cymbopogon schoenanthus (L.) Spreng.

Gazon du chameau, chiendent pied de poule, Camel grass



Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute High



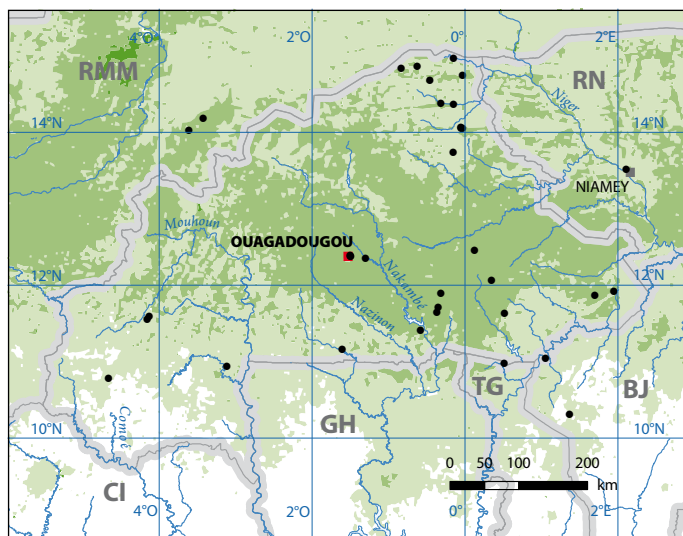
Faible Low

Site de collecte • Collection locality



AOU

Eragrostis tremula Steud.

**Probabilité d'occurrence** **Probability of occurrence**Haute  HighFaible  Low

Site de collecte • Collection locality

**DESCRIPTION**

Type biologique (Raunkiaer)	Thérophyte
Life form (Raunkiaer)	Therophyte
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tussock grass
Hauteur	0,3-1 m
Height	0.3-1 m
Feuille	Alternes, érigées, linéaires cylindriques avec poils blancs
Leaf	Alternate, erect, linear sheath cylindrical with white hair
Inflorescence	Panicule ovoïde, 10-40 cm de long, épillets linéaires
Inflorescence	Ovoid panicle, 10-40 cm long, linear spikelets
Fleur	Jaune avec un bout violet
Flower	Yellow with purple tip
Fruit	Linéaire, caryopse pâle ou rose sombre
Fruit	Linear, pale or crimson shaded caryopse
Graine	Libre, circulaire, noire rouge
Seed	Free, circular, dark red

DISTRIBUTION

Echelle globale	Afrique Tropicale, Inde
Global scale	Tropical Africa, India
Echelle régionale	Soudano-sahélienne
Regional scale	Sudano-sahelian
Habitat	Sols sableux, jachères
Habitat	Sandy soils, fallows

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Août-Sept
Flowering time	Aug-Sept
Fructification	Oct-Nov
Fruiting time	Oct-Nov
Usages	Médecine, fourrage, magicol-religieux, confection d'outils
Uses	Medicine, forage, magic-religious, tools

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[124]

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Thérophyte
Life form (Raunkiaer)	Therophyte
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tufted grass
Hauteur	1-2 m
Height	1-2 m
Feuille	Alternes, oblongues à linéaires
Leaf	Alternate, oblong to linear
Inflorescence	Fausse panicule, consistant à des racèmes appariés, base pubescente, 2 paires d'épillets à la base de chaque racème
Inflorescence	False panicle, consisting of paired racemes, base pubescent, 2 pairs of spikelets at the base of each raceme
Fleur	Brune, verte, fleur supérieur fertile
Flower	Brown, green, superior flower fertile
Fruit	Caryopse oblongue
Fruit	Oblong caryopse

DISTRIBUTION

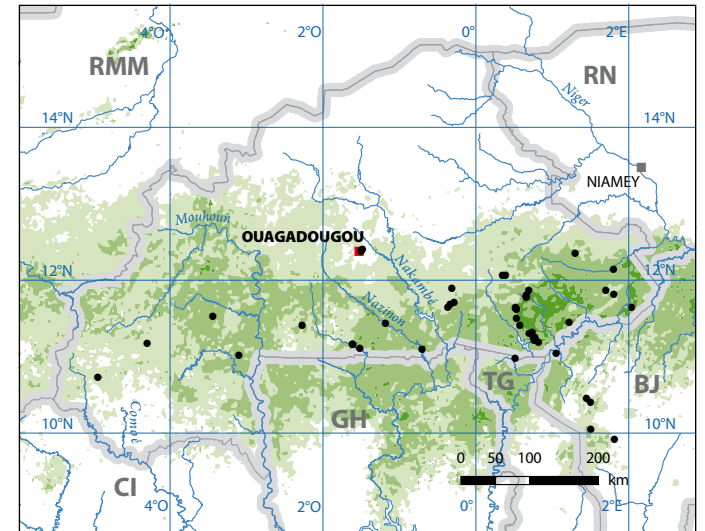
Echelle globale	Afrique Tropicale de l'Ouest
Global scale	Tropical West Africa
Echelle régionale	Soudanienne
Regional scale	Sudanian
Habitat	Savane, sols hydromorphes [?] , jachères sabloneuses
Habitat	Savanna, hydromorph [?] zones, sandy fallows

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Août-Sept
Flowering time	Aug-Sept
Fructification	Sept-Nov
Fruiting time	Sept-Nov
Usages	Médecine, fourrage, construction
Uses	Medicine, forage, construction

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[120]; [123]; [124]

Hyparrhenia involucrata Stapf.

Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute High



Faible Low

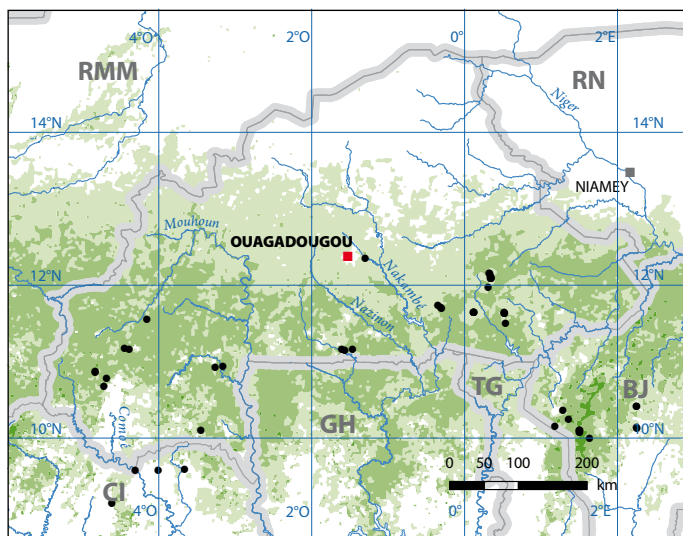


Site de collecte • Collection locality



Loudetia simplex (Nees) C. E. Hubb.

Common Russet Grass



Probabilité d'occurrence Probability of occurrence

Haute ■ High



Faible Low

Site de collecte • Collection locality



Type biologique (Raunkiaer)	Hémicryptophyte
Life form (Raunkiaer)	Hemicryptophyte
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tufted grass
Hauteur	0,3-1,5 m
Height	0,3-1,5 m
Feuille	Linéaires, face inférieure quelquefois pubescente
Leaf	Linear, lower leaf sheaths often hairy
Inflorescence	Panicule large, biflores épillets
Inflorescence	Large panicle, biflorous spikelets
Fleur	Fleur supérieure fertile
Flower	Superior flower fertile
Fruit	Caryopse
Fruit	Caryopse

DISTRIBUTION

Echelle globale	Afrique Tropicale et Australe
Global scale	Tropical and south Africa
Echelle régionale	Sudaniennne
Regional scale	Sudanian
Habitat	Savane, steppes herbeuses, stations latéritiques ² , souvent sur sol pauvre
Habitat	Savanna, open grassland, dry soils, often on poor soils

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Juil-Oct
Flowering time	Jul-Oct
Fructification	Oct-Déc
Fruiting time	Oct-Dec
Usages	Fourrage, confection d'outils (balais), construction (toits)
Uses	Forage, tools (brooms), construction (roofs)

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[124]; [126]

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Thérophyte
Life form (Raunkiaer)	Therophyte
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tufted grass
Hauteur	0,17-0,7 m
Height	0.17-0.7 m
Feuille	Linéaires
Leaf	Linear
Inflorescence	Panicule lâche, épillets oblongue-elliptiques
Inflorescence	Loose panicle, épillets oblong-elliptic
Fleur	Verdâtre à jaune, fleur supérieure fertile
Flower	Greenish to yellow, superior flower fertile
Fruit	Caryopse elliptique, jaunâtre
Fruit	Elliptic caryopse, yellowish

DISTRIBUTION

Echelle globale	Afrique Tropicale
Global scale	Tropical Africa
Echelle régionale	Sahélienne
Regional scale	Sahelian
Habitat	Sols sableux et humides
Habitat	Sandy, moist soils

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

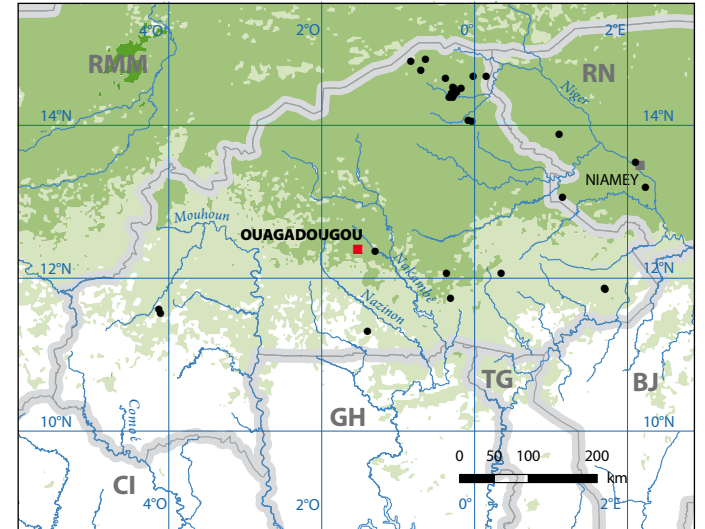
Floraison	Août-Sept
Flowering time	Aug-Sept
Fructification	Sept-Oct
Fruiting time	Sept-Oct
Usages	Alimentation, fourrage
Uses	Food, forage

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[124]; [125]

Panicum laetum Kunth

Fonio sauvage, Wild fonio



Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute High



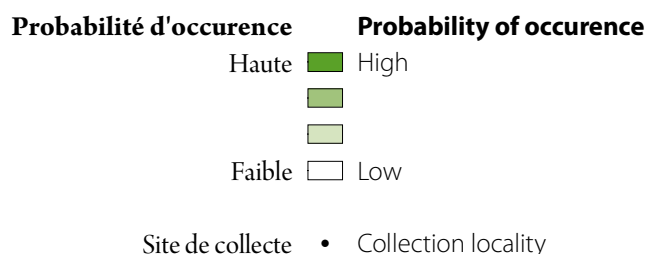
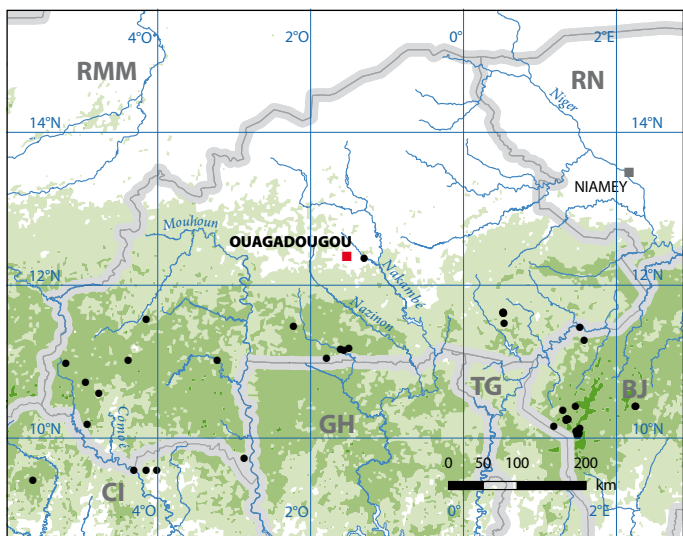
Faible Low



Site de collecte • Collection locality



Schizachyrium sanguineum (Retz.) Alston



Type biologique (Raunkiaer)	Hémicryptophyte
Life form (Raunkiaer)	Hemicryptophyte
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tufted grass
Hauteur	0,6-3 m
Height	0.6-3 m
Feuille	Alternes, oblongues à linéaires
Leaf	Alternate, oblong to linear
Inflorescence	Fausse panicule, consistant à des racèmes cylindriques
Inflorescence	False panicle, consisting of cylindric racemes
Fleur	Brune à verte, fleur supérieure fertile
Flower	Brown to green, superior flower fertile
Fruit	Caryopse linéaire
Fruit	Linear caryopse

DISTRIBUTION

Echelle globale	Tropicale
Global scale	Tropical
Habitat	Savane, jachère, zones boisées
Habitat	Savanna, fallows, woodland

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Sept-Oct
Flowering time	Sept-Oct
Fructification	Oct-Déc
Fruiting time	Oct-Dec
Usages	Fourrage, construction
Uses	Forage, construction

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[120]; [123]; [124]

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Thérophyte
Life form (Raunkiaer)	Therophyte
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tufted grass
Hauteur	0,15-0,9 m
Height	0.15-0.9 m
Feuille	Linéaires
Leaf	Linear
Inflorescence	Solitaire ou digitée (2-4) épis, épillets avec une fleur
Inflorescence	Solitary or digitate (2-4) spikes, spikelets with 1 flower
Fleur	Lemme elliptique-oblongue
Flower	Lemma elliptic-oblong
Fruit	Caryopse oblongue-fusiforme
Fruit	Oblong-fusiform caryopse

DISTRIBUTION

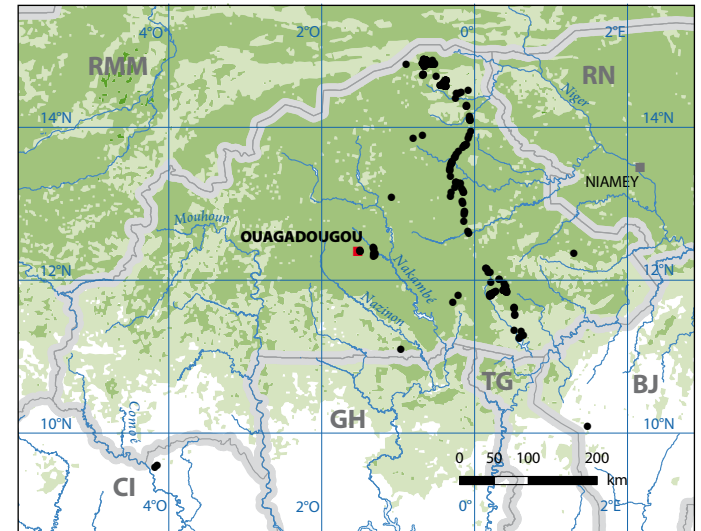
Echelle globale	Afrique tropicale, Inde, introduite de Madagascar
Global scale	Tropical Africa, India, introduced to Madagascar
Echelle régionale	Soudano-sahélienne
Regional scale	Sudano-sahelian
Habitat	Sols sableux et boueux
Habitat	Sandy or muddy soils

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Août-Sept
Flowering time	Aug-Sept
Fructification	Sept-Oct
Fruiting time	Sept-Oct
Usages	Médecine, construction, fourrage
Uses	Medicine, construction, forage

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[123]; [124]

Schoenefeldia gracilis Kunth

Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute High



Faible Low

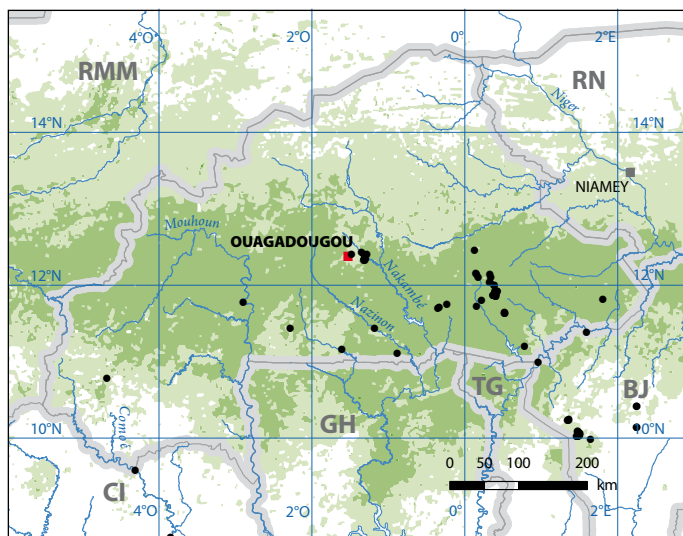


Site de collecte • Collection locality



Sporobolus pyramidalis P. Beauv. DESCRIPTION

Herb queue de rat, Catstail Dropseed



Probabilité d'occurrence Probability of occurrence

Haute ■ High



Faible Low

Site de collecte • Collection locality



Type biologique (Raunkiaer)	Hémicryptophyte
Life form (Raunkiaer)	Hemicryptophyte
Type biologique (complément)	Graminée cespiteuse
Life form (additional)	Tussock grass
Hauteur	0,6-0,9 m
Height	0,6-0,9 m
Feuille	Alternes, linéaires, limbe ouvert, ligule réduite
Leaf	Alternate, linear, open leafblade, ligula reduced
Inflorescence	Linéaire, oblongue ou panicule pyramidale, 10-40 cm de long, constituée de plusieurs racèmes érigés, épillets groupé 2-10
Inflorescence	Linear, oblong or pyramidal panicle, 10-40 cm long, constituted of many erect racemes, spikelets grouped by 2 -10
Fleur	Lemma membraneux ovale-elliptique, 3 étamines
Flower	Lemma membranous, ovate-elliptic, 3 stamina
Fruit	Caryopse oblongue
Fruit	Oblong caryopse

DISTRIBUTION

Echelle globale	Afrique Tropicale et Australe, Madagascar et Yemen
Global scale	Tropical and south Africa, Madagascar and Jemen
Echelle régionale	Sahelo-soudanienne, guinéenne
Regional scale	Sahelo-sudanian, guinean
Habitat	Jachères, souvent sur zones perturbées ou supâturées, rudéral
Habitat	Fallows, often at disturbed or overgrazed places, ruderal

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Août-Oct
Flowering time	Aug-Oct
Fructification	Oct-Déc
Fruiting time	Oct-Dec
Usages	Médecine, alimentation, fourrage, magico-religieux, confection d'outils, vannerie, prévention de l'érosion
Uses	Medicine, food, forage, magic-reilgious, tools, basketry, erosion-prevention

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[121]; [123]; [124]; [126]

6.11

Ligneux

Adjima THIOMBIANO

Marco SCHMIDT

Alexander ZIZKA

Konstantin KÖNIG

Blandine M.I. NACOULMA

Acacia macrostachya, *Adansonia digitata* (A, LTR), *Azelia africana*, *Anogeissus leiocarpa* (C, MSC), *Bombax costatum*, *Combretum micranthum* (D, MSC), *C. nigricans*, *Crossopteryx febrifuga*, *Daniellia oliveri*, *Detarium microcarpum*, *Isoberlinia doka*, *Lannea microcarpa*, *Parkia biglobosa*, *Pterocarpus erinaceus*, *P. lucens*, *Sterculia setigera*, *Tamarindus indica*, *Vitellaria paradoxa* (B, KSC)



Woody plants

Acacia macrostachya, *Adansonia digitata* (A, LTR), *Azelia africana*, *Anogeissus leiocarpa* (C, MSC), *Bombax costatum*, *Combretum micranthum* (D, MSC), *C. nigricans*, *Crossopteryx febrifuga*, *Daniellia oliveri*, *Detarium microcarpum*, *Isoberlinia doka*, *Lannea microcarpa*, *Parkia biglobosa*, *Pterocarpus erinaceus*, *P. lucens*, *Sterculia setigera*, *Tamarindus indica*, *Vitellaria paradoxa* (B, KSC)



DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	PhanérophYTE [?]
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte [?]
Type biologique (complément)	Arbre, arbuste
Life form (additional)	Tree, shrub
Hauteur	à 8 m
Height	to 8 m
Feuille	Alternes, bipennées, 11-18 paires de pinnules et 20-55 paires de foliolules linéaires et pubescentes par pinnule
Leaf	Alternate, bipinnate, 11-18 pairs of pinnules, each 20-55 pairs of linear, pubescent leaflets
Inflorescence	Épi cylindrique, 5-12 cm de long
Inflorescence	Cylindric spikes, 5-12 cm long
Fleur	Blanche à jaune, corolle partiellement soudée
Flower	White to yellow, corolla partly united
Fruit	Gousse [?] mince, pubescent à glabre, acuminée aux deux extrémités
Fruit	Thin legume, hairy to glabrous, acuminate on both ends
Graine	Brune, plate et ronde, 7-8 mm de diamètre
Seed	Brown, flat and round, 7-8 mm in diameter

DISTRIBUTION

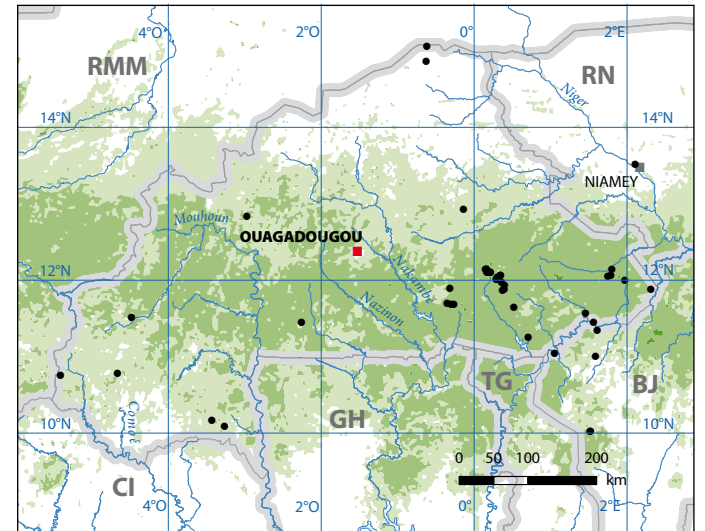
Echelle globale	Du Sénégal au Tchad
Global scale	Senegal to Chad
Echelle régionale	Soudano-sahélienne
Regional scale	Sudano-sahelian
Habitat	Sur sols rocheux ou sableux
Habitat	On sandy and rocky soils

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Fin de la saison sèche
Flowering time	End of dry season
Fructification	Août-Oct
Fruiting time	Aug-Oct
Usages	Médecine, alimentation, construction, poison de chasse
Uses	Medicine, food, construction, hunting poison

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]; [120]

Acacia macrostachya Reichenb. ex DC.

Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute High



Faible Low

Site de collecte • Collection locality



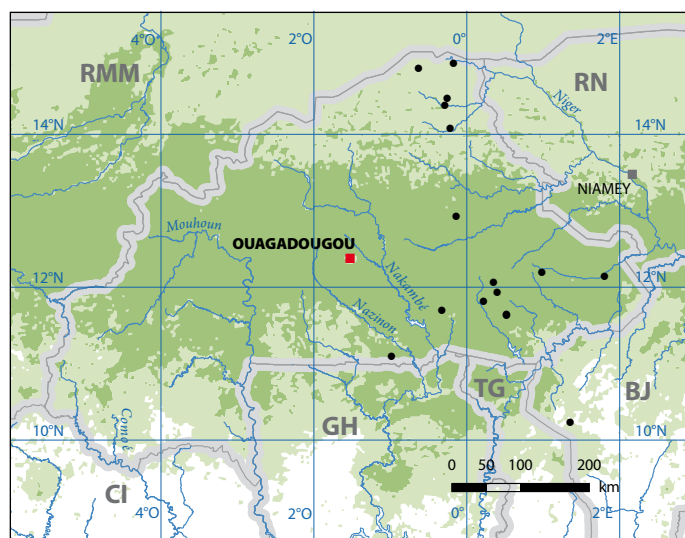
ATH



ATH

Adansonia digitata L.


Baobab, Baobab tree



Probabilité d'occurrence **Probability of occurrence**

Haute  High



Faible  Low

Site de collecte • Collection locality



LTR



ATH

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Phanérophyte
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre
Life form (additional)	Tree
Hauteur	15-20 m
Height	15-20 m
Feuille	Alternes, pétiolées, digitées avec 5-7 folioles
Leaf	Alternate, petiolate, digitate with 5-7 leaflets
Inflorescence	Solitaire, axillaire
Inflorescence	Solitary, axillary
Fleur	Grande fleur pendante avec des pétales blanches et de nombreuses étamines
Flower	Large pendulous flowers with white petals and numerous connate stamina
Fruit	Capsule elliptique indéhiscente, verte avec une pubescence brune
Fruit	Indehiscent elliptical capsule, green with brown pubescence
Graine	Réniforme, noire brune, lisse
Seed	Reniform, dark brown, smooth

DISTRIBUTION

Echelle globale	Afro-malgache, introduite de l'Inde
Global scale	Afro-malagasy, introduced to India
Echelle régionale	Soudano-sahélienne
Regional scale	Sudano-sahelian
Habitat	Savane, souvent planté et signale l'occupation humaine
Habitat	Savanna, often planted and in former settlements

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Mai-Juil
Flowering time	May-July
Fructification	Juil-Oct
Fruiting time	July-Oct
Usages	Médecine, alimentation, fibres
Uses	Medicine, food, fibres

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	PhanérophYTE
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre
Life form (additional)	Tree
Hauteur Height	25-35 m
Feuille	Alternes, jusqu'à 30 cm de long, pennées avec 4-8 paires de folioles ovales ou elliptiques
Leaf	Alternate, up to 30 cm long, pinnately compound with 4-8 pairs of ovate or elliptic leaflets
Inflorescence	Panicule terminale d'environ 20 cm de long
Inflorescence	Terminal panicle, about 20 cm long
Fleur	Blanche à pourpre, odorante, 3 pétales supérieurs, 10-12 mm de long, un pétale inférieur
Flower	White to pink, odorous, 3 superior petals 10-12 mm, 1 inferior petal
Fruit	Gousse aplatie, gabra, 10-18 x 6-8 cm, contenant 7-10 graines, persistante sur l'arbre
Fruit	Flattened legume, glabrous, 10-18 x 6-8 cm, containing 7-10 seeds, persisting on the tree
Graine	Noire avec une arille orange à la base
Seed	Black with an orange aril at the base

DISTRIBUTION

Echelle globale Global scale	Afrique Tropicale tropical Africa
Echelle régionale Regional scale	Soudano-guinéenne Sudano-guinean
Habitat	Savane, galeries forestières, sur sols sableux
Habitat	Savanna, gallery forest, on sandy soils

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

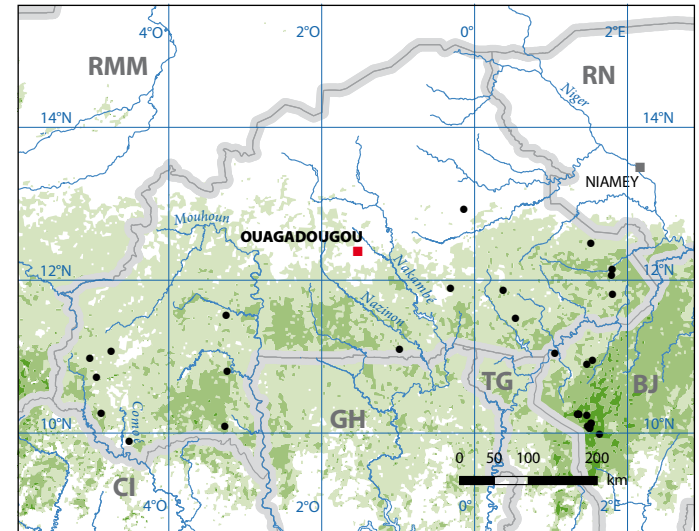
Floraison Flowering time	Saison pluvieuse, Rainy season
Fructification Fruiting time	Fév-Avr Feb-Apr
Usages	Médecine, religion, épice, fourrage, fourniture de maison, fourrage, construction, confection d'outils, artisanat, poison de chasse
Uses	Medicin, religion, spice, forage, furniture (termite resistant), construction, tools, art, hunting poison

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[120]; [124]

Azelia africana Sm.

Lingué, African Mahogany, African oak



Probabilité d'occurrence

Haute ■ High
■
■
Faible □ Low

Probability of occurrence

Site de collecte • Collection locality



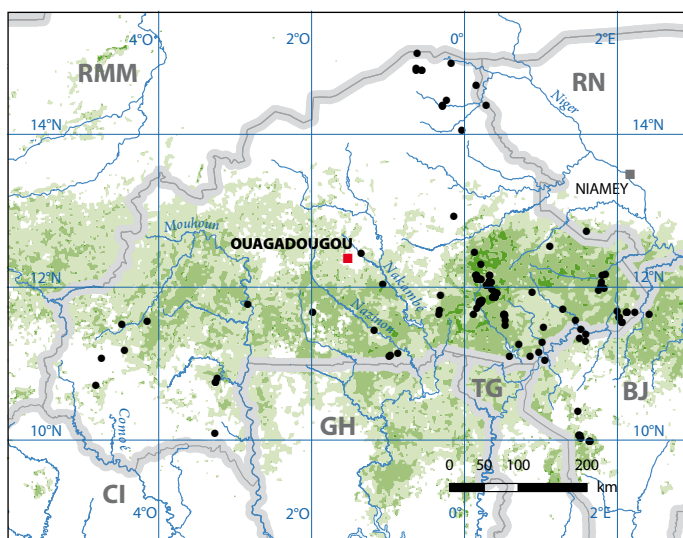
BNA



BNA

Anogeissus leiocarpa (DC.) Guill. & Perr.

Bouleau d'Afrique, African birch



Probabilité d'occurrence **Probability of occurrence**

Haute ■ High



Faible Low

Site de collecte • Collection locality



Type biologique (Raunkiaer)	Phanérophyte
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre
Life form (additional)	Tree
Hauteur	15-18 (-30) m
Height	15-18 (-30) m
Feuille	Opposées à subopposées, elliptiques à ovales, sommet acuminiés ou mucronés
Leaf	Opposite to subopposite, elliptic to ovate, leaf blade acuminate or mucronate
Inflorescence	Gomérule sphérique sur un pédoncule, axillaire et terminal
Inflorescence	Sphere on a peduncle, axillary and terminal
Fleur	Jaune verdâtre et orange brunâtre, apétale, calice avec 5 dents triangulaires
Flower	Greenish yellow and brownish orange, apetal, calix with 5 triangular teeth
Fruit Fruit	Samare trapezoidale, jaunâtre Trapezoidal samara, yellowish
Graine	Une graine par fruit, petite de taille
Seed	One seed per fruit, small in size

DISTRIBUTION

Echelle globale	Afrique Tropicale
Global scale	Tropical Africa
Echelle régionale	Soudano-sahélienne à soudano-guinéenne
Regional scale	Sudano-sahelian to sudano-guinean
Habitat	Savane, gallerie forestières, forêts sèches
Habitat	Savanna, gallery forest, dry forest

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison Flowering time	Fin de la saison sèche End of dry season
Fructification Fruiting time	Juil-Jan Jul-Jan
Usages	Médecine, alimentation, construction, confection d'outils, teinture des peaux et des tissus, fourrage
Uses	Medicine, food, construction, tools, stain for leather and cloth, forage

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]; [124]

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	Phanérophyte
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre
Life form (additional)	Tree
Hauteur	10-25 m
Height	10-25 m
Feuille	Alternes, palmées avec 5-8 de folioles ovales
Leaf	Alternate, palmately compound with 5-8 ovate leaflets
Inflorescence	Solitaire
Inflorescence	Solitary
Fleur	Pétales orange à rouge, pentamère, 5-7 cm de diamètre
Flower	Orange to red petals, pentamerous, 5-7 cm diameter
Fruit	Sec, capsule elliptique, déhiscent, brune à noire
Fruit	Dry, elliptic capsule, dehiscent, brown to black
Graine	Petites sphères noires dans du kapok blanc brillant
Seed	Small black spheres in white flossy kapok

DISTRIBUTION

Echelle globale	Du Sénégal au Caméroun à l'Afrique Centrale
Global scale	Senegal to Cameroon, to Central Africa
Echelle régionale	Sahélienne à guinéenne
Regional scale	Sahelian to guinean
Habitat	Savane, forêts claires, stations latéritiques [†]
Habitat	Savanna, loose forest, dry soils

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

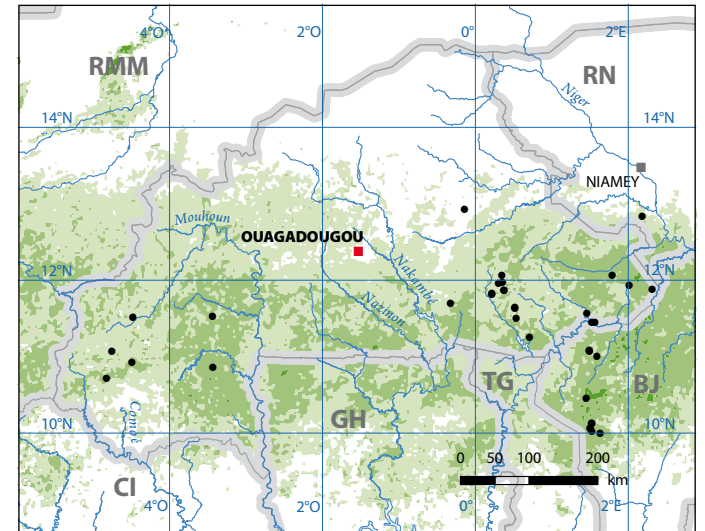
Floraison	Saison sèche
Flowering time	Dry season
Fructification	Saison sèche
Fruiting time	Dry season
Usages	Médecine, artisanat, fourniture de maison, magico-religieux, construction, bijoux
Uses	Medicine, art, furniture, magic-religious, construction, jewellery

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]; [120]; [124]

Bombax costatum Pellegr. & Vuillet

Kapokier rouge, Faux Kapokier, Red Kapok tree



Probabilité d'occurrence

Haute High

 Faible Low

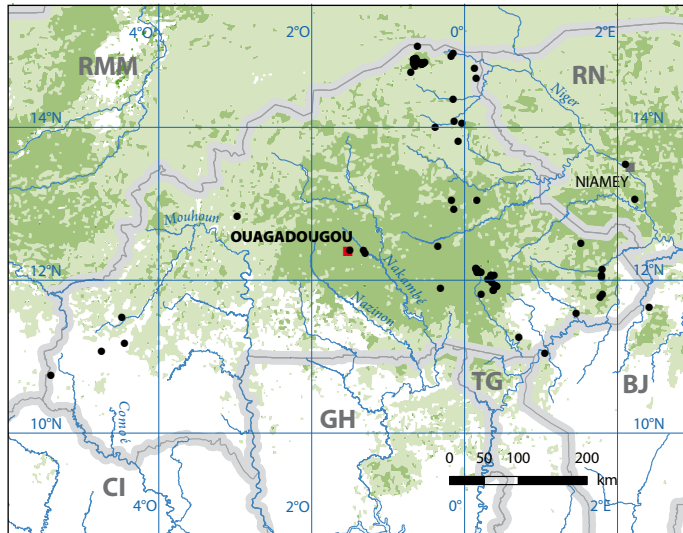
Probability of occurrence

Site de collecte • Collection locality




Combretum micranthum G. Don

Vrai, Kinkéliba



Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute  HighFaible  Low

Site de collecte • Collection locality



ATH



ATH

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	PhanérophYTE
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre, arbuste
Life form (additional)	Tree, shrub
Hauteur	2-4 (-20) m
Height	2-4 (-20) m
Feuille	Opposées ou verticillées (par 3), ovales à elliptiques avec touffes de poils sur la face inférieure
Leaf	Opposite or whorled (3 leaves), ovate to elliptic, with bunch of hairs on the lower side
Inflorescence	Racème axillaire, 3-5 cm de long
Inflorescence	Axillary raceme, 3-5 cm long
Fleur	Blanche à verdâtre, corolle libre avec 4 pétales
Flower	White to greenish, free corolla with 4 petals
Fruit	Samare sèche, 4 ailes, indéhiscent, couvert d'écailles rouilles
Fruit	Dry samara, 4-winged, indehiscent, covered with reddish pads
Graine	Brune, 12-15 mm de long
Seed	Brown, 12-15 mm long

DISTRIBUTION

Echelle globale, Global scale	Afrique de l'Ouest West Africa
Echelle régionale, Regional scale	Sahélo-guinéenne Sahelo-sudanian
Habitat	Savane, sols rocailleux Savanna, rocky soil

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison, Flowering time	Deuxième moitié de la saison sèche Second half of dry season
Fructification, Fruiting time	Juin-Sept Jun-Sept
Usages, Uses	Médecine, construction, alimentation (thé), confection d'outil, fourrage Medicine, construction, food (tea), tools, forage

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]; [120]; [124]

DESCRIPTION

Combretum nigricans Lepr. ex Guill. & Perr.

Type biologique (Raunkiaer)	PhanérophYTE
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre, arbuste
Life form (additional)	Tree, shrub
Hauteur	4-8 (-12) m
Height	4-8 (-12) m
Feuille	Opposées, ovales à elliptiques, grabres à pubescences lâches sur les nervures, nervation pennée
Leaf	Opposite, ovate to elliptic, glabrous to loosely pubescent on the nerves, venation pinnate
Inflorescence	Racème spiciforme, axillaire ou supra-axillaire, 6-7 cm de long
Inflorescence	Spikelike raceme, axillary or supra-axillary, 6-7 cm long
Fleur	Jaune verdâtre, 4 pétales
Flower	Greenish yellow, 4 petals
Fruit	Samare sec, 4 ailes, brune à maturité, indéhiscent
Fruit	Dry samara, 4-winged, brown when mature, indehiscent
Graîne	Brune
Seed	Brown

DISTRIBUTION

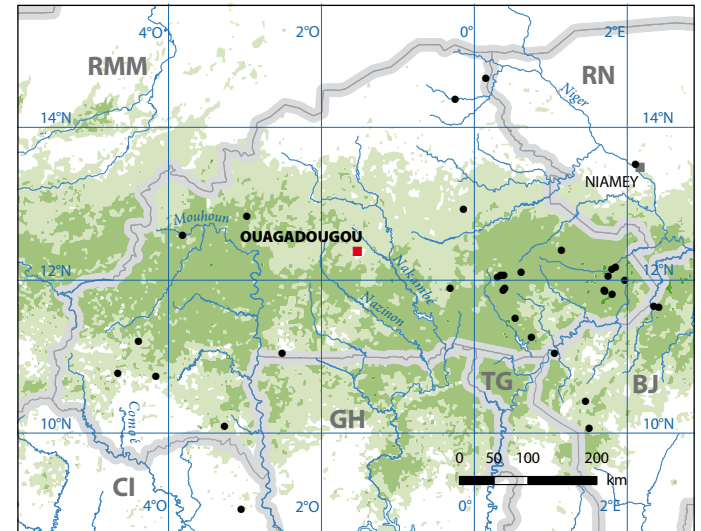
Echelle globale	Afrique Tropicale
Global scale	Tropical Africa
Echelle régionale	Soudano-guinéenne
Regional scale	Sudano-guinean
Habitat	Savane, forêts
Habitat	Savanna, forest

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Saison sèche dependant du feu
Flowering time	Dry season depending on fire
Fructification Fruiting time	Toute l'année All the year around
Usages	Médecine, confection d'outil, fourrage, construction, gomme utilisé dans la teinture et le tannage
Uses	Medicine, tools, forage, construction, gum used for colour and tanning

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]



Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute High



Faible Low



Site de collecte • Collection locality

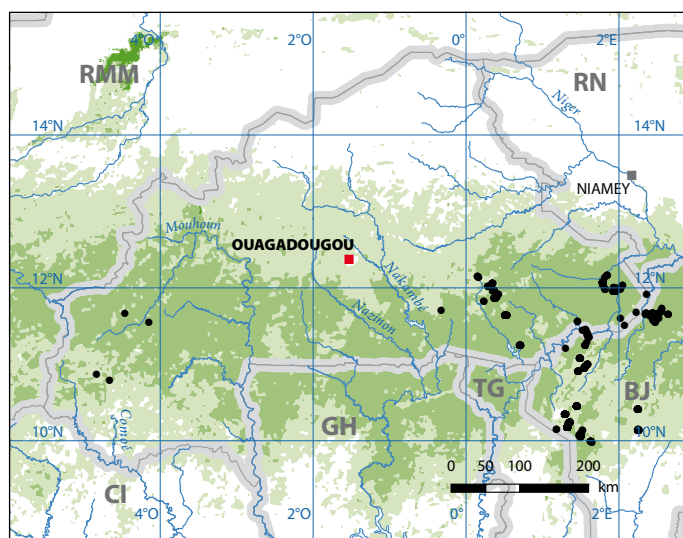


ATH



ATH

Crossopteryx febrifuga (Afzel. ex G.Don) Benth.



Probabilité d'occurrence

Haute ■ High



Faible Low

Site de collecte • Collection locality

Probability of occurrence

High



Low

Collection locality



Type biologique (Raunkiaer)	Phanérophyte
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre, arbuste
Life form (additional)	Tree, shrub
Hauteur	3-6 (-9) m
Height	3-6 (-9) m
Feuille	Opposées, ovales ou elliptiques, pubescentes à glabres, nervation pennée, stipules persistantes
Leaf	Opposite, ovate or elliptic, pubescent to glabrous, venation pinnate, persistent stipules
Inflorescence	Corymbe terminal, ombelliforme
Inflorescence	Terminal, umbellike raceme
Fleur	Blanche, odorante, calice avec 4-6 lobes, Corolle avec 4-6 lobes
Flower	White, odorous, Calyx with 4-6 lobes, Corolla with 4-6 lobes
Fruit	Capsule globuleuse à elliptique, glabre, brune à noire, déhiscent
Fruit	Globular to elliptic, glabrous capsule, brown to black, dehiscent
Graine	Deux graines plates par fruits
Seed	Two flat seeds per fruit

DISTRIBUTION

Echelle globale, Global scale	Afrique Tropicale Tropical Africa
Echelle régionale, Regional scale	Soudano-guinéenne Sudano-guinean
Habitat	Savane
Habitat	Savanna

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison, Flowering time	Deuxième moitié de la saison sèche Second half of dry season
Fructification, Fruiting time	Août-Oct Aug-Oct
Usages, Uses	Médecine, magico-reilgieux, construction, confection d'outils Medicine, magic-reiligious, construction, tools

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]; [120]

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	PhanérophYTE
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre
Life form (additional)	Tree
Hauteur Height	15-20 (-25) m
Feuille	Alternes, pennées 4-9 paires de folioles opposées, ovales ou elliptiques, nervation pennée
Leaf	Alternate, pinnate, 4-9 pairs of opposite, ovate or elliptic leaflets, nervation pinnate
Inflorescence	Panicule axillaire atteignant 15 cm de long
Inflorescence	Axillary panicle, -15 cm
Fleur	Blanche ou verdâtre, 4 sépales, un grand pétale, 10 étamines
Flower	White or greenish, 4 sepals an 1 big petal, 10 stamina, exceed the petals
Fruit	Gousse plate, obovale, beige, déhiscent
Fruit	Flat, ovate legume, beige, dehiscent
Graine	Brune, obovale, adhérent à une des valves de la gousse
Seed	Brown, ovate, adherent to one of the valves of the legume

DISTRIBUTION

Echelle globale	Afrique Tropicale
Global scale	Tropical Africa
Echelle régionale	Soudano-guinéenne
Regional scale	Sudano-guinean
Habitat	Savane
Habitat	Savanna

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

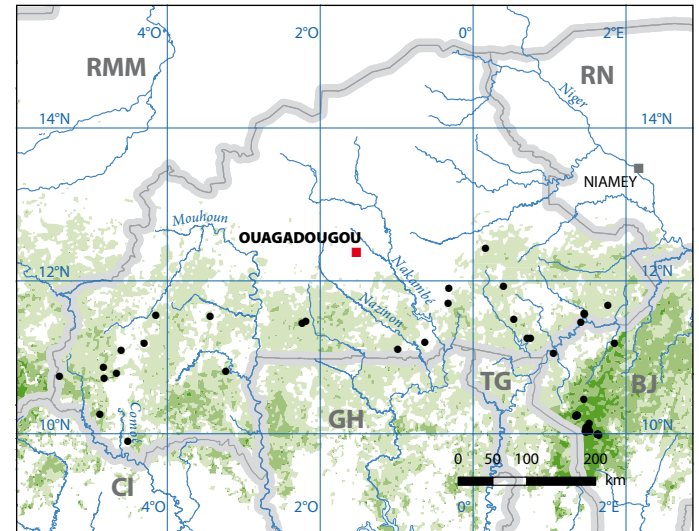
Floraison	Mar-Mai
Flowering time	Mar-May
Fructification Fruiting time	Juin-Août June-Aug
Usages	Médecine, construction, résine utilisée vernis, colle et en parfumerie
Uses	Medicine, construction, resin used as varnish, glue and in perfumery

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]; [120]

Daniellia oliveri (Rolfe) Hutch. & Dalz.

Copalier Africain de Balsam ou Santan, African Copaiba Balsam Tree



Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute High



Faible Low

Site de collecte • Collection locality



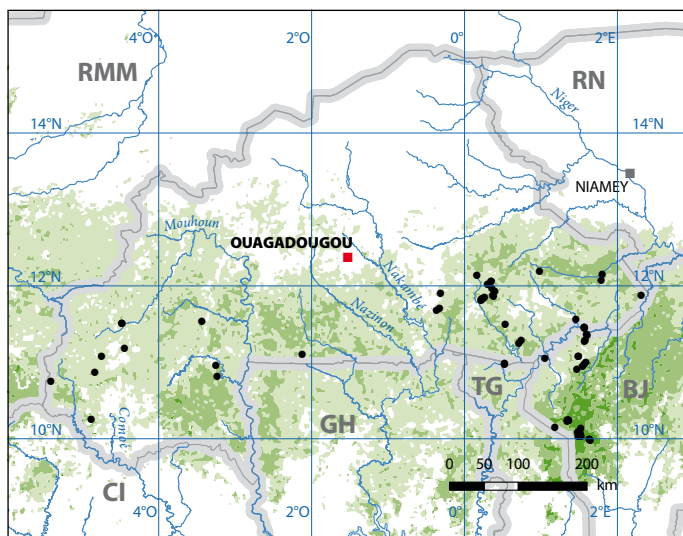
ATH



ATH

Detarium microcarpum Guill. & Perr.


Tallow tree, Petit d'atar



Probabilité d'occurrence **Probability of occurrence**

Haute  High



Faible  Low

Site de collecte • Collection locality



Type biologique (Raunkiaer)	PhanérophYTE
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre
Life form (additional)	Tree
Hauteur Height	8-10 m
Feuille	Alternes, pennées, 3-4 de paires de folioles ovales ou elliptiques, nervation pennée
Leaf	Alternate, unevenly pinnate, 3-4 pairs of leaflets, ovate or elliptic, venation pinnate
Inflorescence	Grappe axillaire, 2-5 cm de long
Inflorescence	Axillary raceme, 2-5 cm long
Fleur	Blanche, apétale, 4 sépales, 8-10 étamines
Flower	White, without petals, 4 sepals, 8-10 stamina
Fruit	Drupe [?] charnue, ovoïde à globuleuse, aplatie, pulpe farineuse, fibreuse et sucrée
Fruit	Fleshy drupe [?] , ovoid to globular, flattened, flesh fibrous and sweet
Graine Seed	Brune, plate, une graine par fruit brown, flat, one seed per fruit

DISTRIBUTION

Echelle globale Sénégal au Caméroun, au Soudan
Global scale Senegal to Cameroon, to Sudan

Echelle régionale Soudano-guinéenne
Regional scale Sudano-guinean

Habitat Savane, forêts sèches, jachères
Habitat Savanna, dry forests, fallows

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison Saison pluvieuse
Flowering time Rainy season

Fructification Oct-Déc
Fruiting time Oct-Dec

Usages Médecine, alimentation, construction, confection d'outils, magico-reilgieux
Uses Medicine, food, forage, construction, tools, magic-reiligious

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]; [120]

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	PhanérophYTE
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre
Life form (additional)	Tree
Hauteur Height	10-12 (-18) m
Feuille	Alternes, pennées, 3-4 paires de folioles opposées, ovale à elliptique, nervation pennée
Leaf	Alternate, pinnate, 3-4 pairs of leaflets, opposite, ovate to elliptic, venation pinnate
Inflorescence	Panicule terminale, glabre à pubescent, 10-30 cm de long
Inflorescence	Terminal panicle, glabrous to pubescent, 10-30 cm long
Fleur	Verte, blanche, 5 sépales, 5 pétales, un plus large, avec 2 bractéoles à la base de la fleur
Flower	Green, white, 5 sepals, 5 tepals, 1 bigger, with 2 bracteoles at the base of the flower
Fruit	Brune, gousse plate, dure, s'ouvrant par l'enroulement des deux valves sur elles-mêmes
Fruit	Brown, oblong flat legume, tough, opening by rolling up of the two valves
Graine Seed	Marron, plat Marron, flat

DISTRIBUTION

Echelle globale	Afrique Tropicale
Global scale	Tropical Africa
Echelle régionale	Soudano-guinéenne
Regional scale	Sudano-guinean
Habitat	Savane, sur sols argileux
Habitat	Savanna, on clayey soils

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

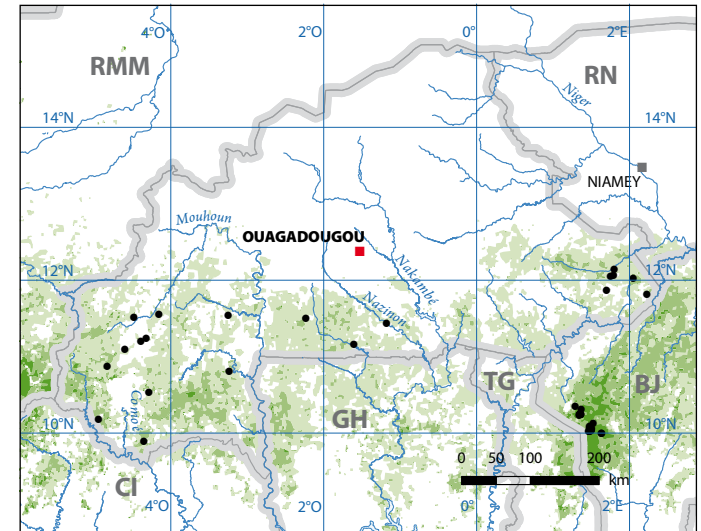
Floraison	Deuxième moitié de la saison sèche
Flowering time	Second half of dry season
Fructification Fruiting time	Juin-Juil June-Jul
Usages	Médecine, construction, magico-religieux
Uses	Medicine, construction, magic-religious

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]; [120]; [124]

Isoberlinia doka Craib & Stapf

Doka



Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute High



Faible Low



Site de collecte • Collection locality



ATH



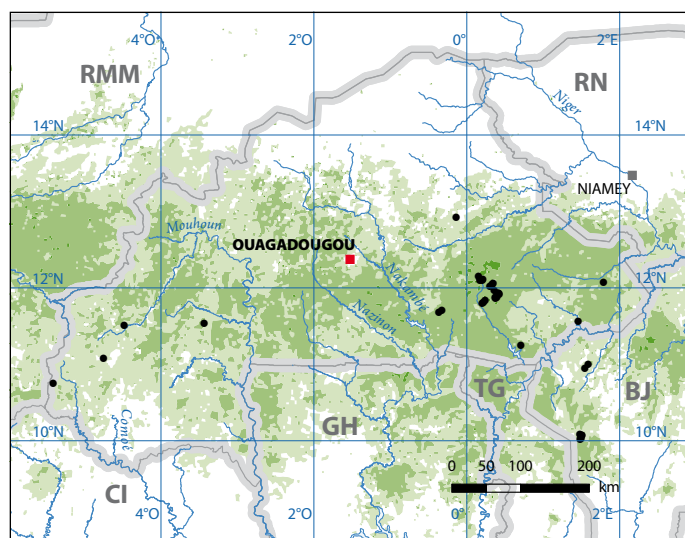
ATH



ATH

Lannea microcarpa Engl. & Krause

Raisinier, Wild grapes



Probabilité d'occurrence

Haute  High



Faible  Low

Site de collecte • Collection locality

Probability of occurrence

Type biologique (Raunkiaer)

PhanérophYTE

Life form (Raunkiaer)

Phanerophyte

Type biologique (complément)

Arbre, arbuste

Life form (additional)

Tree, shrub

Hauteur | Height

à 15 m | up to 15 m

Feuille

Alternes, imparipennées, 2-4 paires de folioles opposées, ovales à elliptiques, nervation pennée

Leaf

Alternate, imparipinnate, 2-4 pairs of opposite, ovate to elliptic leaflets, venation pinnate

Inflorescence

Racème terminal, jusqu'à 15 cm de long piqueté de points glanduleux

Inflorescence

Terminal raceme, up to 15 cm long, with glandular spots

Fleur

Jaune, 4 pétales

Flower

Yellow, 4 petals

Fruit

Drupe charnue et glabre, pourpre à maturité, avec 4 petites dents au sommet

Fruit

Fleshy drupe, crimson when mature, with 4 small teeth at the summit

Graine | Seed

Brune | brown

DISTRIBUTION

Echelle globale

Sénégal au Caméroun

Global scale

Senegal to Cameroon

Echelle régionale

Sahélo-soudanienne, soudanienne

Regional scale

Sahelo-sudanian, sudanian

Habitat

Savane, sur sols rocheux

Habitat

Savanna, on rocky soils

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison

Fin de la saison sèche

Flowering time

End of dry season

Fructification

Fin de la saison sèche

Fruiting time

End of dry season

Usages

Médecine, alimentation, fourrage, construction, teinture

Uses

Medicine, food, forage, construction, stain

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]; [120]; [124]



ATH



ATH



ATH

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	PhanérophYTE
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre
Life form (additional)	Tree
Hauteur Height	10-15 (-20) m
Feuille	Alternes, bipenné, 10-30 paires de folioles, 14-65 paires de folioles oblongues
Leaf	Alternate, bipinnate, 10-30 pairs of leaflets, 14-65 pairs of oblong pinnules
Inflorescence	Grappes tombante de capitules sphériques, 4-5 cm de diamètre, sur un long pédoncule
Inflorescence	Raceme falling from globular capitules, 4-5 cm diameter, on long peduncle
Fleur	Rose à rouge
Flower	Pink to red
Fruit	Gousse glabre, brune, en grappes, pulpe farineuse jaune et sucrée
Fruit	Glabrous, brown legume, in racemes, yellow, sweet, floury flesh
Graine Seed	Aplatie, brune-noire Flat, brown-blackish

DISTRIBUTION

Echelle globale	Afrique Tropicale, cultivée dans le Caraïbes
Global scale	Tropical Africa, cultivated in the Caribbean
Echelle régionale	Soudanienne
Regional scale	Sudanian
Habitat	Savane
Habitat	Savanna

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

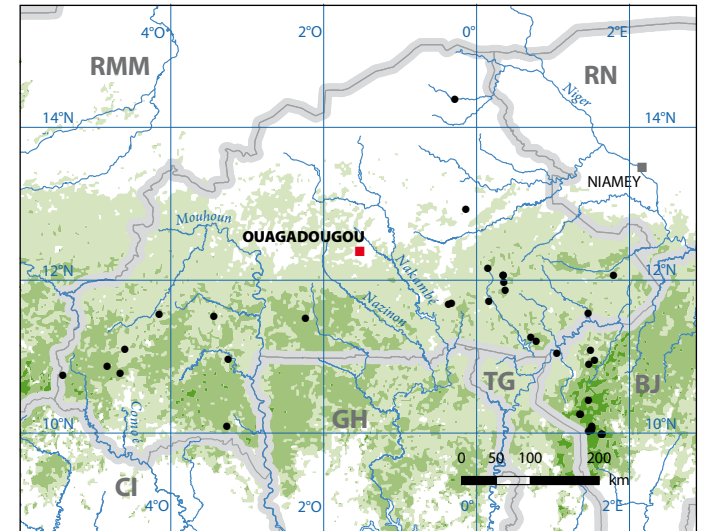
Floraison	Deuxième moitié de la saison sèche
Flowering time	Second half of dry season
Fructification	Deuxième moitié de la saison sèche
Fruiting time	Second half of dry season
Usages	Médecine, alimentation, épice, fourrage, construction, poison de pêche
Uses	Medicine, food, spice, forage, construction, fishing poison

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]; [120]

Parkia biglobosa (Jacq.) R. Br. ex. Benth.

Néré, West African locust bean



Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute High



Faible Low



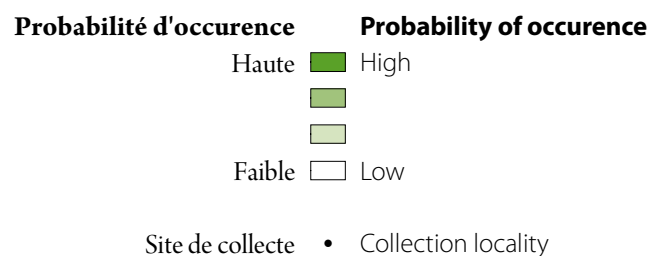
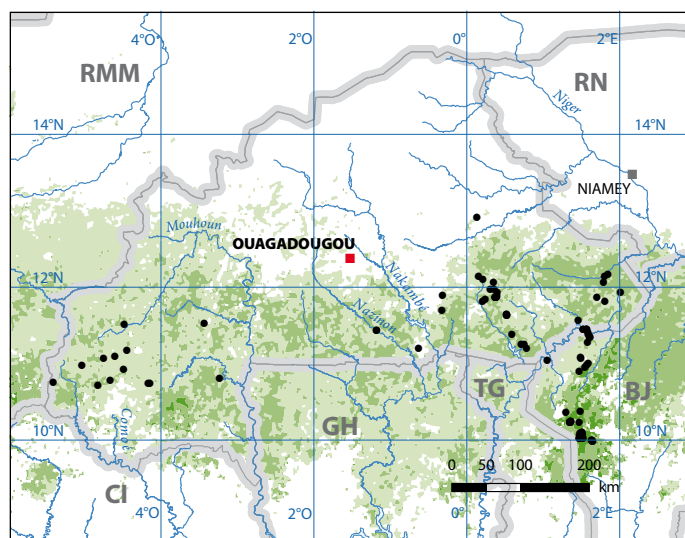
Site de collecte • Collection locality



ATH

Pterocarpus erinaceus Poir.

Palissandre du Sénégal, barwood



DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	PhanérophYTE
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre
Life form (additional)	Tree
Hauteur Height	8-15 m
Feuille	Alternes, imparipennées à 3-7 paires de folioles, pubescentes sur la face supérieure, ovales à elliptiques
Leaf	Alternate, pinnately compound with 3-7 pairs of leaflets, pubescent on the upper side, ovate-elliptic
Inflorescence	Gappe lâche, 10-20 cm de long
Inflorescence	Raceme, 10-20 cm long
Fleur	Jaune, asymétrique, odorante
Flower	Yellow, asymmetric, odorous
Fruit	Samare plate entourée d'une aile circulaire membraneuse, avec des poils rigides aux deux extrémités
Fruit	Samara enclosed by a circular wing, with stiff hairs on both sides
Graine	Polyhédrale, brune
Seed	Polyhedral, brown

DISTRIBUTION

Echelle globale	Sénégal au Cameroun et à la République centrafricaine
Global scale	Senegal to Cameroon and Centrafrican Republic
Echelle régionale	Soudano-guinéenne
Regional scale	Sudano-guinean
Habitat	Savane
Habitat	Savanna

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Saison sèche
Flowering time	Dry season
Fructification	Saison sèche
Fruiting time	Dry season
Usages	Médecine, construction, artisanat, confection d'outils
Uses	Medicine, construction, art, tools

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	PhanérophYTE
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre
Life form (additional)	Tree
Hauteur Height	3-8 m
Feuille	Alternes, imparipennée, folioles subopposées ou alternes, ovales, elliptiques ou suborbiculaires, grisâtres sur la face inférieure
Leaf	Alternate imparipinnate, leaflets subopposite or alternate, ovate, elliptic or suborbiculate, greyish on the lower side
Inflorescence	Grappes, à la base des feuilles, 6-12 cm de long
Inflorescence	Raceme, at the base of the leaves, 6-12 cm long
Fleur	Jaune, asymétrique, pédicellé, calice denté
Flower	Yellow, asymmetric, pedicelled, calyx denticulated
Fruit	Samare plat, entourée d'une aile membraneuse obovale ou elliptique, beige à maturité
Fruit	Flat Samara, surrounded by 1 membranaceous, ovate or elliptic wing, beige when mature
Graine	Réniforme ou oblong-réniforme, 1 à 2 par fruit
Seed	Reniform or oblong-reniform, 1 or 2 per fruit

DISTRIBUTION

Echelle globale	Sénégal à l'Éthiopie et l'Érythrée
Global scale	Senegal to Ethiopia and Eritrea
Echelle régionale	Sahélo-soudanienne, soudanienne
Regional scale	Sahelo-sudanian, sudanian
Habitat	Savane, brousses tigrées
Habitat	Savanna, tiger bush

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

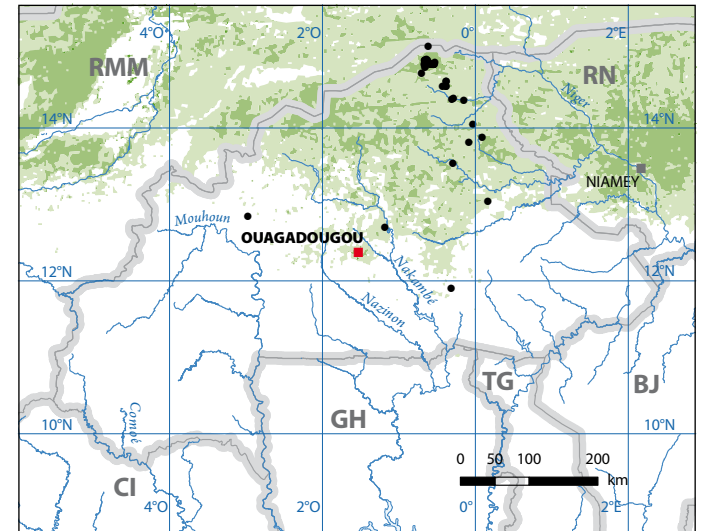
Floraison Flowering time	Saison sèche Dry season
Fructification	Juin-Sept
Fruiting time	June-Sept
Usages	Médecine, épice, fourrage, construction, confection d'outils, teinture
Uses	Medicine, spice, forage, construction, tools, stain

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]

Pterocarpus lucens Guill. & Perr.

Small-leaved bloodwood



Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute High



Faible Low

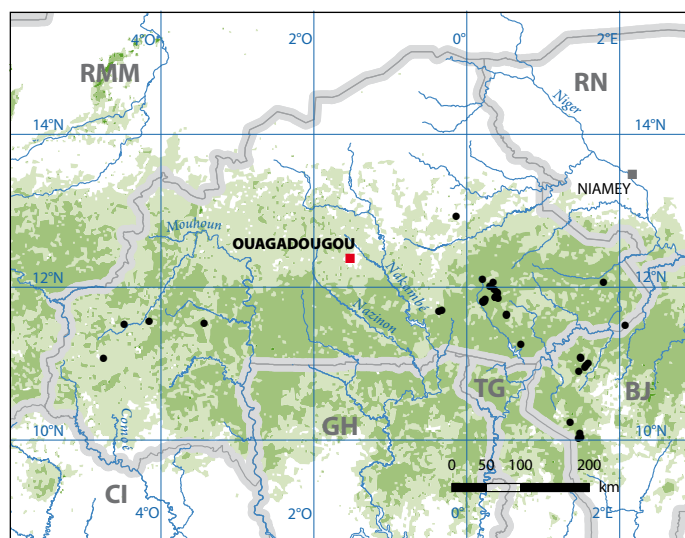


Site de collecte • Collection locality



Sterculia setigera Del.

Karaya gum tree



Probabilité d'occurrence **Probability of occurrence**

Haute  High



Faible  Low

Site de collecte • Collection locality



DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	PhanérophYTE
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre
Life form (additional)	Tree
Hauteur Height	10-12 (-18) m
Feuille	Alternes, profondément lobée, 3-5 lobes, pubescente sur les 2 faces, nervation palmée
Leaf	Alternate, deeply lobbed, 3-5 lobes, hairy on both sides, venation palmate
Inflorescence	Monoïque, solitaire, racème
Inflorescence	Monoecious, solitary, raceme
Fleur	Verte, rouge, apétale, calice conique avec 5 lobes, pubescent à l'extérieur
Flower	Green, red, apetalous, conic calyx with 5 lobes, pubescent on the exterior
Fruit	Follicule sec, glabre, brune, disposée en étoiles par 3 ou 4, déhiscent
Fruit	Dry, glabrous follicle, brown, disposed in buches of 3 or 4, dehiscent
Graine	5-12 graines par fruits, rouge ou noire avec une arille jaune à la base
Seed	5-12 seed per fruit, red or black with yellow aril at the base

DISTRIBUTION

Echelle globale Global scale	Afrique Tropicale Tropical Africa
Echelle régionale	Sahélo-soudanienne à guinéenne
Regional scale	Sahelo sudanian to guinean
Habitat Habitat	Savane Savanna

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison	Deuxième moitié de la saison sèche
Flowering time	Second half of dry season
Fructification Fruiting time	Août-Avr Aug-Apr
Usages	Médecine, épice, fourrage, alimentation, résine utilisée de diverses manières en industrie, alimentation, pharmacie et cosmétique
Uses	Medicine, spice, forage, food, rubber is used in many ways in industry, alimentation, pharmacy and cosmetics

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]; [120]

DESCRIPTION

Type biologique (Raunkiaer)	PhanérophYTE
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre
Life form (additional)	Tree
Hauteur Height	12-15 m
Feuille	Alternes, imparipinnée, 8-15 paires de folioles opposées, ovales ou elliptiques
Leaf	Alternate, imparipinnate, 8-15 pairs of leaflets, opposite, ovate or elliptic
Inflorescence	Racème terminal ou axillaire avec 5-10 fleurs
Inflorescence	Terminal or axillary raceme with 5-10 flowers
Fleur	Jaune striée du rouge, 3-4 sépales ovales à l'intérieur verte à jaune et brune à l'extérieur, 3 pétales denticulés
Flower	Yellow, striated with red, 3-4 ovate sepals on the interior green to yellow, brown on the exterior, 3 denticulated petals
Fruit	Glabre, subcylindrique, gousse courbe, persistante, brune devenant noire, avec une pulpe brunâtre et sucrée
Fruit	Glabrous, subcylindrical, curved legume, persistent, brown becoming black, with brown, sweet flesh
Graine Seed	Ovoïde, brune foncée Ovoid, dark brown

DISTRIBUTION

Echelle globale Global scale	Pantropicale Pantropical
Echelle régionale Regional scale	Zones tropicales semi-arides Semi-arid tropical zones
Habitat Habitat	Savane Savanna

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

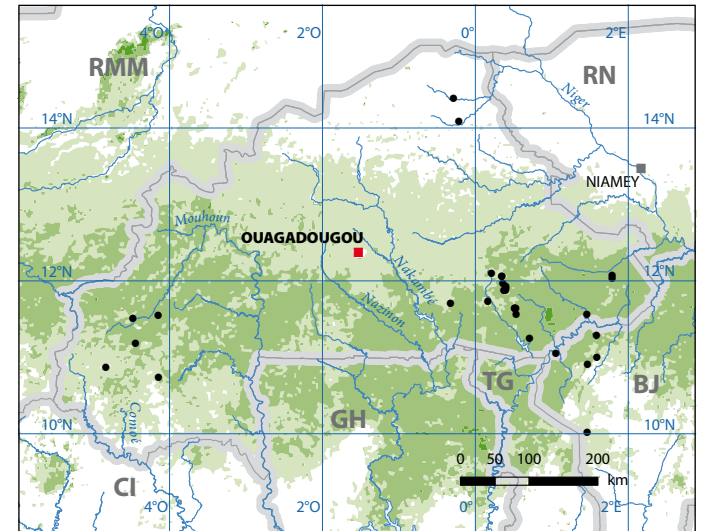
Floraison	Fin de la saison sèche
Flowering time	End of dry season
Fructification Fruiting time	Oct-Déc Oct-Dec
Usages	Médecine, épice, alimentation, fourrage, construction, confection d'outils, teinture (vert, rouge), industrie (condenser le caoutchouc)
Uses	Medicine, spice, food, forage, construction, tools, stain (green, red), industrial (for coagulating rubber)

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]; [120]; [124]

Tamarindus indica L.

Tamarinier, Tamarind tree



Probabilité d'occurrence

Probability of occurrence

Haute High



Faible Low

Site de collecte • Collection locality



ATH



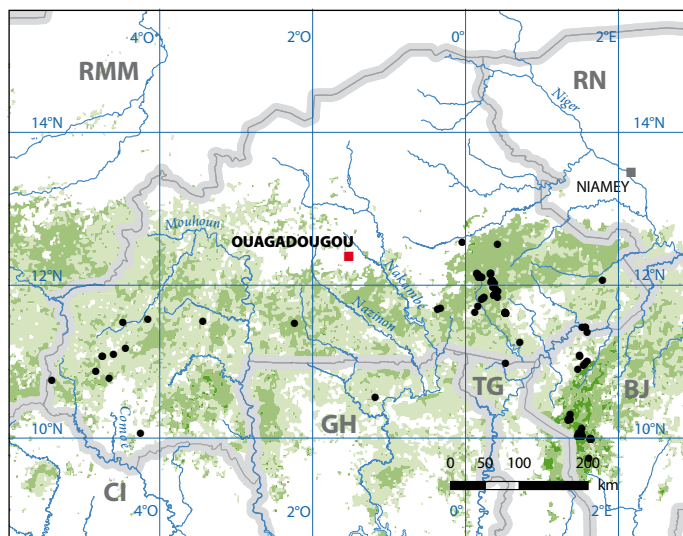
ATH



ATH

Vitellaria paradoxa C. F. Gaertn. DESCRIPTION


Karité; Shea tree



Probabilité d'occurrence Probability of occurrence

Haute  High



Faible  Low

Site de collecte • Collection locality



Type biologique (Raunkiaer)	Phanérophyte
Life form (Raunkiaer)	Phanerophyte
Type biologique (complément)	Arbre
Life form (additional)	Tree
Hauteur Height	6-9 m
Feuille	Alternes, pétiolées, simples; en touffe à l'extrémité des rameaux
Leaf	Alternate, petiolate, simple; bunches at the end of the branches
Inflorescence	Ombelle terminale de 20-40 fleurs
Inflorescence	Terminal umbel of 20-40 flowers
Fleur	Fleur octaèmère avec un calice pubescent ferrugineux à 8 lobes et des pétales blanc crèmes
Flower	Octomerous flowers with green pubescent calyx of 8 lobes and creamy white petals
Fruit	Drupe ovoïde avec une amande dans une pulpe charnue et comestible
Fruit	Green ovoid drupe with a large kernel in a fleshy, edible pulp
Graine	Brune, luisante, avec une grande cicatrice beige
Seed	Brown, shiny, with a large greyish spot

DISTRIBUTION

Echelle globale Global scale	Afrique Mainland Africa
Echelle régionale	Soudanienne endémique
Regional scale	Sudanian endemic
Habitat	Savane et champ, épargnée durant les défrichages
Habitat	Savanna and fields, protected from clearing

PHENOLOGIE | PHENOLOGY

Floraison Flowering time	Saison sèche Dry season
Fructification	Sept-Oct
Fruiting time	Sept-Oct
Usages	Beurre utilisé dans l'alimentation et le cosmetic, pulpe consommée, bois utilisé dans la construction, la confection d'outils et comme combustible
Uses	Major source of fat (shea butter!) for cooking and cosmetics, edible pulp, wood used for construction, tools and fuelwood

SOURCES D'INFORMATION | DATA SOURCES

[35]

UTILISATION DES TERRES

6.12

Systèmes et pratiques agroforestiers

Babou André BATIONO

A l'instar des autres pays de la zone aride et semi-aride de l'Afrique de l'Ouest, l'arbre a toujours occupé une place de choix dans la vie quotidienne des populations du Burkina Faso. Les produits tirés des arbres sont omniprésents dans l'alimentation humaine et animale, la médecine traditionnelle, la construction, l'artisanat, la spiritualité, etc. Pour pouvoir garantir en permanence les multiples avantages des **ligneux**², les paysans ont toujours conservé ou voulu conserver dans leurs champs certaines espèces ligneuses qu'ils jugent nécessaires à leur bien-être. Le maintien volontaire des ligneux en association avec les cultures a donné naissance à la notion d'**agroforesterie**². Si cette expression est récente et liée à un vocabulaire scientifique, la pratique qu'elle désigne est quant à elle séculaire.

LAND USE

Agroforestry systems and practices

Like in other countries in the arid and semi-arid zone of West Africa, the tree has always occupied a key position in the daily life of the inhabitants of Burkina Faso. Products obtained from trees are ever-present in human and animal food, traditional medicine, construction, craft industries, spirituality, etc. In order to permanently guarantee the supply of the many advantages of trees, farmers have always conserved or wanted to conserve some tree species in their fields which they deem necessary for their well-being. The voluntary conservation of trees combined with crops gave rise to the notion of **agroforestry**². Whilst this expression is recent and associated with a scientific vocabulary, the practice it describes is itself ancient.

L'agroforesterie se distingue de l'agriculture et de la foresterie prises isolement. Elle vise à optimiser les interactions entre les composantes ligneuse et non ligneuse de manière à assurer une production soutenue et durable des **écosystèmes**² agricoles et une diversification de la production. La diversité socio-culturelle des systèmes de production et du milieu physique qui caractérise le Burkina Faso a favorisé le développement de nombreux systèmes agroforestiers et d'une panoplie de technologies et de pratiques agroforestières.

SYSTEMES ET TECHNOLOGIES AGROFORESTIERS COURAMMENT DEVELOPPES AU BURKINA FASO

On appelle système agroforestier, l'ensemble des composantes (lignes, cultures ou animaux) qui interagissent pour désigner un type courant d'utilisation des terres dans une zone donnée. Les principaux systèmes agroforestiers développés au Burkina Faso peuvent être classés dans trois grands groupes :

- Les systèmes agrosylvicoles où l'accent est particulièrement mis sur les associations arbres-cultures,
- Les systèmes sylvopastoraux qui désignent les associations arbres-animaux (production de fourrages ligneux),
- Les systèmes agrosylvopastoraux où l'accent est mis sur les

Agroforestry differs from agriculture and forestry taken separately. It aims to optimize the interactions between tree and non-tree components in a way that ensures sustained and sustainable production of agricultural **ecosystems**² and diversification of production.

The socio-cultural diversity, the production systems and the physical environment which characterize Burkina Faso favour the development of numerous agroforestry systems and panoply of technologies and agroforestry practices.

AGROFORESTRY SYSTEMS AND TECHNOLOGIES CURRENTLY DEVELOPED IN BURKINA FASO

We call an agroforestry system the combination of all of the components (trees, crops or animals) which interact to create a common type of land use in a given zone. The main agroforestry systems developed in Burkina Faso can be classified into three major groups:

- Agroforestry systems where the emphasis is on tree-crop combinations in particular,
- Agropastoral systems which describe tree-animal combinations (production of tree forage),



Fig. 6.32: Parc agroforestier résiduel dans le Plateau central du Burkina Faso. | Residual agroforestry parkland in the central plateau of Burkina Faso. ABA
Fig. 6.33: Parc agroforestier construit à *Faidherbia albida* au Centre-Ouest du Burkina Faso. Agroforestry parkland with *Faidherbia albida* in western centre of Burkina Faso. ABA

associations arbres-cultures-animaux. Ce dernier système est le plus répandu à l'échelle du pays.

Dans chaque système on distingue, en fonction de l'arrangement spatial et temporel des ligneux, plusieurs technologies agroforestières dont les principales sont : les parcs agroforestiers, les haies vives

et les jachères.

Les parcs agroforestiers

Le parc agroforestier est la technologie agroforestière la plus répandue et la plus anciennement pratiquée au Burkina Faso. Elle désigne les associations agroforestières dans lesquelles les ligneux

- Agroforestry-pastoral systems where the emphasis is on tree-crop-animal combinations. The latter system is the most widespread throughout the country.

In each system, due to the spatial and temporal layout of the trees, we can distinguish several agroforestry technologies with the main ones being: the parkland, the hedgerows and the fallow.

The parklands

The parkland is the most widespread agroforestry technology and the oldest practised in Burkina Faso. It describes agroforestry combinations where the trees are spread out around the fields. The term "spread out" does not mean that the trees are randomly placed in the fields. In fact, in parklands the arrangement of the trees is organized according to the objectives and perceptions of the producers. On the one hand the trees in traditional parklands result from selective clearing (residual agroforestry park) from the time the fields were created and on the other hand from the practice of assisted natural regeneration (Fig. 6.32). Traditional parklands are generally composed of food species such as the shea tree (*Vitellaria paradoxa*), the

locust bean tree (*Parkia biglobosa*), the silk cotton tree (*Bombax costatum*), the raisin tree (*Lannea microcarpa*), the baobab (*Adansonia digitata*), the tamarind (*Tamarindus indica*), *Crataeva adansonii*, etc. The diversity of the inhabitants' needs and the necessity of having particular tree species in specific places have favoured the establishment of parklands through domestication of **exotic or local species**⁷. We can cite the neem (*Azadirachta indica*) parks in the Centre-West region, the cashew tree (*Anacardium occidentale*) parks in the South and the West, the baobab (*Adansonia digitata*) parks in the North, the *Faidherbia albida* parks seen in several regions, etc. Therefore, parklands are part of the strategies developed by populations to claim their property right (Fig. 6.33). However, the parklands are characterized by their low specific richness (composed by few species) and by the insufficiency of regeneration (composed of old individuals).

The hedgerows

The hedgerows characterize agroforestry combinations in which the trees are arranged in strips or bands (Fig. 6.34). The hedgerow is a mark of settlement or of a desire to use the

sont dispersés dans les champs. Le mot « dispersé » ne signifie pas que les éléments ligneux sont disposés au hasard dans le champ. En réalité, dans le parc agroforestier la disposition des arbres est ordonnée selon les objectifs et les perceptions des producteurs. Les arbres du parc agroforestier traditionnel sont issus d'une part du défrichement sélectif (parc agroforestier résiduel) lors de la création des champs et d'autre part de la pratique de la régénération naturelle assistée (Fig. 6.32). Les parcs agroforestiers traditionnels se composent généralement d'espèces alimentaires comme le karité (*Vitellaria paradoxa*), le néré (*Parkia biglobosa*), le kapokier (*Bombax costatum*) le raisinier (*Lannea microcarpa*), le baobab (*Adansonia digitata*), le tamarinier (*Tamarindus indica*), *Crataeva adansonii*, etc. La diversité des besoins des populations et la nécessité d'avoir des espèces ligneuses particulières à des endroits précis a favorisé la construction de parcs agroforestiers par la domestication d'**espèces exotiques**⁷ ou locales. On peut citer les parcs à neem (*Azadirachta indica*) dans la région du Centre-Ouest, les parcs à anacardiés (*Anacardium occidentale*) dans le Sud et l'Ouest, les parcs à baobab (*Adansonia digitata*) dans le Nord, les parcs à *Faidherbia albida* observés dans plusieurs régions, etc. (Fig. 6.33). Le parc agroforestier fait partie ainsi des stratégies développées par les populations pour

space. The tree species used vary according to the types of hedgerow. Defensive hedgerows are developed around perimeters irrigated to combat invasion of livestock in the dry season in order to promote vegetable or crop production in the counter season. This agroforestry technology has seen significant

construire leurs patrimoines naturels. Les parcs agroforestiers se caractérisent cependant par leur faible richesse spécifique (peu d'espèces les composent) et par l'insuffisance de la régénération (composés de vieux individus).

Les haies vives

Les haies vives caractérisent les associations agroforestières dans lesquelles les ligneux sont disposés en lignes ou en bandes (Fig. 6.34). La haie vive est la marque d'une sédentarisation ou d'une volonté d'organisation de l'espace. Les espèces ligneuses utilisées varient selon les types de haies vives. Les haies vives défensives sont développées autour des périmètres irrigués pour lutter contre la divagation des animaux en saison sèche et favoriser ainsi la production de contre-saison. Cette technologie agroforestière a connu un développement important ces dernières années avec la promotion de la production de contre-saison dans toutes les régions du pays. Les espèces épineuses comme *Acacia nilotica*, *Acacia senegal* et *Ziziphus mauritiana* sont les plus utilisées. La haie vive est dite anti-érosive lorsqu'elle est installée pour combattre principalement l'érosion due au vent (on parle alors de brise-vent) ou due à l'eau. Les haies vives, pour lutter contre l'érosion hydrique, sont

development in recent years with the promotion of counter season production in all regions of the country. Thorny species such as *Acacia nilotica*, *Acacia senegal* and *Ziziphus mauritiana* are mostly used. The hedgerow is said to be anti-erosive when it is installed mainly to combat wind erosion (then it is called a

Fig. 6.34: Haie vive anti-érosive à *Piliostigma reticulatum* dans le centre-ouest du Burkina Faso. Anti-erosion hedgerow with *Piliostigma reticulatum* in the western centre of Burkina Faso. ABA



Fig. 6.35: Culture de *Adansonia digitata* (baobab) et du *Moringa oleifera* en planche au nord du Burkina Faso. | Cultivation of *Adansonia digitata* (baobab) and of *Moringa oleifera* in gardens in the north of Burkina Faso. ABA



généralement associées aux ouvrages anti-érosifs comme les cordons pierreux, les diguettes en terre et les demi-lunes. Ces types de haies sont fréquents dans les zones à faible pluviométrie comme le Plateau Central et le Nord. Elles sont également utilisées pour fixer les dunes dans la région du Sahel. Plusieurs espèces exotiques ou locales telles que *Piliostigma reticulatum*, *Glyricidia sepium*, *Guiera senegalensis*, *Azadirachta indica*, *Bauhinia rufescens*, *Acacia senegal*, *Acacia nilotica*, *Prosopis juliflora*, *Commifora africana*, etc. sont utilisées.

Les jachères

Comme le parc agroforestier traditionnel, la jachère est une pratique agroforestière ancestrale. C'est une pratique traditionnelle utilisée pour reconstituer la **fertilité**⁷ des sols. Elle consiste à laisser la parcelle en repos après plusieurs années de mise en culture et à y retourner lorsque la fertilité est reconstituée par le développement de la végétation naturelle. La jachère est pratiquée dans les zones de faibles densités humaines où les terres cultivables sont encore disponibles comme l'Ouest, le Sud-ouest et l'Est. Même dans ces zones, la durée de la jachère est de plus en plus réduite. La jachère est difficile à pratiquer dans le Centre et le Nord à cause de l'insuffisance des terres cultivables.

windbreak) or water erosion. Hedgerows for combating water erosion are generally combined with anti-erosion works such as stone lines, earth bounds and half-moons. These types of fences are frequent in the zones with low rainfall such as the Central Plateau and the North. They are also used to stabilize dunes in the Sahel region. Several exotic or local species such as *Piliostigma reticulatum*, *Glyricidia sepium*, *Guiera senegalensis*, *Azadirachta indica*, *Bauhinia rufescens*, *Acacia senegal*, *Acacia nilotica*, *Prosopis juliflora*, *Commifora africana*, etc. are used for anti erosive hedgerows.

Fallow

Like the traditional hedgerow, fallow is an ancient agroforestry practice. It is a traditional practice used to restore soil **fertility**⁷. It consists of leaving a piece of land uncultivated for some years after several years of cultivation and then start growing crops again when the fertility has been restored by the development of natural vegetation. Fallow is practised in zones of low human population where cultivable land is still available as in the West, the South-West and the East. Even in these zones, the period for which the land is left fallow is being increasingly reduced.

Technologies agroforestières émergentes : les banques alimentaires

Les produits de certaines espèces ligneuses comme *Adansonia digitata* (baobab) et *Moringa oleifera* sont devenus économiquement si importants que la production saisonnière (seulement en saison pluvieuse) n'arrive plus à satisfaire les demandes. C'est ainsi que ces espèces sont de plus en plus considérées comme des cultures maraîchères et produites même en saison sèche par irrigation (Fig. 6.35). Cette technologie est développée par des associations à l'Est, au Centre-Ouest et au Nord du Burkina avec l'appui de la recherche et des services techniques.

CONCLUSION

Les technologies et les pratiques agroforestières sont diversifiées au Burkina Faso. La pratique de l'agroforesterie reste cependant confrontée à la législation forestière qui ne permet pas toujours aux producteurs de gérer convenablement les interactions économiques et écologiques qui naissent des associations arbres-cultures-animaux.

Fallow is difficult to practise in the Centre and the North because of the insufficiency of cultivable land.

Emergent agroforestry technologies: food banks

The products of certain tree species such as *Adansonia digitata* (baobab) and *Moringa oleifera* have become economically so important that seasonal production (only in the rainy season) no longer satisfies the demand. Therefore, these species are increasingly considered market garden crops and produced even during the dry season using irrigation (Fig. 6.35). This technology was developed by associations in the East, the Centre-West and the North of Burkina with the support of research and technical services.

CONCLUSION

Agroforestry technologies and practices are diverse in Burkina Faso. However, the practice of agroforestry is still confronted with forestry legislation which does not always allow the producers to manage the economic and ecological interactions which result from trees-crops-animals combinations suitably.

6.13

Agrobiodiversité : Situation de la diversité biologique agricole

Mahamadou SAWADOGO
Didier BALMA
Roger ZANGRE
Jean-Baptiste TAONDA

L'**agrobiodiversité**⁷ est la composante de la **biodiversité**⁷ qui a trait à la production alimentaire et agricole; elle englobe toute la variété et la variabilité d'animaux, de plantes et de micro-organismes qui servent directement ou indirectement à l'alimentation et à l'agriculture, notamment les cultures, les animaux d'élevage, les forêts et les pêches. Elle renferme la diversité de ressources génétiques (variétés, races) et d'espèces utilisées pour l'alimentation humaine et animale, les fibres, le carburant et les produits pharmaceutiques. Elle comprend également la diversité des espèces non récoltées dont dépend la production (micro-organismes des sols, **prédateurs**⁷, **pollinisateurs**⁷), et les espèces présentes dans le milieu naturel qui servent de soutien aux **agro-écosystèmes**⁷ (agricoles, pastoraux, forestiers et aquatiques) ainsi que la diversité des agro-écosystèmes eux-mêmes. La présente contribution abordera surtout l'agrobiodiversité sous l'angle de la diversité des plantes cultivées.

Agrobiodiversity: Situation of agricultural biological diversity

Agrobiodiversity⁷ is the component of **biodiversity**⁷ dealing with food and agricultural production. It encompasses the whole variety and variability of animals, plants and microorganisms which are used directly or indirectly for food and agriculture, notably crops, livestock, forests and fishing. It incorporates the diversity of genetic resources (varieties, breeds) and species used for human and animal food, fibers, fuel and pharmaceutical products. It also includes the diversity of non-harvested species on which production depends (microorganisms in the soil, **predators**⁷, **pollinators**⁷), and species present in the natural environment which serve as a support for **agroecosystems**⁷ (agricultural, pastoral, forest and aquatic) as well as the diversity of the agroecosystems themselves. The current contribution will approach agrobiodiversity from the perspective of the diversity of the plants cultivated in particular.

L'économie du Burkina Faso est essentiellement basée sur l'agriculture et l'élevage pratiqués par plus de 85 % de la population. Hormis les populations de la partie sahélienne du pays (au Nord) qui pratiquent surtout l'élevage, celles du reste du pays sont en majorité des agriculteurs même si on assiste de plus en plus à la pratique de ces deux activités sur l'ensemble du territoire.

De plus, l'agrobiodiversité ou diversité des plantes cultivées, élément essentiel de la sécurité alimentaire au Burkina Faso, paraît aujourd'hui menacée par les mutations contemporaines mondiales, régionales et locales de l'agriculture. Les conditions climatiques drastiques ajoutées à l'appauvrissement des terres agricoles contraignent les agriculteurs à une migration vers l'Est, le Centre-Sud, le Sud et l'Ouest, à la recherche de terres beaucoup plus propices à l'agriculture.

ETAT DES RESSOURCES PHYTOGENETIQUES AGRICOLES

Les ressources phylogénétiques agricoles comprennent le matériel génétique contenu dans les variétés traditionnelles (cultivars ou variétés locales) et les cultures modernes (souvent améliorées) des agriculteurs ainsi que des parents sauvages des plantes cultivées.

The economy of Burkina Faso is essentially based on agriculture and livestock rearing practised by more than 85 % of the population. Except for the populations of the Sahelian part of the country (the North) which mainly practise livestock rearing, those in the rest of the country are predominantly farmers even if the practice of these two activities is increasingly witnessed across the whole territory.

In addition, the agrobiodiversity or diversity of the plants cultivated, an essential element of food security in Burkina Faso, appears to be threatened today by contemporary global, regional and local mutations in agriculture. Drastic climate conditions added to **degradation**⁷ of agricultural land are forcing farmers to migrate towards the East, the Centre-South, the South and the West, in search of land which is more suitable for agriculture.

STATUS OF THE PHYTOGENETIC AGRICULTURAL RESOURCES

Phylogenetic agricultural resources comprise genetic material contained in traditional varieties (cultivars or local varieties) and modern crops (often improved) of farmers as well as wild

Ainsi, la diversité biologique agricole s'entend par la variabilité contenue dans ces différents groupes pré-cités. A ce titre, l'ethnopluralité du Burkina Faso (une soixantaine d'ethnies) s'accompagne d'une grande diversité dans la **flora**² domestiquée. Ainsi, pour les plantes cultivées, la production agricole est assurée par des cultivars traditionnels issus pour la plupart de domestication sur place, à partir des formes sauvages encore présentes sur certaines aires de cultures. C'est le cas du sorgho, du mil, du riz, du fonio, de l'igname, etc. Les travaux de prospection sont limités, ce qui ne permet pas de donner avec précision l'importance de cette diversité. Néanmoins, il est dénombré qu'au Burkina Faso au moins une soixantaine de plantes cultivées sont considérées comme les plus vulgarisées (Tab. 6.9).

Ces plantes sont cultivées en milieu rural mais on remarque que les espèces maraichères sont très développées autour des agglomérations et autour de nombreuses retenues d'eau naturelles ou artificielles.

La majeure partie de ces cultures est orientée vers l'autosuffisance alimentaire. Néanmoins dans le circuit commercial on rencontre la culture du coton, de l'arachide, du sésame et du soja.

relatives of cultivated plants. Therefore agricultural biological diversity is understood as the variability contained in the different groups mentioned previously. As such the ethnopluralité of Burkina Faso (around sixty ethnic groups) is accompanied by a wide diversity of domesticated **flora**². So, agricultural production for cultivated plants is ensured by traditional cultivars resulting mainly from domestication *in situ* from wild forms still present on some cultivation areas. This is the case for sorghum, millet, rice, fonio, yam, etc. The prospecting works are limited which means that the scale of this diversity cannot be given accurately. Nevertheless, in Burkina Faso at least around sixty of the plants cultivated have been included amongst those considered to be the most popularized (Tab. 6.9).

These plants are cultivated in a rural environment but it is noticeable that the market garden species are very developed around urban agglomerations and around many reserves of natural or artificial dams.

The majority of these crops are aimed at food self-sufficiency. Nevertheless the cultivation of cotton, groundnut, sesame and soya can be found on the commercial chain.

Tab. 6.9: Etat des plantes cultivées au Burkina Faso. | Status of the plants cultivated in Burkina Faso.

Groupe de production Production group	Nombre d'espèces Number of species	Origine ou provenance Origin or provenance
Céréales Cereals	6	Locale Local
Légumineuses Legumes	4	Locale Local
Tubercules Tubers	7	Locale Local
Cultures de rente Cash crops	5	Locale Local
Cultures maraichères Market garden crops	28	6 locales, 22 introduites par les colons 6 local, 22 introduced by colonists
Arboriculture fruitière Fruit crops	12	Locale et introduite Local and introduced
Espèce d'algue Algae species	1	Locale Local
Plantes fourragères Fodder plants	4	Locale Local

Tab. 6.10: Estimation de la répartition des cultures par région (X : importante superficie emblavée ; S : petite superficie emblavée). | Assessment of the distribution of crops per region (X: large cultivated area; S: small cultivated area).

Région Region	Coton Cotton	Sorgho Sorghum	Mil Millet	Maïs Maize	Riz Rice	Blé Wheat	Arachide Groundnut	Niébé Niebe	Sésame Sesame	Pois de terre Peas	Igname Yam	Pomme de terre Potato	Taro Taro	Patate douce Sweet potato	Canne à sucre Sugar cane	Tomate Tomato	Oignon Onion	Gombo Gombo	
Sahel			X				X	X				S						X	
Centre Nord			X				X	X	X			S				S	X		
Nord			X				X	X	S			X						X	
Plateau Central	X	X	X			S	S	X		X							X	S	X
Est	X	X	X			S	S	X	X	S								S	
Centre	X	X	X					X		S									
Centre Est	X	X	X				X			S								S	
Centre Sud	X	X	X			S		X	X	X			X			S	S	S	
Centre Ouest	X	X	X	X				X	X	S	X							S	
Boucle du Mouhoun	X	X	X	X	X	X		X	X									S	
Haut Bassin	X	X		X	X			X	X			X		X				X	
Cascade	X	X		X	X			X				X		X				S	
Sud Ouest	X							X	X		X	S						S	

Les plantes cultivées au Burkina Faso sont multiples et pourraient être classées par région (Tab. 6.10) présentant ainsi une répartition régionale de certaines cultures.

CONSERVATION DES RESSOURCES GENETIQUES DES PLANTES CULTIVÉES

L'une des faiblesses de notre système agricole demeure la collecte et la conservation des plantes cultivées et leurs proches parents. En effet, hors mis certaines prospections locales réalisées par certains chercheurs ou enseignant-chercheurs pour la constitution de collectes de travail, les activités de prospection et de collecte des plantes cultivées datent de plusieurs décennies. Entre 1960 et 1986, une série de missions de prospection et de collecte de plusieurs espèces cultivées et sauvages a été entreprise à travers tout le Burkina Faso avec l'appui de l'IPGRI, en collaboration avec les institutions nationales telles que l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), la Direction des Services Agricoles (DSA), l'Institut du Développement Rural (IDR) de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso et l'Unité de Formation et de Recherche en Science de la Vie et de la Terre (UFR/SVT) de l'Université de Ouagadougou (UO) et d'autres institutions internationales telles

The plants cultivated in Burkina Faso are numerous and can be classified by region (Tab. 6.10) showing a regional distribution of some of the crops.

CONSERVATION OF THE GENETIC RESOURCES OF CULTIVATED PLANTS

One of the weaknesses of our agricultural system remains the collection and conservation of cultivated plants and their close relatives. In fact, apart from certain local prospections carried out by certain researchers for setting up working collections, prospection and collection activities of cultivated plants date back several decades. Between 1960 and 1986 a series of prospection and collection missions of several cultivated and wild species were undertaken throughout the whole Burkina Faso with the support of IPGRI, in collaboration with national institutions such as the Institute for the Environment and Agricultural Research (INERA), the Management of Agricultural Services (DSA), the Institute for Rural Development (IDR) the Polytechnic University of Bobo-Dioulasso and the Unit for Training and Research in Life and Earth Sciences (UFR/SVT) of the University of Ouagadougou (UO) and other international institutions such

que l'IRAT, l'IITA/SAFGRAD, IRD (ex ORSTOM) et l'ICRISAT. Plus de 2 800 accessions de matériel génétique ont pu être collectées et les doubles des échantillons sont conservés dans le pays à la disposition des chercheurs nationaux. La plupart de ces collections ont connu des problèmes de conservation et sont hors d'usage à l'heure actuelle [36]. Comme soutient Brown et al. [37], la conservation de la diversité génétique en milieu paysan assure le maintien du contexte **ethnobotanique**² de l'espèce. Ce qui permet aussi de maintenir le savoir et le savoir-faire indigène et local en matière de systèmes de cultures et pratiques culturelles qui en retour maintiennent les connaissances endogènes liées à la conservation de la diversité biologique agricole, en témoigne les diverses appellations des variétés que l'on rencontre.

LA BIODIVERSITE AGRICOLE

Dans de nombreux villages prospectés par différentes équipes de recherche, la majorité des paysans gèrent une importante diversité de variétés (8 à 18 variétés de sorgho, 5 à 7 variétés de mil, 2 à 5 variétés d'arachide, 4 à 6 variétés de niébé et 4 à 7 variétés de gombo) : parmi celles-ci, près de 20 % sont considérées comme introduites, soit des provinces voisines, soit de l'extérieur du pays (notamment

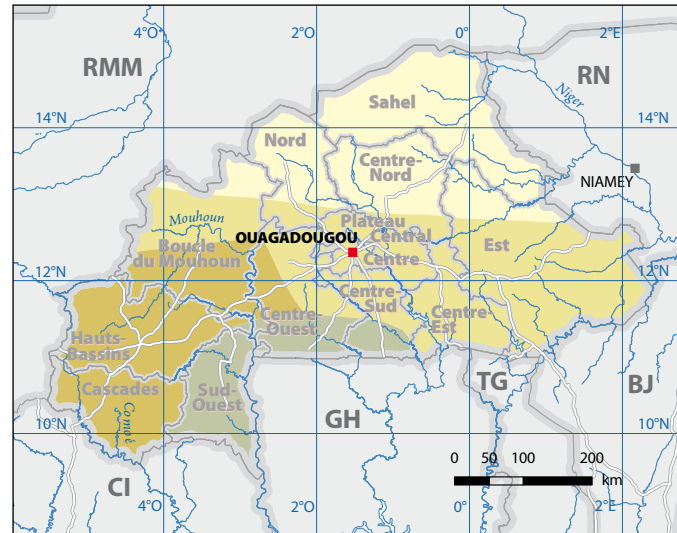
as IRAT, IITA/SAFGRAD, IRD (ex ORSTOM) and ICRISAT. More than 2 800 pieces of genetic material were able to be collected and duplicates of the samples are kept in the country at the disposal of national researchers. The majority of these collections has experienced conservation problems and is out of use currently [36]. As supported by Brown et al. [37], conservation of genetic diversity in a farming environment ensures that the **ethnobotanic**² context of a species is maintained. This also allows indigenous and local knowledge on the subject of crop systems and crop practices to be maintained, which in return maintains the endogenous knowledge linked to conservation of the agricultural biological diversity, as witnessed by the varied names of the varieties which can be found.

AGRICULTURAL BIODIVERSITY

In many villages prospected by different research teams, the majority of farmers manage a large diversity of varieties (8 to 18 varieties of sorghum, 5 to 7 varieties of millet, 2 to 5 varieties of groundnut, 4 to 6 varieties of niebe beans and 4 to 7 varieties of gumbo): amongst these almost 20 % are considered as being introduced, either from neighbouring provinces, or

les paysans voisins comme le Ghana, la Côte d'Ivoire, le Mali, le Niger). Le reste des variétés (près de 80 %) sont dites locales et sont l'objet d'héritage (cultivées depuis près d'un siècle dans une même communauté).

Malgré cette diversité de variétés, moins de 3 variétés de céréales occupent plus de 2/3 des superficies emblavées (Carte 6.4). Une ou deux autres variétés de céréales sont cultivées à proximité des cases et seront récoltées et consommées frais. La grande majorité (soit plus de 70 % des variétés) existe seulement dans les mémoires parce qu'elles ne sont plus cultivées car ayant perdu leur intérêt ou ayant tout simplement disparu de la gestion. Ce sont pour la plupart des cas des variétés tardives dont le cycle de 130-190 jours est un handicap à cause de l'insuffisance pluviométrique. On peut citer par exemple les **écotypes**⁷ de céréales « Wobnugu, Wobzili-mdé, Pègpeogo, Bagkèma », les écotypes de niébé « beg raaga, beg yanga, Kondigisyungo, Zarezozzo », les écotypes de gombo « man daaga, man vunumda » [39]. Ces écotypes disparus dans certaines régions pour rareté des pluies pourraient être présents dans des régions plus arrosées du Burkina Faso. Mais la gamme de diversité disponible peut-être interprétée comme correspondant à des objectifs précis. De même la richesse et la qualité de cette diversité



Carte 6.4: Répartition des cultures sur le territoire national [38].

Map 6.4: Distribution of crops on the national territory [38].

from outside the country (notably neighbouring farming countries such as Ghana, Côte d'Ivoire, Mali, Nigeria). The rest of the varieties (almost 80 %) are said to be local and are considered as heritage (cultivated for almost a century by the same community).

Despite this diversity of varieties, less than 3 cereal varieties occupy more than 2/3 of cultivated areas (Map 6.4). One or two other cereal varieties are cultivated in the vicinity of habitations and would be harvested and consumed fresh. The large majority (more than 70 % of the varieties) only exist in memory because they are no longer cultivated for not being interesting anymore or have simply disappeared from the management. The majority of cases are long cycle varieties whose cycle of 130-190 days is a handicap due to the insufficient rainfall. For example, we can cite the **ecotype**⁷ cereals "Wobnugu, Wobzili-mdé, Pègpeogo, Bagkèma", the niebe ecotypes "beg raaga, beg yanga, Kondigisyungo, Zarezozzo", the gumbo ecotypes "man daaga, man vunumda" [39]. These ecotypes, which have disappeared in certain regions due to scarcity of rain, might be present in the wetter regions of Burkina Faso. But the range of diversity available may be interpreted as corresponding to

Cultures différentes

Mil, niébé et élevage transhumant
Mil, sorgho, niébé et petit élevage
Maïs, sorgho, niébé et petit élevage sédentaire
Niébé, tubercule et petit élevage

Different cultures

Millet, niébé and transhumance
Millet, sorghum, niébé and pastoral stock farming
Corn, sorghum, niébé and small sedentary stock farming
Niébé, tubers and pastoral stock farming

seraient un atout pour la mise en place de programmes d'amélioration variétale.

Les céréales (sorgho et mil) et surtout le mil sont les cultures possédant les indices de diversité les plus élevés dans les sites du Nord. Dans ces régions sahéliennes aux conditions pluviométriques et pédoclimatiques les plus hostiles du pays, les paysans semblent adopter la diversité dans ces cultures pour leur survie. La diversité agricole pour ces peuples est synonyme de survie [40].

CONCLUSION

La flore du Burkina Faso est encore diversifiée au regard de son contexte écologique et de la pression accrue sur les espèces. Avec 1 915 espèces recensées, cette flore reste inférieure à celle du Bénin et de la Côte d'Ivoire qui jouissent de conditions climatiques plus favorables. Les inventaires n'étant pas exhaustifs, il reste évident que des travaux ultérieurs permettront certainement de revoir à la hausse le nombre d'espèces surtout celles des milieux aquatiques et des zones humides.

Une menace réelle pèse sur de nombreuses espèces soit en raison des conditions climatiques, soit du fait des pressions **anthropiques**[?] accrues, les rendant ainsi vulnérables au fil des années. Les

specific objectives. Furthermore the richness and quality of this diversity would be an asset for developing programs of varietal improvement.

Cereals (sorghum and millet), and millet in particular, are crops which possess the highest diversity indexes in the north part of the country. In these Sahelian regions with the most erratic rainfall and pedoclimatic conditions in the country, the farmers seem to adopt diversity of crops for the purpose of survival [40].

CONCLUSION

The flora of Burkina Faso is still diversified in terms of its ecological context and the increased pressure on the species. With 1 915 species inventoried, this flora remains lower than the Benin and Côte d'Ivoire flora, which have more favourable climatic conditions. As the inventories are not exhaustive, it remains evident that subsequent works will certainly make it possible to see an increase in the number of species, especially those of aquatic environments and wet zones.

Many species are seriously threatened either by climatic conditions or by **anthropogenic**[?] pressure increased, making them vulnerable in the coming years. Conservation actions

actions de conservation se trouvent incontestablement non seulement dans une utilisation plus responsable et durable des ressources végétales mais aussi à travers des actions de conservation qui intègrent les plantes locales dans des activités comme celles des reboisements. Un accent particulier devra être accordé aux espèces menacées en tenant compte de leur appartenance aux différentes zones écologiques.

La survie de l'Homme étant liée à la biodiversité qui à son tour dépend fortement de la **phytodiversité**[?], la flore du Burkina Faso devra être valorisée tout en garantissant son existence qualitative et quantitative.

undoubtedly lie not only in more responsible and sustainable use of plant resources, but also in conservation actions which include local plants in activities, such as reforestation. Particular emphasis must be placed on endangered species, taking into account the fact that they belong to different ecological zones. As human survival is linked with biodiversity, which in turn is heavily dependent on **phytodiversity**[?], the flora of Burkina Faso must be valued in order to guarantee its qualitative and quantitative existence.



Fig. 6.36: Neuf variétés locales de sorgho.

Nine local varieties of sorghum. MSA

Fig. 6.37: Deux variétés améliorées de maïs.

Two improved varieties of maize. OOU

Fig. 6.38: Deux variétés améliorées de niébé.

Two improved varieties of niebe bean. MSA

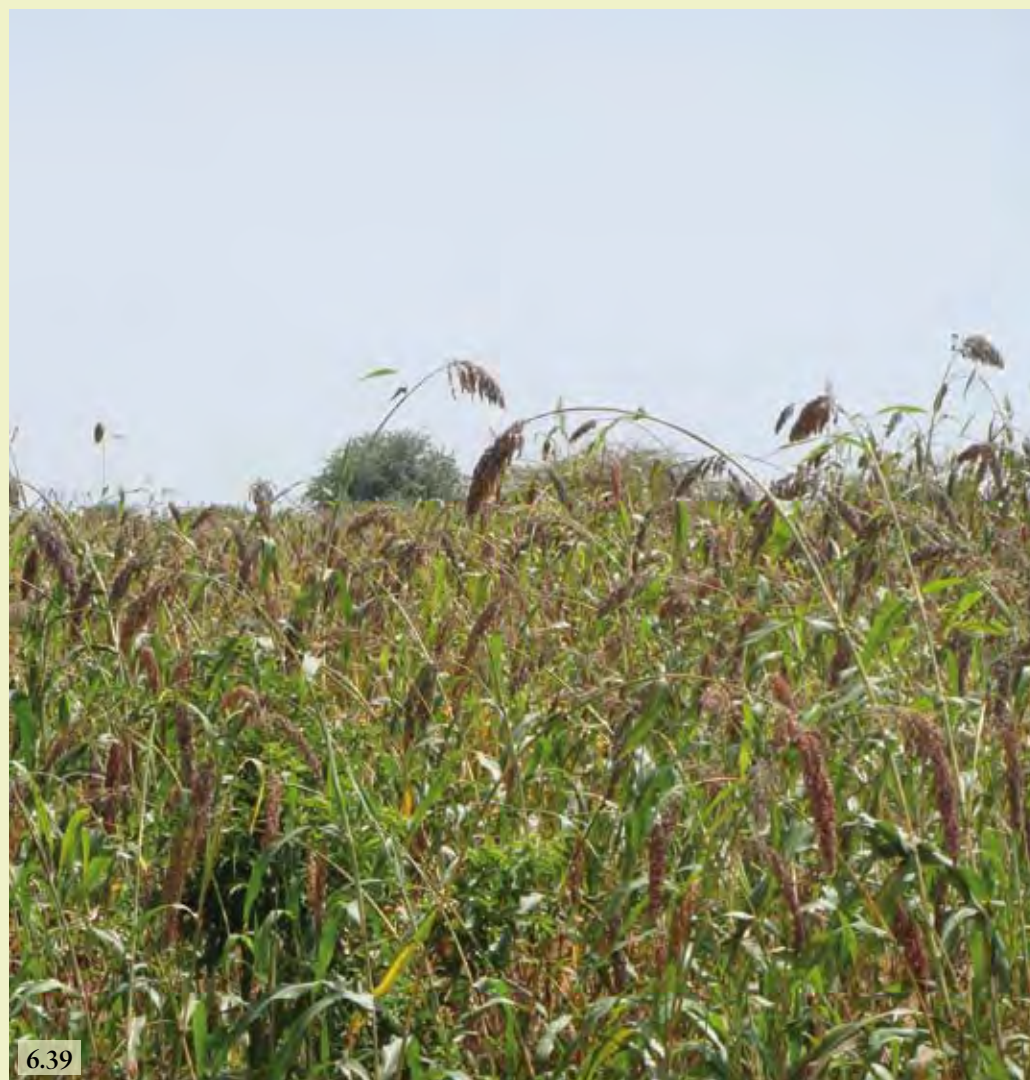


Fig. 6.39: Champ de Sorgho. | Field of Sorghum. ATH

LA FAUNE

Basile ADOUABOU
Urbain BELEMSOBGO
Sonemanegré NANA
Pierre KAFANDO

Le monde animal, avec la multiplicité de ses différentes formes de vie constitue la composante la plus riche de la **biodiversité**⁷ **macroscopique**⁷. La variabilité des espèces engendre une multitude de méthodes d'inventaire de la **faune**⁷. Des esquisses méthodologiques seront données au fur et à mesure en fonction du groupe d'animaux.

Dans l'ensemble, les différentes études et prospections montrent que la faune macroscopique du Burkina Faso est constituée de 128 espèces de **mammifères**⁷, 518 espèces oiseaux et plus de 60 espèces de reptiles (Tab. 6.11). La faune sauvage est inégalement répartie sur le territoire : inégalité spatiale, due aux caractéristiques écologiques du milieu, qui concentre la grande faune dans les zones forestières de l'Est, du Sud et de l'Ouest et l'**avifaune**⁷ migratrice ou sédentaire plutôt dans le Nord du pays. Mais le statut des espaces est aussi un facteur d'inégalité, avec une concentration logique de la faune sauvage dans les forêts classées et les aires de faune, qui bénéficient d'une meilleure protection et d'une gestion spécifique (Tab. 6.12).

FAUNA

The animal world, with its multiplicity of different life forms, constitutes the richest component of **macroscopic**⁷ diversity. The variability of its species generates a multitude of methods of inventorying wildlife. Methodological sketches will be given, depending on the animal group.

Overall, the various studies and prospecting show that the macroscopic wildlife of Burkina Faso is made up of 128 species of mammal, 518 species of bird and over 60 species of reptile (Tab. 6.11).

The wildlife is distributed unequally across the country: this is a spatial inequality, due to the ecological characteristics of the environment, which concentrate the large **fauna**⁷ in the forested zones of the East, the South and the West and both migrant and **non-migrant**⁷ **avifauna**⁷ more in the North of the country. But the status of the areas is also a factor of inequality, with a logical concentration of wildlife in the classified forests and fauna reserves, which benefit from better protection and specific management (Tab. 6.12).

Tab. 6.11: Aperçu de la diversité de la faune du Burkina Faso.

An outline of the diversity of Burkina Faso's wildlife.

Mammifères | Mammals

Ordre Order	Famille Family	Genre Genus	Espèces Species
Proboscidiens Proboscidea	1	1	1
Artiodactyles Artiodactyla	3	15	19
Siréniens Sirenia	1	1	1
Pholidotes Pholidota	1	1	3
Hyracoïdes Hyracoidea	1	1	1
Rongeurs Rodentia	5	20	29
Lagomorphes Lagomorpha	1	1	2
Carnivores Carnivora	6	21	27
Primates Primates	3	6	6
Insectivores Insectivora	3	3	3
Chiroptères Chiroptera	9	25	46

Reptiles, amphibiens et oiseaux. | Reptiles, amphibians and birds.

Ordre Order	Famille Family	Genre Genus	Espèces Species
Crocodyliens Crocodylia	1	2	3
Tortues Testudines	1	6	7
Varans Squamata (family Varanidae)	1	1	2
Serpents Ophidia	7	30	57
Batraciens Batrachia	5	16	30
Oiseaux Aves	87	278	518

Tab. 6.12: Densité comparée de quelques grands mammifères dans la zone du complexe WAP (nombre/km²).

A density comparison of a few large mammals in the WAP complex zone WAP (number/km²).

Nom Name	Espèce Species	W	Arly	Pendjari	WAP Ensemble WAP Complex
Eléphant Elephant	<i>Loxodonta africana</i>	0,32	0,5	0,9	0,147
Buffle Buffalo	<i>Syncerus caffer brachyceros</i>	1,5	1	2,5	0,338
Hippopotame Hippopotamus	<i>Hippopotamus amphibius</i>	-	-	-	0,022
Hippopotrague Roan antelope	<i>Hippotragus equinus</i>	1,41	2,61	0,9	0,243
Bubale Hartebeest	<i>Alcelaphus buselaphus</i>	0,276	1,11	0,3	0,065
Damalisque Korrigum sassaby	<i>Damaliscus lunatus korrigum</i>	0,002	0,94	-	0,004
Cob Defassa Defassa kob	<i>Kobus ellipsiprymnus</i>	0,024	0,94	-	0,011
Cob de Buffon Buffon kob	<i>Kobus kob</i>	0,141	7,19	1,8	0,033
Cob redunca Redunca kob	<i>Redunca redunca</i>	0,024	0,56	0,2	0,004
Guib hamaché Western bushbuck	<i>Tragelaphus scriptus</i>	0,035	0,8	0,3	0,008
Céphalophe de Grimm Grimm's duiker	<i>Sylvicapra grimmia</i>	0,128	1,53	1,3	0,026
Ourébi Oribi	<i>Ourebia oribi</i>	0,11	2,31	1	0,021
Phacochère Warthog	<i>Phacochoerus africana</i>	0,209	2,95	0,8	0,036
Toutes espèces All species	Densité totale Total density	4,179	22,44	10	0,958

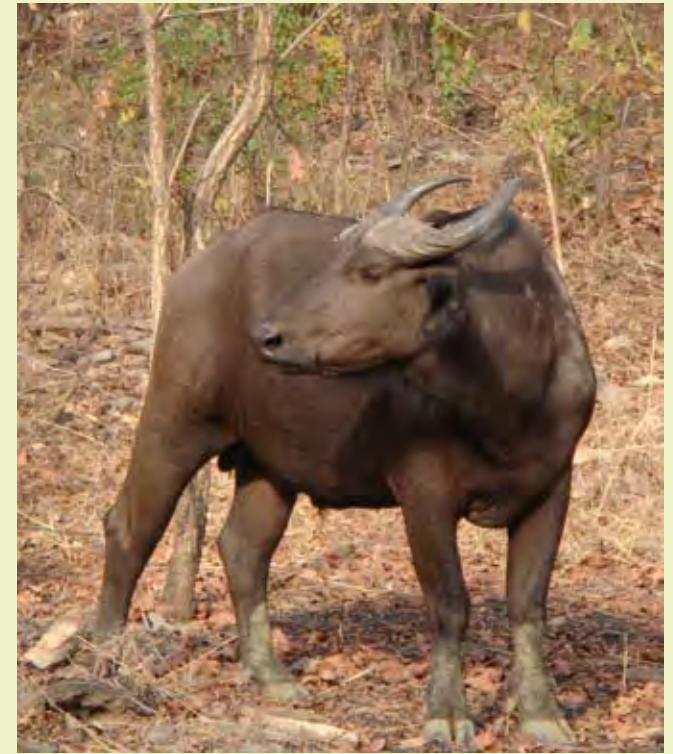


Fig. 6.40: Buffle. | Buffalo. ATH

Fig. 6.41: Chauve-souris. | Bat (*Rhinolophus landeri*). MKA



LES INVERTEBRES

6.14

Le zooplancton des lacs artificiels

Adama OUEDA
Wendengoudi GUENDA

Le **plancton**[↗] est l'ensemble des organismes animaux et végétaux qui flottent dans les eaux. Ces organismes vivent ainsi suspendus dans la colonne d'eau et sont suffisamment petits ou lents pour être incapable de nager dans une direction voulue. Ainsi, leur distribution est contrôlée par des processus physiques tels que les courants. On divise le plancton en deux catégories : le **phytoplancton**[↗] (les végétaux) qui est autotrophe et le **zooplancton**[↗] (les animaux) qui est hétérotrophe. Le plancton constitue en plus des **macro-invertébrés**[↗] aquatiques et des **macrophytes**[↗] l'essentiel du stock alimentaire disponible et accessible aux poissons [41] & [42]. Le zooplancton est très sensible aux **changements** environnementaux et **climatiques**[↗]. Par conséquent, outre leur importance dans

l'alimentation des poissons, leur étude donne des indications importantes sur les changements environnementaux ou les perturbations des milieux.

Concernant le zooplancton du Burkina Faso, les travaux de recherche les plus importants sont ceux de Roman [43] & [44], de Rottier [45], de Ouéda et al. [46] et de Ouéda [47] qui donnent un bon aperçu de la diversité de la **faune**[↗] planctonique des lacs de barrages de Bagré, Kompienga et Loumbila ainsi que des barrages n° 2 et 3 de Ouagadougou.

METHODES D'ETUDE DU ZOOPLANKTON

La méthodologie consiste en des prélèvements d'échantillons par traits verticaux, horizontaux ou obliques avec un filet à plancton de maille inférieure ou égale à 100 µm. Les échantillons obtenus sont conservés au formol (5 %) et analysés sous un microscope optique simple muni d'une chambre claire (analyse qualitative) et un microscope inversé (analyse quantitative).

DIVERSITE DU ZOOPLANKTON

A l'heure actuelle environ 78 espèces de zooplancton, réparties en 36 genres, 16 familles et 4 ordres, ont été identifiées dans les eaux

changes[↗], therefore, apart from their importance as food for fish, their study provides important information about environmental changes or disturbances.

Concerning zooplankton in Burkina Faso, the most important studies were done by Roman [43] & [44], Rottier [45], Ouéda et al. [46] and Ouéda [47], they give a good overview of the diversity of planktonic **fauna**[↗] in the Bagré, Kompienga and Loumbila reservoirs as well as reservoirs number 2 and 3 in Ouagadougou.

ZOOPLANKTON STUDY METHODS

The methodology consists in doing vertical, horizontal and diagonal tows with a plankton net with a mesh that is smaller than or equal to 100 µm. The samples obtained are conserved in formaldehyde (5 %) and analysed under a simple optical microscope with a camera lucida (qualitative analysis) and an inverted microscope (quantitative analysis).

DIVERSITY OF ZOOPLANKTON

Currently approximately 78 species of zooplankton, divided into 36 genera, 16 families and 4 orders have been identified in lakes

INVERTEBRATES

Zooplankton in artificial lakes

Plankton[↗] is all the animal and plant organisms floating in water. These organisms live suspended in a water column and are small or slow enough to be unable to swim in any direction; therefore, physical processes like currents control their distribution.

We divide plankton into two categories: **phytoplankton**[↗] (plants) which is autotrophic and **zooplankton**[↗] (animals), which is heterotrophic. In addition to aquatic **macro-invertebrates**[↗] and **macrophytes**[↗], plankton makes up the base of available food stocks which are accessible to fish [41] & [42]. Zooplankton is very sensitive to environmental and **climate**

Tab. 6.13: Répartition en fonction des familles et des genres des Crustacés zooplanctoniques du Burkina Faso.

Division according to families and genera of zooplankton Crustaceans in Burkina Faso.

Classe Class	Sous-classe Subclass	Ordre Order	Famille Family	Genre Genus	Espèce Species			
Crustacés Crustacea	Branchiopodes Branchiopoda	Cladocère Cladocera	Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>Bosmina longirostris</i>			
			Chydoridae	<i>Alona</i>	<i>Alona rectangula</i>			
				<i>Chydorus</i>	<i>Chydorus globosus</i>			
				<i>Leydigia</i>	<i>Leydigia ciliata</i>			
				<i>Ceriodahnia</i>	<i>Ceriodaphnia affinis</i> <i>Ceriodaphnia cornuta</i>			
			Daphnidae	<i>Daphnia</i>	<i>Daphnia barbata</i> <i>Daphnia longispina</i>			
				<i>Moina</i>	<i>Moina dubia</i> <i>Moina micrura</i>			
				<i>Moinodaphnia</i>	<i>Moinodaphnia macleayi</i>			
				<i>Guernela</i>	<i>Guernela raphaelis</i>			
				Macrothricidae	<i>Macrothrix</i>	<i>Macrothrix laticornis</i> <i>Macrothrix spinosa</i> <i>Macrothrix triserialis</i>		
					Sididae	<i>Diaphanosoma</i>	<i>Diaphanosoma excisum</i>	
					Calanoida	Diatomidae	<i>Tropodiatomus</i>	<i>Tropodiatomus incognitus</i> <i>Tropodiatomus lateralis</i> <i>Tropodiatomus senegambiae</i>
			Cyclopoida	Cyclopidae			<i>Macrocyclops</i>	<i>Macrocyclops albidus</i>
							<i>Mesocyclops</i>	<i>Mesocyclops leuckarti</i>
					<i>Neocyclops</i>	<i>Neocyclops affinis</i>		
					<i>Tropocyclops</i>	<i>Tropocyclops confinis</i>		

of Burkina Faso (Tab. 6.13 & 6.14). This number of species is extremely below the expected total specific richness due to the limited number of study sites (5 out of almost 1 500 reservoirs in Burkina Faso). Like in most tropical areas, zooplankton populations studied in Burkina Faso are dominated by the Rotifers in terms of abundance and specific richness. Indeed, Roman [43] & [44], Rottier [45], Ouéda et al. [46] and Ouéda [47] described a total of 55 species of Rotifera, 16 species of Cladocera and 7 species of Copepoda (Fig. 6.42). Figure 6.43 presents photographs of selected zooplankton **specimens**².

In comparison to other tropical lakes (in Brazil, Côte d'Ivoire and Cameroon for example), the specific richness of zooplankton in the lakes of Burkina Faso is high. Of the five lakes studied, the Bagré impoundment lake presents the greatest specific richness with 54 species, then comes reservoir number 3 of Ouagadougou (49 species), Loumbila (38 species) and reservoir

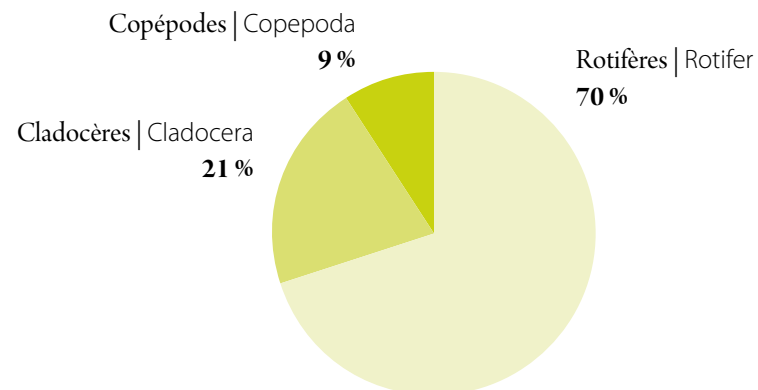


Fig. 6.42: Proportions en nombre d'espèces des trois grands ordres de zooplancton dans les lacs du Burkina Faso. | Proportions in number of species of the three main orders of zooplankton in the Burkina Faso lakes.

du Burkina Faso (Tab. 6.13 & 6.14). Ce nombre d'espèces est largement en dessous de la richesse spécifique totale attendue au regard du nombre limité de sites observés (5 lacs sur près de 1500 lacs de barrage au Burkina Faso). Comme la plupart des milieux tropicaux, les peuplements zooplanctoniques étudiés au Burkina Faso sont dominés du point de vue richesse spécifique et abondance par les Rotifères. En effet les travaux de Roman [43] & [44], Rottier [45], Ouéda et al. [46] et de Ouéda [47] décrivent au total 55 espèces de Rotifères, 16 espèces de Cladocères et 7 espèces de Copépodes (Fig. 6.42). La figure 6.43 présente des photographies de quelques **spécimens**[?] de zooplancton.

Comparativement à d'autres lacs tropicaux (au Brésil, en Côte d'Ivoire et au Cameroun par exemple) les richesses spécifiques du zooplancton des lacs du Burkina Faso sont élevées. Des cinq lacs étudiés, le lac du barrage de Bagré présente la plus grande richesse spécifique avec 54 espèces, viennent ensuite le Barrage n°3, (49 espèces), Loumbila (38 espèces), Komienga (30 espèces) et le barrage n°2 (16 espèces). Les fortes diversités au niveau de Bagré s'expliquent par la grande taille du lac et la diversité des **habitats**[?].

number 2 of Ouagadougou (16 species). The high diversities at Bagré are explained by the large size of the lake and the diversity of **habitats**[?].

SPACE-TIME POPULATION VARIATIONS

Spatial distribution (intra- and inter-lake)

On the scale of Burkina Faso, there are great differences in zooplankton populations between lakes in terms of number of species. Indeed, up to 27 recorded species can only be found in one or another of the lakes. This difference remains important even for two lakes in the same basin like Loumbila and Bagré, as well as for lakes that are periodically in junction like Ouagadougou's impoundment lakes number 2 and 3. For larger lakes like Bagré, there is a spatial distribution of species within the lake. Indeed, there are species present in the entire lake that can be qualified as constant or generalist species. In addition, according to the local conditions, other species qualified as accessory, accidental or specialist could be found.

VARIATIONS SPATIO-TEMPORELLES DES PEUPELEMENTS

Distribution spatiale (intra et inter-lac)

A l'échelle du Burkina Faso, il existe des différences nettes entre les peuplements zooplanctoniques d'un lac à l'autre. Ces différences sont visibles à travers le nombre d'espèces spécifique à chaque lac. En effet il existe jusqu'à 27 espèces qu'on ne retrouve que dans l'un ou l'autre des lacs. Cette différence demeure importante même pour deux lacs d'un même bassin versant tel que Loumbila et Bagré, ainsi que pour des lacs périodiquement en communication tels que les lacs de barrage n°2 et n°3 de Ouagadougou. Pour les lacs de grandes tailles comme celui de Bagré, il existe une répartition spatiale des espèces au sein du lac. En effet il existerait des espèces présentes dans tout le lac (espèces constantes ou généralistes) auxquelles s'adjoignent, en fonction des conditions locales, d'autres espèces qu'on peut qualifier d'accessoires, accidentelles ou spécialistes.

Dynamique à court et moyen terme

La saison a une grande influence sur la richesse et la composition spécifique du peuplement zooplanctonique. Cette influence est

Short- and medium-term dynamic

The season has great influence on the richness and specific composition of the zooplankton population especially in the North Sudanian zone in lakes with small surface areas. For instance in Loumbila lake, large-sized species (**macrozooplankton**[?], Copepoda adults and large Cladocera like *D. barbata*, *D. excisum* and *C. cornuta*) are characteristic of humid periods (rainy season) while Copepoda larvae, periphytic Cladocera and Rotifera are characteristic of the dry period. Analysing the seasonal dynamic, four periods can be distinguished in the Loumbila impoundment lake. Thus, during periods of severe low water levels, the volume of water and quantities of dissolved matter are very low and the population is reduced to drought-resistant species (Rotifera mostly). At the beginning of the rise in water level, the great supply of nutritive matter leads to high specific richness and strong abundance of zooplankton. During the periods of maximal flooding and the beginning of low water levels, the abundance and richness stabilise to average levels. During periods of advanced low water levels, the impoverishment of the environment concomitant with the loss of water in the reservoir lead to the rarefaction of Copepoda and

plus marquée en zone nord-soudanienne surtout dans les lacs de faible superficie. En prenant l'exemple de Loumbila, on se rend compte que les espèces de grandes tailles (**macrozooplancton**², adultes de Copépodes et grands Cladocères comme *D. barbata*, *D. excisum* et *C. cornuta*) sont caractéristiques des périodes humides (saison des pluies). Par contre, les larves de Copépodes, les Cladocères périphtiques et les Rotifères sont caractéristiques de la période sèche. L'analyse de la dynamique saisonnière permet de distinguer quatre périodes dans le lac de barrage de Loumbila. Ainsi, pendant les périodes d'étiage sévère, le volume d'eau et les quantités de matières dissoutes sont très faibles, la population se réduit aux espèces résistantes à la sécheresse (des Rotifères en majorité). En début de crue, l'apport important en matières nutritives est à l'origine d'une forte richesse spécifique et d'une forte abondance du zooplancton. Pendant les périodes de crues maximales et de début de l'étiage, l'abondance et la richesse se stabilisent à des niveaux moyens. En périodes d'étiage avancé, l'appauvrissement du milieu concomitant aux pertes d'eau dans le réservoir entraîne la raréfaction des Copépodes et des Cladocères. D'autres espèces (Rotifères) par contre connaissent une relative expansion pendant ces périodes.

Cladocera; however, other species (Rotifera) experience a relative expansion during these periods.

This dynamic of zooplankton populations is governed mainly by hydrological parameters (flux and volume of water). Loss of water is prejudicial to zooplankton populations. Some physical and chemical factors such as concentrations of nitrate, ammonium, sulphate and iron, electric conductivity, turbidity, water temperature and pH also influence the dynamic of zooplankton. Keeping these parameters at medium levels is necessary to maintain the diversity and stability of zooplankton communities.

All zooplankton groups do not have the same sensitivity to environmental variations and disturbances. Cladocera and Copepoda are more sensitive than Rotifera. Cladocera are more abundant in the rainy season. Their dynamic is strongly linked to water movements in the reservoir. Copepoda are more or less connected to water movements as to the volume of water. However, Rotifera sensitive to some limiting factors (pollution and predation) decreases in abundance in the rainy season.

Cette dynamique des peuplements zooplanctoniques est gouvernée principalement par les paramètres hydrologiques (le flux d'eau et le volume d'eau). Les pertes d'eau sont préjudiciables aux peuplements zooplanctoniques. Certains facteurs physico-chimiques sont eux aussi importants dans la dynamique du zooplancton. Ce sont les teneurs en nitrates, ammonium, sulfates et fer total, la conductivité électrique, la turbidité, la température de l'eau et le pH. Le maintien de ces paramètres à des valeurs qui ne sont ni trop élevées ni trop basses pour les communautés zooplanctoniques est donc nécessaire pour le maintien de la diversité et de la stabilité des peuplements.

Tous les groupes zooplanctoniques n'ont pas la même sensibilité aux variations et perturbations du milieu. Les Cladocères et les Copépodes sont plus sensibles que les Rotifères. Les Cladocères sont plus abondants en saison pluvieuse et présentent une dynamique fortement liée aux mouvements d'eau dans le réservoir. Les Copépodes sont plus ou moins liés aussi bien aux mouvements d'eau qu'au volume d'eau. Par contre, les Rotifères sensibles à certains facteurs limitants (pollution et prédation) présentent de relatives baisses d'abondance en saison des pluies.

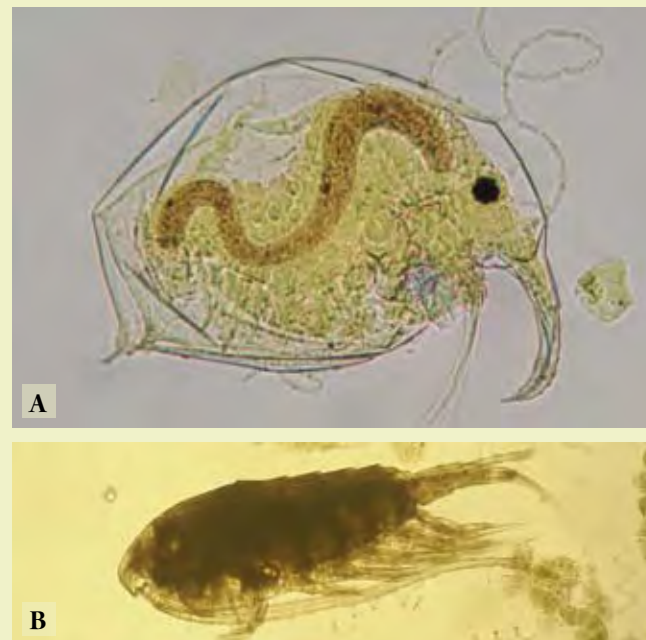
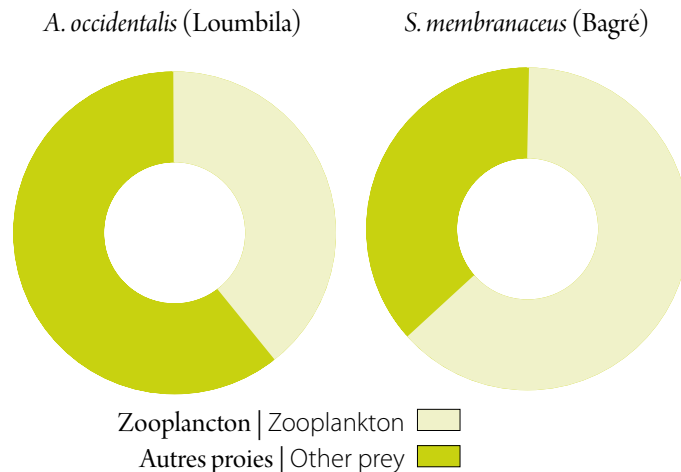


Fig. 6.43: Photographies de quelques éléments du zooplancton | Photographs of some zooplankton elements:
 A) Vue de profil du cladocère *Bosmina longirostris* récolté à Bagré. | Profile view of the Cladocera *Bosmina longirostris* collected in Bagré. AOU
 B) Vue de profil du copépode *Tropodiaptomus incognitus* récolté à Bagré. | Profile view of the copepod *Tropodiaptomus incognitus* collected in Bagré. AOU

Changements à long terme

En prenant à titre d'exemple le peuplement de crustacés zooplanctonique du lac de barrage de Loumbila, l'on constate qu'entre 1977 et 1979, Roman a identifié 11 espèces de crustacés dans ce lac ; en 2005, Ouéda et al. [46] dénombrèrent 9 espèces. Ainsi, tandis que la richesse spécifique a peu évolué, il y a substitution de certaines espèces par d'autres. En outre, les densités du zooplancton ont considérablement augmenté pendant ce temps. Ces changements sont indicateurs de l'effet combiné de l'Homme et du climat qui se traduisent par une accentuation du degré d'**eutrophisation**⁷ et de pollution du lac. Cette tendance à l'eutrophisation au niveau de la retenue de Loumbila est confirmée par les mesures physicochimiques [47]. En effet, en comparaison à certains auteurs [48], les concentrations en nitrates et ammonium se sont nettement accrues.

Fig. 6.44: Proportion en masse de zooplancton dans les régimes alimentaires de deux espèces de poissons des lacs du Burkina Faso. | Proportion in mass of zooplankton in the diet of two fish species in Burkina Faso's lakes.



Long-term changes

Taking the zooplankton crustaceae population from the Loumbila impoundment lake as an example, we note that between 1977 and 1979, Roman identified 11 species of crustacea in the lake and in 2005, Ouéda et al. [46] recorded 9 species. Thus, while the specific richness showed little change, there was substitution of some species with others. Moreover, the zooplankton densities increased considerably during this time. These changes are indicators of the combined effect of man and climate, leading to increased **eutrophisation**⁷ and pollution of the lake. This tendency towards eutrophisation at the level of the Loumbila damming is confirmed by physical and

IMPORTANCE DU ZOOPLANCTON DANS L'ALIMENTATION DES POISSONS

Le zooplancton est un maillon essentiel du réseau **trophique**⁷ en milieu aquatique. A titre d'exemple, Ouéda et al. [42] ont montré qu'au niveau du lac de barrage de Loumbila le zooplancton est important dans le régime alimentaire de quatre des six espèces dominantes de poissons du lac, surtout en saison des pluies. *Auchenoglanis occidentalis* est l'un des principaux consommateurs de zooplancton au niveau de Loumbila (Fig. 6.44).

A Bagré, le zooplancton constitue l'essentiel du régime de *Synodontis membranaceus* qui est l'une des principales espèces de poisson dudit lac (Fig. 6.44). Autant à Loumbila qu'à Bagré le zooplancton assure donc effectivement la transmission de l'énergie du niveau trophique inférieur (producteurs primaires) aux niveaux supérieurs.

CONCLUSION

Le zooplancton du Burkina Faso est assez diversifié. Il est très sensible aux variations de son environnement. Ainsi d'une année à l'autre, d'une saison à l'autre, d'un lac à un autre et même d'un point à un autre du même lac, il présente généralement des variations

chemical measurements [47]. Indeed, in comparison to certain authors [48], concentrations of nitrates and ammonium had increased distinctly.

IMPORTANCE OF ZOOPLANKTON IN FEEDING FISH

Zooplankton is a basic link in the food web in the aquatic environment. As an example, Ouéda et al. [42] showed that in the Loumbila impoundment lake, the zooplankton is important in the food diet of four to six dominant species of fish especially during the rainy season. *Auchenoglanis occidentalis* is one of the main consumers of zooplankton in Loumbila (Fig. 6.44).

In Bagré, zooplankton is the dietary base for the main fish species *Synodontis membranaceus* (Fig. 6.44). As much in Loumbila as in Bagré, zooplankton thus effectively ensures the transmission of energy from the lower level of the **food chain**⁷ (primary producers) to upper levels.

CONCLUSION

The zooplankton of Burkina Faso is quite divers. It is very sensitive to the variations of its environment. Thus, from one year to another, from one season to another, from one lake to another

qui peuvent être mineures ou importantes en fonction de l'intensité des perturbations ou des changements. De part sa structure et sa composition, le zooplancton joue un rôle très important dans les milieux aquatiques prospectés. Premièrement il assure, par le brouillage, le contrôle des populations de bactéries et d'**algues**[?]. Deuxièmement il constitue une proie importante pour les poissons. Il assure de ce fait la transmission jusqu'aux poissons et autres insectes de l'énergie solaire convertie en « nourriture » par les algues et les bactéries. En fin, il assure aussi le nettoyage du milieu aquatique par le recyclage des débris. Ainsi le zooplancton constitue un maillon essentiel dans le milieu aquatique. Il peut servir d'outil de contrôle des milieux aquatiques, d'outil d'évaluation de la qualité des milieux et de l'impact de l'Homme. Il peut aussi être utilisé dans l'**aquaculture**[?] comme nourriture pour les poissons. Il mérite de ce fait l'attention des chercheurs et décideurs désireux de promouvoir le développement du secteur de la pêche ainsi que l'exploitation rationnelle des **écosystèmes**[?] aquatiques.

and even from one point of the lake to another, the zooplankton population present variations which could be minor or major according to the intensity of the disturbances or changes in the environment. Due to its structure and composition, zooplankton plays a very important role in the aquatic environments prospectated. First of all, through grazing, it ensures regulation of populations of bacteria and **algae**[?]. Secondly, it constitutes an important prey for fish, thus ensuring the transmission of solar energy converted into "food" by algae and bacteria to fish and other insects. Finally, it also ensures the cleaning of the aquatic environment by recycling waste. Consequently, zooplankton is an essential link in the aquatic environment. It can serve as a tool for controlling aquatic environments, for assessing the quality of them and the impact of man. It can also be used in **aquaculture**[?] as food for fish. Due to these factors, it deserves the attention of researchers and decision-makers who wish to promote the development of the fisheries and the rational use of aquatic **ecosystems**[?].

Tab. 6.14: Répartition en fonction des familles et des genres des Rotifères du Burkina Faso. Distribution according to families and genera of Rotifera in Burkina Faso.

Classe Class	Ordre Order	Familles Families	Genres Genera	Espèces Species			
Rotifera	Monogononta	Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>Asplanchna brightwelli</i> <i>Asplanchna</i> sp.			
			<i>Asplanchnopus</i>	<i>Asplanchnopus multiceps</i>			
			<i>Anuraeopsis</i>	<i>Anuraeopsis navicula</i> <i>Anuraeopsis</i> sp.			
		Brachionidae	Brachionus	<i>Brachionus angularis</i>	<i>Brachionus budapestinensis</i>		
				<i>Brachionus calyciflorus</i>	<i>Brachionus caudatus</i>		
				<i>Brachionus falcatus</i>	<i>Brachionus leydigi</i>		
				<i>Brachionus patulus</i>	<i>Brachionus quadridentatus</i>		
				<i>Brachionus</i> sp.	<i>Epiphanes clavatula</i>		
				Epiphanes	<i>Epiphanes macrourus</i>	<i>Epiphanes senta</i>	
					<i>Epiphanes</i> sp.	<i>Keratella cochlearis</i>	
					Keratella	<i>Keratella serrulata</i>	<i>Keratella</i> sp.
				<i>Keratella tropica</i>		<i>Platyas quadricornis</i>	
				<i>Platyas</i>		<i>Trichotria</i> sp.	
				Collothecidae	<i>Collotheca</i>	<i>Collotheca</i> sp.	
				Flosculariidae	<i>Ptygura</i>	<i>Ptygura pillula</i>	<i>Ptygura</i> sp.
						<i>Ptygura</i> sp.	<i>Ascomorpha ecaudis</i>
				Grastropodidae	<i>Grastropus</i>	<i>Ascomorpha saltans</i>	<i>Grastropus</i> sp.
		<i>Grastropus</i> sp.	<i>Lecane elssa</i>				
		Lacaniidae	<i>Lecane</i>	<i>Lecane luna</i>	<i>Lecane plesia</i>		
				<i>Lecane rhenana</i>	<i>Lecane</i> sp.		
				<i>Lecane</i> sp.	<i>Ploesoma hudsoni</i>		
				Synchaetidae	<i>Polyharthra</i>	<i>Ploesoma</i>	<i>Polyharthra remata</i>
		<i>Polyharthra</i>	<i>Polyharthra</i> sp.				
		<i>Polyharthra vulgaris</i>	<i>Filinia longiseta</i>				
		Testudinellidae	<i>Filinia</i>	<i>Filinia opoliensis</i>	<i>Filinia passa</i>		
				<i>Filinia</i> sp.	<i>Filinia terminalis</i>		
				<i>Filinia</i> sp.	<i>Hexarthra intermedia</i>		
<i>Hexarthra</i>	<i>Hexarthra mira</i>						
<i>Hexarthra</i> sp.	<i>Hexarthra</i> sp.						
<i>Pompholyx</i>	<i>Pompholyx complanata</i>						
<i>Testidunella</i>	<i>Testidunella patina</i>						
Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>			<i>Trichocerca capucina</i>	<i>Trichocerca porcellus</i>		
				<i>Trichocerca pusilla</i>	<i>Trichocerca similis</i>		
				<i>Trichocerca</i> sp.	<i>Trichocerca</i> sp.		
		<i>Trichocerca</i> sp.	<i>Trichocerca weberi</i>				
		<i>Trichocerca</i> sp.					
		<i>Trichocerca</i> sp.					

6.15

La diversité des insectes

Antoine SANON

Au Burkina Faso comme dans le reste du monde, les insectes dominent les différents milieux qu'ils ont conquis et colonisés avec succès, particulièrement les terres émergées. En effet, seul le milieu marin semble leur avoir échappé, quelques espèces se rencontrant en eau douce. Ainsi, environ 80 % des espèces animales aujourd'hui connues seraient des insectes [49]. Ce relatif succès des insectes à s'adapter à différents milieux s'explique par leur grande diversité morphologique (pièces buccales, appendices locomoteurs, **exosquelette**[?]), biologique (sites de ponte, fécondité) et comportementale (régimes alimentaires variés, synchronisation de la reproduction avec les facteurs de l'environnement).

Cependant, on estime que 90 % des insectes restent encore à identifier [49]. Nous n'avons alors qu'une connaissance fragmentaire de la diversité **entomologique**[?] réelle aussi bien dans le monde qu'au Burkina Faso.

Diversity of insects

In Burkina Faso, as in the rest of the world, insects successfully dominate the different environments that they have conquered and colonised, particularly emergent land. In fact, only the marine environment seems to have escaped their colonisation. Nevertheless, some few species are found in freshwater environments. Thus around 80 % of animal species known today are insects [49]. This relative success of insects in adapting to different environments can be explained by the diversity of their morphology (**mandibles**[?], locomotive appendices, **exoskeleton**[?]), their biology (laying sites, fertility) and their behaviour (varied feeding regimes, reproduction synchronised according to environmental factors).

However, we estimate that 90 % of insect species have yet to be identified [49]. Thus we only have a fragmented knowledge of the real **entomological**[?] diversity, both in Burkina Faso and

IMPORTANCE DES INSECTES

Les insectes constituent un groupe souvent controversé du fait que leur importance écologique contraste fréquemment avec leur nuisibilité pour l'Homme. En effet, certains groupes d'insectes jouent un rôle écologique incontestable en participant à la fécondation des plantes à fleurs, à l'incorporation de la matière organique dans le sol, à la régulation des équilibres biologiques dans la nature, à l'élimination des déchets et donc à l'épuration des **écosystèmes**[?], etc. En outre, plusieurs espèces d'insectes constituent une source alimentaire d'importance pour l'Homme en étant consommé directement (chenilles du karité, criquets, termites ailés, etc.) ou en produisant des substances consommées par l'Homme (miel des abeilles). D'autres produits d'insectes comme la soie (ver à soie) sont aussi utiles à l'Homme. Malheureusement, de nombreux autres groupes d'insectes interfèrent négativement avec certaines activités humaines et constituent alors des organismes nuisibles pour l'Homme. C'est le cas des insectes attaquant les cultures, les formations forestières et ceux responsables de maladies humaines ou animales (transmission de **pathogènes**[?]). Il s'agit donc d'insectes ayant un rôle socio-économique bien établi et leur action peut être à l'origine de graves fléaux pour l'Homme (invasions de criquets pèlerins,

throughout the world.

IMPORTANCE OF INSECTS

Insects are often regarded as a controversial group due to the fact that their ecological importance frequently contrasts with their harmfulness to man. In fact some groups of insects play an incontestable ecological role by being involved in the fertilisation of flowering plants, in incorporating organic matter into the soil, in regulating biological equilibriums in nature, in eliminating waste and so in purifying **ecosystems**[?], etc. Besides this, several insect species constitute an important food source for man. They are consumed directly (Shea caterpillars, crickets, winged termites, etc.) or they produce substances consumed by man (honey from bees). Other products from insects such as silk (silk worm) are also useful to man. Unfortunately many other groups of insects have a negative impact on certain human activities and so represent organisms which are harmful to man. This is the case for insects that attack crops, forest products and for those responsible for human and animal diseases (carriers of **pathogens**[?]). Therefore this involves insects having a well-established socio-economic role but whose actions may cause

chenilles légionnaires, simulies, moustiques, glossines, etc.).

L'ETAT DE LA DIVERSITE DES INSECTES

Approche méthodologique

Les données les plus complètes sont celles fournies par le document de référence ayant trait à la « monographie nationale sur la diversité biologique au Burkina Faso » [50]. Ces données se basent sur les modèles entomologiques connus et étudiés par différentes structures de recherches du Burkina Faso et d'ailleurs, dont les axes de recherches sont orientés vers l'entomologie agricole, forestière, médicale et vétérinaire. Ces données sont complétées par celles de Guenda [51] provenant de collectes d'insectes le long du fleuve Mouhoun à l'aide de la lumière artificielle et par celles issues de la collecte d'insectes rampant au sol capturés par des **pièges de Barber**[†] dans les écosystèmes de bas-fond de 4 provinces du Burkina (Soum, Sanmatenga, Kouritenga et Kompienga) [52].

La diversité entomologique générale

L'analyse des données de cette monographie indique que 1 515 espèces d'insectes, réparties en 250 genres, 151 familles et 22 ordres, seraient connues au Burkina Faso [50]. A la lumière des données

serious plagues for man (invasions of desert locusts, legionary caterpillars, midges, mosquitoes, tsetse flies, etc.).

THE STATUS OF THE DIVERSITY OF INSECTS

Methodological approach

The most complete data is the one provided by the document of reference dealing with the "national monograph on biological diversity in Burkina Faso" [50]. These data are based on the entomological models known and studied by different research organizations in Burkina Faso and elsewhere. Most of these studies were focused on agricultural, forest, medical and veterinary **entomology**[†]. They are improved by Guenda [51] derived from insect collections along the Mouhoun river using artificial light and by the collection of crawling insects captured by **Barber traps**[†] in the wetland ecosystems of 4 provinces of Burkina (Soum, Sanmatenga, Kouritenga and Kompienga) [52].

General entomological diversity

The analysis of data for this monograph indicates that 1 515 insect species, divided into 250 genera, 151 families and 22 orders, are found in Burkina Faso [50]. Compared to the most

plus récentes ([51] & [52]) les insectes aquatiques et **terrestres**[†] (sans les Formicidae et les Isoptères) du Burkina représentent environ 1 489 espèces connues réparties en 152 familles et 19 Ordres (Tab. 6.15). Même si le nombre d'espèces connues paraît faible comparativement aux 30 000 espèces estimées pour le pays (soit seulement moins de 5 % d'espèces connues), il représente néanmoins plus de 63 % des espèces animales répertoriées au Burkina Faso et jusqu'à 40 % de tous les organismes vivants connus. Les ordres les plus riches en familles sont respectivement les **Coléoptères**[†] (34), les **Lépidoptères**[†] (23), les **Hémiptères**[†] (21) et les **Diptères**[†] (20). L'ordre des **Orthoptères**[†] est remarquable par le grand nombre d'espèces de criquets (Acrididae) recensées (135) alors qu'il n'y a dans cet ordre que 6 familles au Burkina Faso. La plupart de ces ordres renferment des insectes dont le développement est lié à la disponibilité de la végétation qui constituera un facteur déterminant les fluctuations de populations. Plusieurs de ces ordres sont également des ravageurs de cultures qui constituent souvent une végétation abondante et donc une concentration de ressources favorables à leur diversification. L'ordre des Diptères renferme plusieurs espèces (moustiques, simulies, glossines, etc.)

recent data ([51] & [52]) aquatic and **terrestrial**[†] insects (apart from the Formicidae and the Isoptera) in Burkina represent around 1 489 known species divided into 152 families and 19 Orders (Tab. 6.15). Even if the number of known species seems low in comparison to the 30 000 species estimated for the country (less than 5 % of known species), it nevertheless represents more than 63 % of the animal species identified in Burkina Faso and up to 40 % of all known living organisms. The orders having the most numerous families are respectively the **Coleoptera**[†] (34), the **Lepidoptera**[†] (23), the **Hemiptera**[†] (21) and the **Diptera**[†] (20). The order of **Orthoptera**[†] is remarkable due to its large number of locust species (Acrididae) recorded (135) whereas there are only 6 families of this order identified in Burkina Faso. The majority of these orders include insects whose development is linked to the availability of vegetation that is a determining factor in their population fluctuations. Several of these orders are also **predators**[†] of crops which constitutes an abundant vegetation with a concentration of food resources beneficial to their diversification. The order of Diptera includes several species (mosquitoes, midges, tsetse flies, etc.)

Tab. 6.15: Diversité des insectes connus au Burkina Faso (A partir des données recueillies par Ouédraogo (1996) [116] complétées par celles de Guenda (1996) [51] et du Rapport UICN (2008) [52]). | Diversity of insects found in Burkina Faso (From the data gathered by Ouédraogo (1996) completed with that from Guenda (1996) [51] and from the IUCN Report (2008) [52]).

Ordre Orders	Famillies Families	Nbre. No.	Dénomination Denomination	Nombre d'espèces Number of species		
Cheuloptera	1	Lonchodidae	1			
Coleoptera	34	Anobiidae	3			
		Anthribidae	?			
		Apionidae	6			
		Alleculidae	1			
		Bostrichidae	6			
		Bruchidae (Bruches Weevils)	43			
		Buprestidae	3			
		Carabidae	29			
		Cerambycidae (Longicornes Longicorns)	23			
		Cicindellidae	11			
		Chrysomelidae	85			
		Cleridae	2			
		Coccinellidae (Coccinelles Ladybirds)	12			
		Cucujidae	8			
		Curculionidae (Charançons Snout beetles)	37			
		Dermestidae (Dermestes Larder beetles)	5			
		Dytiscidae (Dytiques Diving beetles)	20			
		Elateridae	1			
		Elmidae	?			
		Gyrinidae	?			
		Histeridae	1			
		Hydrophilidae	?			
		Hydroscaphidae	?			
		Lagriidae	3			
		Lamiidae	1			
		Lucanidae	1			
		Meloidae	19			
		Melyridae	1			
		Nitidulidae	4			
		Rutellidae	2			
		Scarabeidae (Scarabées, cétoines Scarabs, cetonia)	112			
		Scolytidae (Scolytes Bark beetles)	4			
				Tenebrionidae	18	
				Trogositidae	1	
Collembola	1	Arthropleonidae	1			
Dermaptera	2	Forficulidae (Forficules Earwigs)	2			
		Labiduridae	2			
Dictyoptera	4	Blattidae (Cafards Cockroaches)	2			
		Euremiaphillidae	?			
		Mantidae (Mante religieuse Praying mantis)	52			
		Perisphaeriidae	?			
Diptera (Flies)	20	Acroceridae	2			
		Agromyzidae	2			
		Asilidae	1			
		Calliphoridae	5			
		Cecidomyiidae	4			
		Chaoboridae	1			
		Chironomidae	6			
		Culicidae	81			
		Glossinidae (Glossines Tsetse fly)	5			
		Muscidae (Mouches Flies)	43			
		Oestridae	1			
		Platystomatidae	1			
		Sarcophagidae	3			
		Scaptopsidae	1			
		Simuliidae (Simulies Midges)	15			
		Sciomyzidae	1			
		Tabanidae (Taons Horseflies)	45			
		Tephritidae (Mouches des fruits Fruit flies)	7			
		Ulidiidae	4			
		Embioptera	1	Embiidae	1	
Ephemeroptera (Mayflies)	5	Oligoneuridae	?			
		Baetidae	?			
		Caenidae	?			
		Leptophlebiidae	?			
		Tricorythidae	?			
Hemiptera (Bugs)	21	Acanthosomatidae	1			
		Alydidae	3			
		Belostomatidae	?			
		Capsidae	1			
		Coreidae	24			
		Corixidae	1			
		Dinidoridae	1			
		Gerridae	?			
		Lygaeidae	10			
		Miridae	15			

Ordre Orders	Familles Families		
	Nbre. No.	Dénomination Denomination	Nombre d'espèces Number of species
		Nabidae	3
		Nepidae (Nèpes Aquatic insects)	1
		Notonectidae	1
		Pentatomidae	39
		Pyrrhocoridae	8
		Ranatriidae	?
		Reduviidae	18
		Saldidae	1
		Scutelleridae	39
		Tingidae	1
		Veliidae	?
	Homoptera	10	Aleyrodidae (Mouches blanches White flies)
Aphididae (Pucerons Fleas)			14
Cercopidae			7
Cicadellidae (Cicadelles Leafhoppers)			18
Coccidae			15
Delphacidae			4
Diaspididae			21
Margarodidae			3
Pseudococcidae			15
Psyllidae (Psylles Psyllids)			1
Hymenoptera	12	Apidae (Abeille Bee)	1
		Braconidae	2
		Chalcididae	2
		Dryinidae	1
		Eupelmidae	5
		Ichneumonidae	3
		Megachilidae	2
		Paxylomatidae	1
		Pteromalidae	1
		Trichogrammatidae	1
		Torymidae	2
		Vespidae (Guêpes Wasps)	1
Lepidoptera (Butterflies)	23	Arctiidae	8
		Cosmopterygidae	6
		Cossidae	1
		Crambidae	1
		Danaidae	6
		Gelechiidae	2

		Geometridae	1
		Hesperidae	3
		Lycaenidae	7
		Lymntriidae	1
		Noctuidae	107
		Notodontidae	2
		Nymphalidae	15
		Olethreutidae	4
		Papilionidae	4
		Pieridae	5
		Plutellidae	1
		Pterophoridae	1
		Pyralidae	47
		Saturnidae	11
		Sphingidae	7
		Tineidae	1
		Tortricidae	3
Odonaptera	4	Coenagriidae	1
		Gomphidae	?
		Libellulidae (Libellules Dragonflies)	5
		Lestidae	1
Orthoptera	6	Acrididae (Criquets Crickets)	135
		Eneopteridae	1
		Gryllidae (Grillons Crickets)	11
		Gryllotalpidae	1
		Pyrgomorphidae	11
		Tettigonidae (Sauterelles Grasshoppers)	5
Phasmatoptera	1	Phasmatidae (Phasmes Stick insects)	?
Plecoptera	1	Neoperlinidae (Perles Aquatic insects)	1
Thricoptera	6	Ecnomidae	?
		hydropsychidae	4
		Hydroptilidae	13
		Polycentropodidae	2
		Philopotamidae	?
		Sericostomalidae	?
Thysanoptera	1	Thripidae (Thrips Thrips)	9
Thysanoura	1	Lepismatidae	2
19	152		1 489

dont le développement est lié à l'eau qui constituera alors un facteur important de prolifération.

Cependant, cet inventaire est loin d'être exhaustif dans la mesure où les insectes les plus connus et étudiés sont ceux associés aux activités humaines majeures, soit parce qu'ils constituent des fléaux pour les cultures (tous les insectes ravageurs) et les productions forestières soit parce qu'ils transmettent ou participent à la transmission de maladies à l'Homme et aux animaux d'élevage. Ainsi, plusieurs groupes d'insectes n'ont encore jamais fait l'objet de vrais inventaires au Burkina Faso. Or, l'intérêt de la connaissance de la diversité entomologique peut se manifester à différents niveaux. Ainsi, du point de vue purement écologique, les insectes participent à toute la gamme des processus naturels essentiels au maintien des systèmes biologiques. Certains auteurs estiment même que les écosystèmes seraient inopérants sans la présence des insectes [53].

CONCLUSION

Les connaissances sur la diversité entomologique au Burkina restent encore insuffisantes en raison surtout des difficultés d'inventaires et d'identification des insectes mais aussi de la méconnaissance de leur rôle dans le fonctionnement de notre environnement. Les

whose development is linked to water which thus constitutes an important factor for their proliferation.

However, this inventory is far from being exhaustive as the insects most frequently found and studied are those associated with the major human activities, because they constitute pests for cultivation (all destructive insects) and forest productions, or because they transmit or are involved in the transmission of disease to man and to livestock. Thus several insect groups have never yet been the subject of true inventories in Burkina Faso. The interest in the knowledge of the entomological diversity is important for many reasons. Indeed, ecologically, insects are involved in the whole range of natural processes essential for maintaining biological systems. Some authors even suggest that the ecosystems would not function in absence of insects [53].

CONCLUSION

Knowledge about the entomological diversity in Burkina still remains insufficient, notably due to the difficulties in making inventories and identifying the insects, and also due to ignorance regarding their role in the functioning of our environment.

insectes sont surtout perçus comme étant nuisibles, ce qui explique que la plupart des études entomologiques porte sur la bio-écologie des insectes nuisibles et sur la mise au point de méthodes de lutte.

La diversité des insectes étant indispensable pour le fonctionnement adéquat de notre environnement, il importe de leur accorder plus de considération dans nos préoccupations et de faire d'eux des alliés pour un environnement sain.

Insects are mainly perceived as being harmful, which explains why the majority of entomological studies deal with the bio-ecology of harmful insects and development of methods for combating them.

As the diversity of insects is indispensable for the adequate functioning of our environment it is important to pay more attention to their study and use them as allies for a healthy environment.

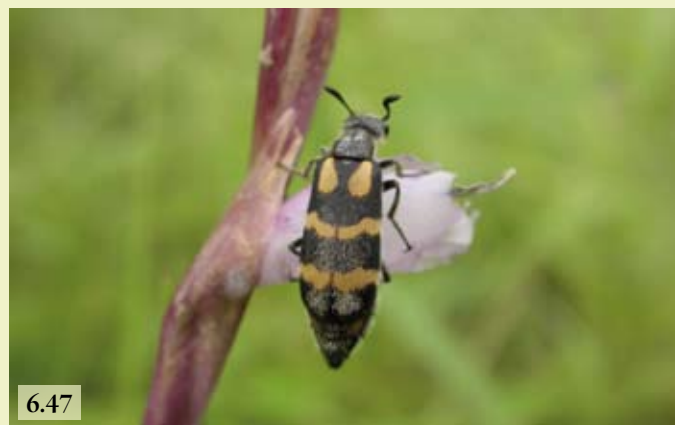
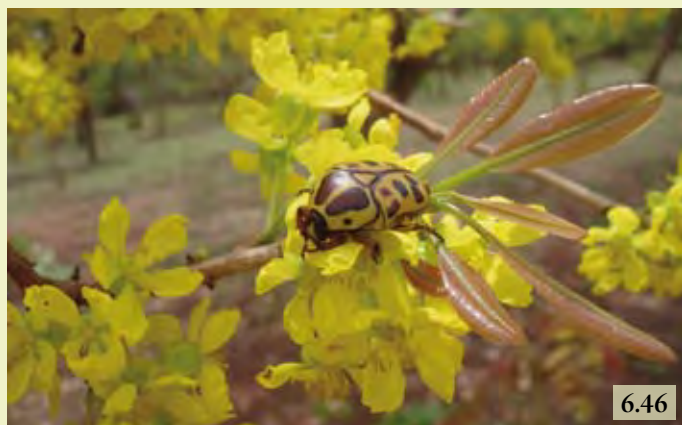


Fig. 6.45: Quelques insectes récoltés au Burkina Faso. | Some insects found in Burkina Faso. ATH

Fig. 6.46: *Pachnoda cordata* (Coléoptères: Scarabeoïdes, Cétonidés, Cétoniinae) ATH

Fig. 6.47: *Mylabris* sp. (Coléoptères: Tenebrionoides, Meloïdés, Meloïnae) ATH

LES VERTEBRES

6.16

Les grands mammifères

A. Basile ADOUABOU
Urbain BELEMSOBGO
Pierre KAFANDO
Somanegré NANA

Au Burkina Faso, les grands **mammifères**⁷ constituent généralement les espèces les plus emblématiques qui font surtout objet d'attraction et de curiosité pour les touristes et les fascinés de la nature en particulier. Entre autres figurent parmi ces espèces emblématiques : l'éléphant (*Loxodonta africana*), le lion (*Panthera leo*), le buffle (*Syncerus caffer brachyceros*) ou l'hippotrague (*Hippotragus equinus*) qui y sont bien représentées.

L'estimation des effectifs et l'étude de la répartition des densités des mammifères du Burkina Faso ont été réalisées selon les méthodes standard internationales [54].

Deux principales approches sont utilisées :

- L'inventaire total ou dénombrement complet réalisé sur un

petit nombre d'espèces notamment les éléphants et les grands herbivores ;

- L'échantillonnage le long de **transects**⁷ linéaires ou circulaires pour la plupart des espèces.

Les documents techniques, les bases de données cartographiques et les références juridiques obtenus à partir des archives des cadres et services forestiers du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie ont également servi pour évaluer l'état des lieux de la **faune**⁷ du pays.

Notes sur des groupes spécifiques :

LES GRANDS CARNIVORES

Au Burkina Faso, environ une vingtaine d'espèces a été répertoriée dans l'Ordre des Carnivores (Tab. 6.16). Cette diversité comprend les grands carnivores dont le lion (*Panthera leo*), la panthère (*Panthera pardus*), le guépard (*Acinonyx jubatus*), le lycaon (*Lycaon pictus*), l'hyène rayée (*Crocuta crocuta*), l'hyène tachetée (*Hayena hayena*).

L'ordre comprend également des carnivores comme le chacal commun (*Canis aureus*), le chacal à flancs rayés (*Canis adustus*), le renard (*Vulpes pallida*), le ratel (*Mellivora capensis*), le caracal (*Caracal*

VERTEBRATES

Large mammals

In Burkina Faso, large **mammals**⁷ are usually the most emblematic species - which are a particular object of attraction and curiosity for tourists and nature enthusiasts in particular. The following animals belong to these emblematic species: the elephant (*Loxodonta africana*), the lion (*Panthera leo*), the buffalo (*Syncerus caffer brachyceros*) and the antelope (*Hippotragus equinus*), all of which are well represented in the group.

An estimation of the numbers and a study of the distribution of the densities of the mammals in Burkina Faso have been carried out using standard international methods [54].

Two main approaches were used:

- A total inventory or total count carried out on a small num-

ber of species, in particular elephants and large herbivores;

- Sampling along linear or circular **transects**⁷ for most of the species.

Technical documents, cartographical databases and legal references obtained from the archives of forestry officers and the forestry departments of the Ministry of the Environment and Life Framework were also used to evaluate the status of the country's wildlife.

Notes on the specific groups:

LARGE CARNIVORES

In Burkina Faso, approximately twenty species have been listed in the Order of Carnivora (Tab. 6.16). This diversity includes the large carnivores, including the lion (*Panthera leo*), the panther (*Panthera pardus*), the cheetah (*Acinonyx jubatus*), the wild dog (*Lycaon pictus*), the spotted hyena (*Crocuta crocuta*) and the striped hyena (*Hayena hayena*).

The order also includes carnivores such as the common or golden jackal (*Canis aureus*), the side-striped jackal (*Canis adustus*), the pale fox (*Vulpes pallida*), the honey badger (*Mellivora capensis*), the caracal (*Caracal caracal*), the serval (*Leptailurus*

Tab. 6.16: Situation des Carnivores dans les blocs (avec années d'observations; ++ = espèce couramment observée, + = espèce présente, ± = espèce rarement observée mais présence certaine, - = espèce inexistante ou absence d'informations). | Situation of Carnivores in the reserves (with years of observation; ++ = species currently observed, + = species present, ± = species rarely observed but certainly present, - = non-existent species or absence of information).

Espèce Species	PONASI (Pô, Nazinga, Sissili)			COMOE-LERABA			SUD-OUEST SOUTH-WEST		BOUCLE DU MOUHOUN ET HAUTS BASSINS MOUHOUN LOOP AND UPPER BASINS	EST EAST	SAHEL
	Nazinga (2007)	PNKT (2005)	Sissili	FCRPF/CL (2007)	BK (IKA, 2007)	DIDA	Koulbi (2007)	Bontioli			Sahel
Lion Lion			±				-	-	+	(~ 400)	
Panthère Panther	-	-	-	±	-	-	+	+	±		
Guépard Cheetah	-	-	-	-	-	-	-	-	±	+	±
Lycaon Lycaon (wild dog)	-	-	-	-	-	-			-	+	
Hyène tachetée Spotted hyena	+	+	+						+	+	+
Hyène tachetée Striped hyena		-	-	-	-	-	-	-	+	++	+
Chacal à fl. rayés Side-striped jackal	++	±	++	++	+	+	++	++	+	+	+
Serval Serval	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Caracal Caracal	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Civette Civet	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+
Génette commune Common genet	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+
Renard pâle Pale fox	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Chat doré African golden cat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Chat de Lybie African wild cat	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+
Ratel Honey badger	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+
Fennec Fennec	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

serval), the civet (*Civettictis civetta*), the genet (*Genetta* spp.) and the mongoose (*Herpestes* spp).

The area of distribution of the large carnivores covers all of the country, up to the Sahel. The hyena, the cheetah, the panther and the jackal were observed in the sahelian zone of Burkina in 1999 [55].

The largest populations are found in the eastern region of the country. Recent observations have highlighted their presence in the WAP Complex, which consists of the W National Park, the Pendjari National Park, the Arly Total Wildlife Reserve and their related hunting zones.

In this complex, data collected from observations undertaken between 2005 and 2008 report that in the Burkinabé part, the numbers of direct observations of the cheetah, the spotted hyena, the leopard, the lion and the wild dog are respectively 15, 8, 7, 198 and 3.

Fig. 6.48: Deux lions (*Panthera leo*). | Two lions (*Panthera leo*).
PKA



caracal), le serval (*Leptailurus serval*), la civette (*Civettictis civetta*), les genettes (*Genetta* spp.), les mangoustes (*Herpestes* spp).

L'aire de répartition des grands carnivores couvre tout le pays jusqu'au Sahel. Les hyènes, le guépard, la panthère, le chacal ont été observés au sahel burkinabè en 1999 [55].

C'est la région de l'Est qui héberge les plus grandes populations. Les récentes observations font ressortir leur présence dans le Complexe WAP qui comprend le parc régional du W, le parc national de la Pendjari, la Réserve Totale de l'Arly et leurs zones de chasse connexes.

Dans ce complexe, le bilan de la collecte des observations entreprises entre 2005 et 2008 rapporte que dans la partie burkinabé, les nombres d'observations directes sur le guépard, l'hyène tachetée, le léopard, le lion, le lycaon sont respectivement de 15, 8, 7, 198 et 3. La présence du léopard a été confirmée par des observations directes entre 1997 et 1999 à la Comoé-Léraba [56].

LES GRANDS HERBIVORES

L'éléphant (*Loxodonta africana*)

Les populations d'éléphants au Burkina Faso sont localisées dans cinq principales zones comme l'indique la carte 6.5.

The presence of the leopard was confirmed by direct observations between 1997 and 1999 in the Comoé-Léraba [56].

LARGE HERBIVORES

The elephant (*Loxodonta africana*)

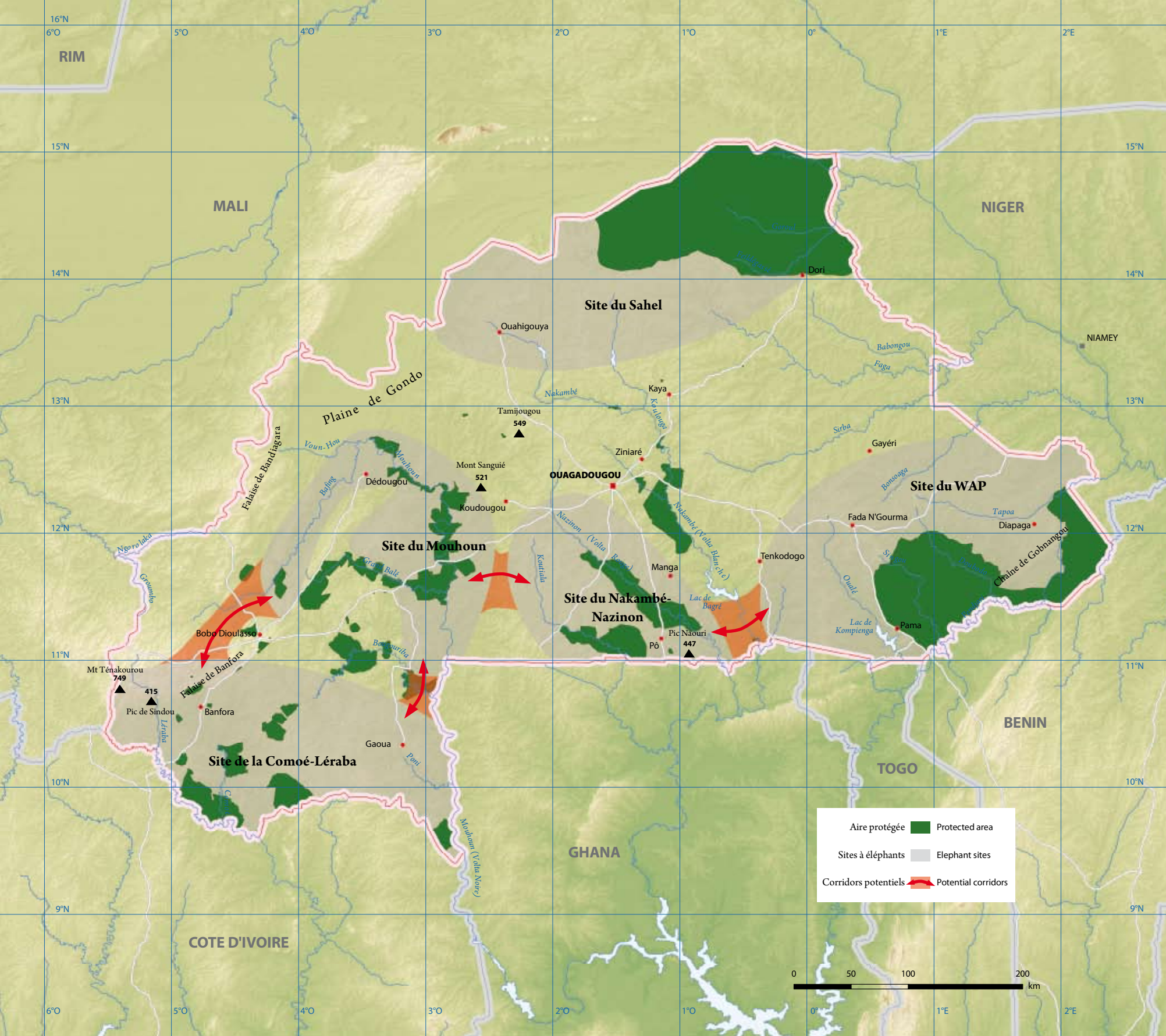
Elephant populations in Burkina Faso are located in the five main zones, as indicated on map 6.5.

- The WAPS Complex zone (W, Arly, Pama, Singou). This site includes the W National Park, the Arly Total Wildlife Reserve, the Singou Total Wildlife Reserve, the Pama Partial Wildlife Reserve and the adjacent hunting zones. Elephant populations on this site increased from 1 700 individuals in 1981 to 2 940 in 1999 [39], i.e. a growth rate of 4.7 % in 17 years.
- The Nakambé/Nazinon river zones. Elephant populations in this zone are concentrated in the PONASI complex (Pô- Nazinga-Sissili). 603 individuals were recorded in 2003 [58]. 150 individuals were recorded in 1998 in the Zabré department. The largest population of elephants in this zone are found on the Nazinga Ranch⁷, with

- La zone du Complexe WAPS (W, Arly, Pama, Singou). Ce site comprend le Parc National du W, la Réserve Totale de faune de l'Arly, la Réserve Totale de Faune du Singou, la Réserve Partielle de faune de Pama et les zones de chasse contiguës. Les populations d'éléphants dans ce site ont évolué de 1 700 individus en 1981 à 2 940 en 1999 [57], soit un taux d'accroissement de 4,7 % en 17 ans.
- La zone des fleuves Nakambé/Nazinon. Les populations éléphantines de cette zone sont concentrées dans le complexe PONASI (Pô- Nazinga-Sissili). Un effectif de 603 individus y a été dénombré en 2003 [58]. Un effectif de 150 individus aurait également été recensé en 1998 dans le Département de Zabré. Les plus grandes concentrations d'éléphants de cette zone se trouvent au Ranch⁷ de Nazinga avec 548 individus [58]. Une partie des éléphants de ce site se déplacent en territoire Ghanéen dans le Parc National de Mole.
- La zone du Mouhoun. Dans cette zone les concentrations d'éléphants sont observées dans les Forêts classées des Deux Balé, de Laba, de Baporo, de Sorobouli, de Maro, de Tuy, de Pâ et de la Mou. Il n'y a pas eu de

548 individuals [58]. Some of the elephants of this site migrate into Ghanaian territory, in the Mole National Park.

- The Mouhoun zone. In this zone, elephants are observed in the classified forests of Deux Balé, Laba, Baporo, Sorobouli, Maro, Tuy, Pâ and Mou. Although no inventory has been made in this zone the number of elephants is estimated to hundred.
- The Comoé-Léraba zone. The populations of this site use the classified forests of Boulon Koflandé, Diéfoula and Logoniègué and occupy a cross-border space shared with Côte d'Ivoire. Recent inventories have been unable to indicate an approximate number of elephants in this zone. Three (3) individuals were observed during the 2005 census [59].
- The Sahel zone. The elephant population of this site occupies a space that includes the Malian Gourma and the Burkinabé Sahel. The elephants of this site remain in Burkinabé territory in the rainy season (August-September). They come from the Malian Gourma where the number was estimated as 322 in



Carte 6.5: Localisation des sites à éléphants au Burkina Faso [127].
Map 6.5: Location of elephant sites in Burkina Faso [127].

dénombrement des populations de cette zone mais les effectifs avoisineraient une centaine d'éléphants.

- La zone de la Comoé-Léraba.
Les populations de ce site exploitent les forêts classées de Boulon Koflandé, de Diéfoula et de Logoniégué et occupent un espace transfrontalier partagé avec la Côte d'Ivoire. Les récents inventaires n'ont pas pu indiquer l'effectif approximatif des éléphants dans cette zone. Trois (3) individus ont été observés lors de l'inventaire de 2005 [59].
- La zone du Sahel.
La population éléphantine de ce site occupe un espace comprenant le Gourma Malien et le Sahel Burkinabè. Les éléphants de ce site séjournent en territoire burkinabè en saison pluvieuse (août-septembre précisément). Ils proviennent du Gourma Malien où le nombre a été estimé en 2002 à 322 [60]. On ignore encore l'effectif des éléphants qui migrent dans la partie burkinabè.
- La zone du Sud-Ouest.
Au niveau du Sud-Ouest du Burkina Faso, l'inventaire aérien de 1992 fait état de la présence probable de 50 individus dans les réserves totale et partielle de faune de Bontioli [61]. La

présence de l'espèce dans cette réserve ainsi dans la Forêt Classée de Koulibi a été confirmée par des observations de traces lors de l'inventaire pedestre en avril 2008.

Le Buffle de savane d'Afrique de l'Ouest (*Syncerus caffer brachyceros*)

Du fait de son **habitat**⁷ très varié (savanes arbustives et boisées, forêts claires et forêts denses secondaires), le buffle est une espèce dont l'aire de répartition à l'intérieur du Burkina Faso est la même que celle des grandes antilopes (hippotrague, bubale, waterbuck) et s'étend sur tout le territoire sauf dans la partie sahélienne du pays. L'espèce est très dépendante de l'eau dont elle ne s'éloigne guère de plus de 15 km. C'est une espèce partiellement protégée au Burkina Faso. C'est un animal de grande chasse. Les populations restent cependant concentrées dans les aires classées de faune. Les effectifs de l'espèce sont en croissance au Ranch de Nazinga où ils sont passés de 212 individus en août 2001 et à 283 en mars 2002 [62], puis à 722 individus en 2007. L'espèce est également recensée à Boulon Koflandé et dans la Forêt Classée et Réserve Partielle de faune de la Comoé-Léraba où les populations ont été estimées à plus de 100 [56].

Statut de l'éléphant et facteurs de menace

Aoupoaouné Basile ADOUABOU

L'éléphant est une espèce intégralement protégée au Burkina Faso et sa population est parmi la plus importante en Afrique de l'Ouest. Cependant le devenir de l'espèce reste soumis à des menaces qui relèvent essentiellement:

- De la pression foncière entraînant une augmentation des surfaces agricoles, le développement de l'élevage extensif et l'extension des zones d'habitation avec corrélativement la réduction de l'habitat de l'espèce;
- De l'exacerbation des conflits hommes/éléphants qui se traduisent par de fréquents dommages causés aux hommes en réponses desquels les représailles des populations sont à craindre ;
- Du braconnage, surtout transfrontalier amplifié par l'insuffisance de coordination de la lutte anti-braconnage entre Etats voisins;
- La **dégradation**⁷ de l'habitat de l'espèce due aux aléas climatiques réduisant les disponibilités hydriques et alimentaires.

Status of the elephant and causes for threat

The elephant is a species which is completely protected in Burkina Faso, here its population is among the largest in West Africa. However, the future of the species remains subject to threats resulting mainly from:

- Land pressure: an increase in agriculturally used areas, the development of extensive livestock breeding and extension of zones of human settlement leading to reduction of the habitat of this species;
- Exacerbation of human/elephant conflicts: frequent damage caused to humans; in response reprisals by the local peoples are to be anticipated;
- Poaching: especially cross-border, increased by inadequate co-ordination of the anti-poaching movement between neighbouring States;
- **Degradation**⁷: of the habitat of the species, due to **climate change**⁷, reducing the availability of water and food.



Les plus grandes concentrations sont enregistrées dans les aires de faune de l'Est du pays dont les bassins de l'Arly et du Singou qui renferment environ 3 500 individus recensés en 1999 [57].

L'hippopotame (*Hippopotamus amphibius amphibius*)

Le réseau hydrographique du Burkina Faso relativement important offre un habitat favorable au développement de l'hippopotame dont l'importance en matière de valorisation écotouristique et le rôle dans la productivité des écosystèmes⁷ dulçaquicoles⁸ ne sont plus à démontrer. L'espèce n'a pas fait l'objet de recensement dans tous les cours d'eau où sa présence a été signalée. Des observations directes ont été faites dans les réserves de Bontoli et de la Forêt Classée de Koulbi lors de l'inventaire d'avril 2007.

Au niveau de la Comoé-Léraba, Koné en 2004 [63] a compté sur une distance de 87,85 km un effectif de 41 hippopotames dont 22 mâles, 13 femelles et 6 juvéniles et estimé l'abondance de l'espèce dans la Comoé à 0,47 hippopotame/km avec des fréquences plus accrues dans le secteur de la Forêt Classée de Koflandé. La mare de Wouzi située non loin du Parc National Kaboré Tambi dans la Province du Zounwéogo héberge une soixantaine d'individus.

2002 [60]. We still do not know the number of elephants that migrate into the Burkinabé part.

■ The South-West zone.

In the South-west of Burkina Faso, the 1992 air census mentioned the probable presence of 50 individuals in the Bontoli partial and total wildlife reserves [61]. The presence of the species in these reserves, as well as in the Classified Forest of Koulbi, was confirmed by track observations during the ground census of April 2008.

The West African Savanna Buffalo (*Syncerus caffer brachyceros*)

Due to its very varied habitat⁹ (shrubby and wooded savanna, open forests and dense secondary forests), the buffalo is a species with an area of distribution within Burkina Faso similar to that of the large antelopes (roan antelope, hartebeest, waterbuck), which extends along the entire length of the territory except in the Sahelian part of the country. The species is very dependent on water, and rarely moves more than 15 km away from it. It is a partially protected species in Burkina Faso



Fig. 6.49: Le buffle.

The buffalo. ATH

Fig. 6.50: L'hippopotame.

The Hippopotamus. ATH

Fig. 6.51: Troupeau d'hippotragues.

Herd of Roan Antelope. PKA

L'espèce est également présente dans la Région de l'Est mais les populations dans cette Région n'ont pas fait l'objet d'estimation à notre connaissance.

L'hippopotame est une espèce intégralement protégée au Burkina Faso. A la faveur de ce statut de protection, les populations de l'espèce semblent en constante évolution progressive dans les sites non perturbés. Les aléas climatiques, l'ensablement des cours d'eau sont les facteurs de menace de l'hippopotame.

L'hippotrague (*Hippotragus equinus koba*)

L'hippotrague est une espèce assez fréquente dans toutes les aires de faune du Burkina Faso se trouvant dans son aire de répartition. Les populations sont en évolution positive dans les aires classées bénéficiant d'une surveillance et d'un aménagement constants. Les recensements pédestres entrepris dans la Forêt Classée et Réserve Partielle de Faune de la Comoé- Léraba ont estimé la population à 2 253 individus [64]. C'est une espèce assez fréquente dans le bloc écologique PONASI notamment au Ranch de Nazinga où les populations varient entre 3 000 et 4 000 individus selon les recensements de ces dix dernières années.

La Région de l'Est abrite également d'importantes populations de

and is a big game animal. However, buffalo populations remain concentrated in the wildlife-classified areas.

The species is growing in number on the Nazinga Ranch, where they increased from 212 individuals in August 2001 to 283 in March 2002 [62], then to 722 individuals in 2007. The species is also recorded in Boulon Koflandé, in the Classified Forest and in the Comoé-Léraba Partial Wildlife Reserve where the populations have been estimated to more than 100 [56].

The largest concentrations are recorded in the wildlife areas in the East of the country, including the Arly and Singou basins, which contained approximately 3 500 individuals in a census carried out in 1999 [57].

The Hippopotamus (*Hippopotamus amphibius amphibius*)

Burkina Faso's rather large hydrographic network offers a habitat favourable to the development of the hippopotamus, the importance of which – in terms of **ecotourism**⁷ development and its role in the productivity of **limnicolous**⁷ (freshwater) **ecosystems**⁷ – has been more than adequately demonstrated. The species has not been counted in all of the water bodies in which its presence has been reported. It was directly observed

l'espèce. L'inventaire aérien total (une méthode de dénombrement qui sous-estime les effectifs) réalisé en 2003 indique une population de 677 individus dans le seul Parc W burkinabè (235 000 ha). Dans les autres aires de faune de la Région notamment les Réserves Partielles et Totales de faune qui ont été concédées aux privés, les densités de l'espèce sont relativement plus élevées compte tenu de la surveillance assurée depuis 1996.

Le damalisque (*Damaliscus lunatus korrigum*)

La présence du damalisque a été confirmée le long du Nazinon dans l'espace écologique « Red and White Volta-Morago » en territoire ghanéen qui forme un même écosystème avec le parc national de Pò, le ranch de Nazinga et la Forêt Classée de la Sissili. Cette population serait ainsi la troisième connue restant en Afrique Occidentale.

Les gazelles en voie d'extinction

Selon l'UICN la gazelle dama (*Gazella dama*) a été signalée dans le Nord du Sahel Burkinabè où 5 individus auraient été abattus pendant les 5 dernières années. On suppose également la présence de la gazelle dorcas (*Gazella dorcas*) dans ce bloc du sahel. Ces deux

in the Bontioli reserves and those of the Classified Forest of Koulbi during the April 1997 census.

In the Comoé-Léraba, in 2004 [63] Koné counted, over a distance of 87.85 km, 41 hippopotamuses, including 22 males, 13 females and 6 juveniles, and estimated the abundance of the species in the Comoé at 0.47 hippopotamuses/km with greater frequencies in the Koflandé Classified Forest sector.

The Wouzi pond, not far from the Kaboré Tambi National Park in the Zounwéogo Province, is home to about sixty individuals. The species is also present in the Eastern Region but the populations in this Region have not, to our knowledge, been estimated.

The hippopotamus is a completely protected species in Burkina Faso. Thanks to this protection status, its populations appear to be in constant growth in undisturbed sites. **Climate change**⁷ and the silting up of waterways are factors which threaten the hippopotamus.

The roan antelope (*Hippotragus equinus koba*)

The roan antelope is a fairly common species in all of the wildlife areas of Burkina Faso which fall within its area of distribution.

Tab. 6.17: Situation des ongulés dans les blocs (avec années d'observations; ++ = espèce couramment observée, + = espèce présente, ± = espèce rarement observée mais présence certaine, - = espèce inexistante ou absence d'informations). | Situation of ungulates in the areas (with years of observation; ++ = species currently observed, + = species present, ± = species rarely observed but certainly present, - = non-existent species or absence of information).

Espèce Species	PONASI (Pô, Nazinga, Sissili)			COMOE-LERABA			SUD-OUEST SOUTH-WEST		BOUCLE DU MOUHOUN ET HAUTS BASSINS MOUHOUN LOOP AND UPPER BASINS	EST EAST	SAHEL
	Nazinga (2007)	PNKT (2005)	Sissili	FCRPF/CL (2007)	BK (IKA, 2007)	DIDA	Koulbi (2007)	Bontioli			SAHEL
Bubale Hartebeest	2 554	±	++	1 626	0,079	+	1	1	++	70	-
Céphalophe de Grimm Grimm's duiker	683	3	++	543	0,059	+	2	1	++	57	-
Cob defassa Defassa waterbuck	2 087	±	++	++	0,012	+	+	+	++	7	-
Guib harnaché Western bushbuck	646	1	++	720	0,047	+	+	+	++	11	-
Hippotrague rouan Roan antelope	3 770	41	++	1 019	0,115	+	++	15	++	677	
Damalisque korrigum Korrigum	RPC	-	-	-	-	-	-	4	-		
Ourébi Oribi	617	4	++	++	0,021	+	8	3	++	59	-
Phacochère Wart hog	4 367	+	++	2 942	0,596	++	++	++	++	96	50*
Potamochère River hog	-	-	-		±		-	-	-	-	-
Buffle brachiceros Brachyceros buffalo	722	±	++	++	0,015	+	+	+	+	1 400	
Cobe de Buffon Kobus Kob	98	±	++	++	0,056	+	9	+	+	34	
Eléphant (L.africana) Elephant	++	64	++	++	+	+	+	+	+	740	200*
Réduunca Reedbuck	33	±	++	++	0,006	+	+	+	+	7	-
Céphalophe à flancs roux Red- flanked duiker	-	-	-	++	++	+	1	+	+	+	-
Hippopotame amphibie Amphibi- ous hippotamus	-	-	-	+	+	+	1	+	+	+	NEO
Gazelle rufifrons Red-fronted gazelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	100*
Gazelle dama Damas gazelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10*
Gazelle dorcas Dorcas gazelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PS
Céphalophe bleue Blue duiker	-	-	-				-	-		-	-
Daman des Rochers Rock hyrax	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tab. 6.18: Situation des primates dans les blocs. | Situation of primates in the areas.

Cynocéphale Dog-faced baboon	1 259	2	++	++	0,156	++	++	++	++	37	+
Patas Patas monkey	199	21	++	1 294	0,173	++	22	47	++	11	++
Vervet Vervet	148	++	++	++	0,082	++	++	++	++		+
Galago du Sénégal Senegal Galago	++	++	++	++	++	++	++	2	++		-
Colobe magistral King Kolobus	-	-	-		-	-		-	-		
Mangabey à nuque blanche White- collared Mangabey	-	-	-	+	-	-	-	-	-		

gazelles qui ont la même aire de distribution sont considérées depuis les années 1990 comme des espèces en danger d'extinction [65].

Pour l'ensemble des herbivores présents au Burkina Faso, les informations sur leur situation telle que indiquée par les derniers recensements ou les récentes observations se présentent comme résumés dans le tableau ci-dessous.

Les primates

Au Burkina Faso, les Primates n'ont pas été spécifiquement recensés dans leur aire de répartition avec des méthodes de dénombrement adaptées à ce groupe **taxonomique**⁷. La présence dans le pays de six espèces de primates a été confirmée.

Ce sont :

- Le cynocéphale ou babouin doguera (*Papio hamadryas*) ;
- Le vervet ou singe vert ou tantale (*Chlorocebus aethiops*) ;
- Le singe rouge ou patas (*Erythrocebus patas patas*) ;
- Le galago du Sénégal (*Galago senegalensis*) ;
- Le colobe magistral (*Colobus polykomos*) ;
- Le mangabey enfumé à lunulles (*Cercocebus atys lunulatus*).

Populations have been growing in classified areas which benefit from constant surveillance and improvement. Ground censuses carried out in the Comoé-Léraba Classified Forest and Partial Wildlife Reserve has estimated the population at 2 253 individuals [64]. It is a fairly common species in the PO-NASI complex, particularly on the Nazinga Ranch where populations vary between 3 000 and 4 000 individuals according to censuses carried out over the last ten years.

The Eastern Region also accommodates large populations of the species. The total aerial census (a method of counting which under-estimates numbers) carried out in 2003 showed a population of 677 individuals in the W Park (Burkinabé) alone (235 000 ha).

In the other wildlife areas of the Region, in particular the Partial and Total Wildlife Reserves which have been turned over to private management, densities of the species are relatively higher due to surveillance, which has been in place since 1996.

The Topi (*Damaliscus lunatus korrigum*)

The presence of the topi has been confirmed along the Nazinon in the "Red and White Volta-Morago" ecological zone on

LES FACTEURS DE MENACES DE LA FAUNE

Le Burkina Faso compte un total de 77 aires de protection de la faune dont deux parcs nationaux d'une superficie de 309 500 ha, plusieurs forêts classées totalisant 880 000 ha. Depuis 1996, le Burkina Faso met en œuvre la réforme de la gestion de la faune dont l'objectif est la mise en œuvre d'un partenariat tripartite entre l'Etat, les opérateurs privés et les communautés locales pour une gestion durable de la faune. En dépit des acquis incontestables de cette réforme (reconstitution de la diversité et des effectifs de populations de faune, retombées positives sur l'économie nationale), le développement du sous-secteur de la faune enregistre encore les problèmes suivants :

- La **fragmentation et la réduction de l'habitat de la faune**⁷ ;
- L'accroissement de la vulnérabilité de la faune par un braconnage plus en plus intense ;
- L'insuffisance d'aménagement des aires de protection fauniques conformément aux cahiers de charges des concessions ;
- L'insuffisance d'une prise en compte des préoccupations des populations riveraines dans les plans de gestion des aires concédées ;

Ghanaian territory, which forms a single ecosystem with the Pô National Park, the Nazinga Ranch and the Sissili Classified Forest. This population would therefore appear to be the third known remaining population of the species in West Africa.

Gazelles facing extinction

According to the IUCN, the damas gazelle (*Gazella dama*) has been reported in the north of the Bukinabe Sahel, where it appears that 5 individuals have been slaughtered during the last 5 years. We also assume the presence of the dorcas gazelle (*Gazella dorcas*) in this part of the Sahel. These two gazelles, which have the same area of distribution, have been considered species in danger of extinction since the 1990s [65].

For all herbivores present in Burkina Faso, information on their situation as indicated in the last censuses or recent observations are shown in summary form in the table below.

Primates

In Burkina Faso, primates have not been specifically counted in their area of distribution using methods of counting suitable for

- L'insuffisance de diversification et de valorisation des productions fauniques (éco-tourisme, fermes d'élevage de faune) ;
- Le développement des conflits homme-faune ;
- L'absence d'un système approprié de suivi-écologique et de recherche appliquée notamment dans la fixation des quotas d'abattage ;
- L'insuffisance de moyens financiers, matériels et humains dans les différentes aires protégées.

IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES DE LA FAUNE

La faune procure des revenus tant à la population riveraine des aires fauniques par la mise en place des infrastructures socio-économiques (écoles, forages, kits scolaires, etc.) qu'à l'Etat (à travers les différentes taxes perçues). Ces différents revenus ont connu une augmentation sensible dans ces dix dernières années (Tab. 6.19 et 6.20). Par ailleurs, on estime que la gestion de la faune procure plus de 15 000 emplois tant en zone rurale qu'en zone urbaine, ce qui contribue énormément à la réduction du chômage.

L'exploitation de la faune génère des revenus substantiels pour l'ensemble des acteurs impliqués. Entre 1997 et 2009 près de

400 millions de FCFA (soit l'équivalent d'un million de dollars US) ont été engrangés par les communautés comme indiqué dans le tableau 6.20.

L'analyse de ce tableau fait ressortir les recettes moyennes des trois dernières années évaluées à plus de 55 millions de FCFA. Les plus grands postes pourvoyeurs sont constitués de la taxe annuelle de gestion des concessions reversée aux villages (29 %), la location des ZOVIC (26,4 %) ainsi que les recettes diverses (22,7 %).

L'état s'en tire avec une recette annuelle moyenne de plus de trois cent millions.

Ces recettes sont constituées en grande partie par les taxes d'abattage (36 %), les permis de chasse (26,5 %) et l'ensemble des différentes licences (plus de 18 %).

this **taxonomic**⁷ group. The presence in this country of six species of primates has been confirmed. They are:

- The dog-faced baboon (*Papio hamadryas*);
- The vervet or green or tantalus monkey (*Chlorocebus aethiops*);
- The red monkey or patas monkey (*Erythrocebus patas patas*);
- The Senegal galago (*Galago senegalensis*);
- The king kolobus (*Colobus polykomos*);
- The white-collared mangabey (*Cercocebus atys lunulatus*).

FACTORS ENDANGERING WILDLIFE

Burkina Faso has a total of 77 wildlife protection areas, including two national parks with an area of 309 500 ha and several classified forests totalling 880 000 ha. Since 1996, Burkina Faso has been implementing a reform in its wildlife management, with the objective of securing a tripartite partnership between the government, private operators and local communities for sustainable wildlife management. Despite the indisputable achievements of this reform (reconstitution of the diversity of wildlife population numbers and its positive repercussions on

the national economy), development of the wildlife sub-sector is still facing the following problems:

- The **fragmentation and reduction of wildlife habitat**⁷;
- Increased vulnerability of wildlife due to increasingly intense poaching;
- Inadequate improvement of wildlife protection areas in accordance with the concessions' specifications;
- The preoccupations of riparian populations are not being adequately taken into consideration in the management plans of the conceded areas;
- Insufficient diversification and promotion of wildlife products (ecotourism, wildlife breeding farms);
- The development of human-wildlife conflicts;
- The absence of an appropriate ecological monitoring and applied research system, particularly in the fixing of slaughtering quotas;
- Inadequate financial, material and human resources in the various protected areas.

Tab. 6.19: Situation des retombées financières dans les dix dernières années au niveau de l'Etat (FCFA, 1 US\$ = 400 FCFA). | Situation of financial repercussions over the last ten years in terms of the government (FCFA, 1 US\$ = 400CFA).

Natures des recettes Nature of income	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	Moyenne Average	Part de contribution (%) Share of contribution (%)
Permis de chasse Hunting permits	68 560 000	72 234 000	75 112 500	68 990 000	83 660 000	72 607 200	73 527 283	26,53
Permis de capture Capture permit	225 000	10 000	25 000	17 500	250 000	0	87 917	0,03
Permis de vision Viewing permit	1 483 000	1 810 000	1 336 000	1 144 000	1 220 000	81 246 240	14 706 540	5,31
Licence d'exploitation Operating licence	20 500 000	23 000 000	22 240 000	24 475 000	29 000 000	29 592 500	24 801 250	8,95
Licence de guide de chasse Hunt guiding licence	21 100 000	20 500 000	16 600 000	20 300 000	23 400 000	20 500 000	20 400 000	7,36
Licence de guide de pêche Fishing guiding licence	-	-	-	635 000	1 400 000	300 000	778 333	0,28
Licence de commerçants de viande de gibier Game meat trader's licence			1 100 000	1 415 000	1 390 000		1 402 500	0,51
Licence de restaurateurs de viande de gibier Game meat restaurateur's licence	3 865 000	4 615 000	3 730 000	3 445 000	2 685 000		3 668 000	1,32
Taxes d'abattage Slaughter taxes	80 741 700	85 613 000	90 814 200	97 453 900	118 033 565	128 209 180	100 144 258	36,14
Taxes annuelles de gestion Annual management taxes	10 076 150	12 313 350	14 142 400	14 503 650	25 767 300	32 006 150	18 134 833	6,54
Taxes de capture Capture taxes	-	-	-	9 500	500 000		254 750	0,09
Frais de pistage Tracking fees	4 312 000	4 060 000	4 745 000	4 446 000	5 411 000	5 801 000	4 795 833	1,73
Certificat d'origine Certificate of origin	560 000	710 000	760 000	1 057 000	1 147 000	1 336 200	928 367	0,34
Contentieux Disputes	12 815 000	8 046 600	8 977 000	4 196 500	2 872 500	6 690 000	7 266 267	2,62
Autres recettes Other revenues	5 000	155 000	-	14 000	205 600	48 485 400	9 773 000	3,53
Total Total	224 242 850	233 066 950	239 582 100	242 102 050	296 941 965	426 773 870	277 118 298	100,00

Tab. 6.20: Situation des retombées financières dans les dix dernières années au niveau des populations (FCFA, 1 US\$ = 400 FCFA). | Situation of the financial repercussions over the last ten years in terms of the populations (CFA, 1 US\$ = 400CFA).

Ans/nature recettes Income years	Location de ZOVIC Rental of CIZ	Permis de chasse villageoise Village hunting permits	Frais de pistage (50 %) Tracking fees (50 %)	Taxe de gestion (50 %) Management tax (50 %)	Vente de viande de gibier Sale of game meat	Autres Other	Total Totals
1996-1997	6 098 300	764 190	-	-	604 450	6 048 500	13 515 440
1997-1998	6 242 000	4 802 600	2 191 600	8 331 150	473 000	1 238 700	23 279 050
1998-1999	8 379 500	3 699 500	2 915 000	10 213 650	623 600	1 211 125	27 042 375
1999-2000	7 438 500	74 500	-	10 202 000	-	6 100 000	23 815 000
2000-2001	10 171 000	2 773 050	4 188 000	4 682 055	1 223 150	2 464 700	25 501 955
2001-2002	5 933 400	1 348 000	5 247 000	9 322 650	1 132 000	852 000	23 835 050
2002-2003	5 674 750	1 487 000	4 247 500	9 548 650	2 265 600	-	23 223 500
2003-2004	9 504 500	2 808 150	4 336 000	14 768 250	1 899 445	3 931 450	37 247 795
2004-2005	9 173 000	1 527 300	7 957 400	12 943 650	1 908 450	14 302 500	47 812 300
2005-2006	15 035 377	606 600	4 719 000	12 948 650	2 866 950	16 000 900	52 177 477
2006-2007	12 374 750	1 687 800	7 104 500	12 883 650	1 911 000	30 303 400	66 265 100
Total	96 025 077	21 578 690	42 906 000	105 844 355	14 907 645	82 453 275	363 715 042

THE SOCIO-ECONOMIC IMPACTS OF WILDLIFE

Wildlife provides revenues both to the riparian population of the wildlife areas, due to the setting up of socio-economic infrastructures (schools, wells, school kits, etc.) and the government (via the various taxes received). These various revenues have increased noticeably over the last ten years (Tab. 6.19 and 6.20). Furthermore, we estimate that wildlife management provides over 15 000 jobs, in rural and urban zones alike, which contributes enormously to reducing unemployment.

Exploitation of wildlife generates substantial revenues for all of the players involved. Between 1997 and 2009, nearly 400 million CFA francs (or the equivalent of one million US dollars) have been received by the communities, as indicated in table 6.20. An analysis of this table shows an average of the revenues received over the last three years, valued at over 55 million CFA francs. The line items providing the largest revenues are made up of the concessions' annual management tax paid back to the villages (29 %), rental of Hunting Interest Zones (ZOVIC) (26.4 %) and miscellaneous revenues (22.7 %).

Overall, the government receives an annual income of over three hundred million FCFA from the exploitation of wildlife.

This revenue is made up largely of slaughter taxes (36 %), hunting permits (26.5 %) and all of the various licences (over 18 %).

6.17

Les petits mammifères: Chauves-souris

Malika N. KANGOYE
Wendengoudi GUENDA
Adjima THIOMBIANO
Elisabeth K. V. KALKO
Jakob FAHR

HISTOIRE DES DECOUVERTES DES CHAUVES-SOURIS

La première revue sur les chauves-souris de l'Afrique de l'Ouest par Rosevear [66] n'a pas signalé la présence de chauves-souris au Burkina Faso. Ce n'est qu'avec Kock [67] que la présence de trois espèces a été signalé, suivi de Poché [68] qui a publié cinq autres espèces. Adam et Hubert [69] ont quant à eux trouvé une autre espèce. La première étude qui a traité spécifiquement des chauves-souris du Burkina Faso a été faite par Koopman et al. [70], qui ont signalé la présence de 18 autres espèces faisant passer le nombre des chauves-souris du Burkina Faso à 27. Par la suite, sept autres espèces ont été signalées par Green [71], Koch-Weser [72] et Aulagnier et al. [73]. Le Burkina Faso comptait en 1987, 34 espèces. Plusieurs musées tiennent d'importantes collections de chauves-souris du Burkina Faso dont la plus importante se trouve au musée national

d'histoire naturel de Washington D.C. et compte plus de 1 100 *specimens*[?] qui ont été collectés entre novembre 1968 et juillet 1969 par le Projet *Mammifère*[?] Africain [74]. Depuis plus de 20 ans, aucune autre étude sur les chauves-souris au Burkina n'a été mentionnée. Une étude récente, réalisée dans le cadre du programme *BIOTA*[?] a permis de collecter de nouvelles données dont plusieurs nouvelles espèces pour le Burkina Faso. A ce jour, le Burkina Faso compte plus de 51 espèces de chauves-souris dont plusieurs n'ont pas encore fait l'objet de publications.

DIVERSITE ET DISTRIBUTION

Au Burkina Faso, on rencontre neuf familles de chauves-souris avec 24 genres et 51 espèces. Les *frugivores*[?] comptent une famille, sept genres et sept espèces. Les *insectivores*[?] comprennent huit familles, 17 genres et 44 espèces.

Les chauves-souris se rencontrent dans tout le pays (Carte 6.6). Le sud-ouest et l'extrême nord sont les régions où plus de localités ont été visitées et où l'effort de prélèvement est élevé. La richesse spécifique des chauves-souris est plus élevée dans le sud-ouest notamment à cause de la diversité des *habitats*[?] et de la pluviométrie qui est plus abondante, offrant ainsi une grande diversité alimentaire

Small mammals: Bats

HISTORY OF BAT DISCOVERIES

The first review of bats of West Africa by Rosevear [66] did not mention bats from Burkina Faso. Kock [67] was the first to publish three species for the country, followed by Poché [68] who added five other species. Adam and Hubert [69] found another species.

The first study focused on bats from Burkina Faso was by Koopman et al. [70], who reported 18 additional species, which increased the total number of bat species known from Burkina Faso to 27. Subsequently, seven additional species were recorded by Green [71], Koch-Weser [72], and Aulagnier et al. [73]. In 1987, 34 bat species were known from Burkina Faso. Several museums house significant collections of bats from Burkina Faso, the most important being held by the National Museum of Natural History in Washington, D.C. with more than

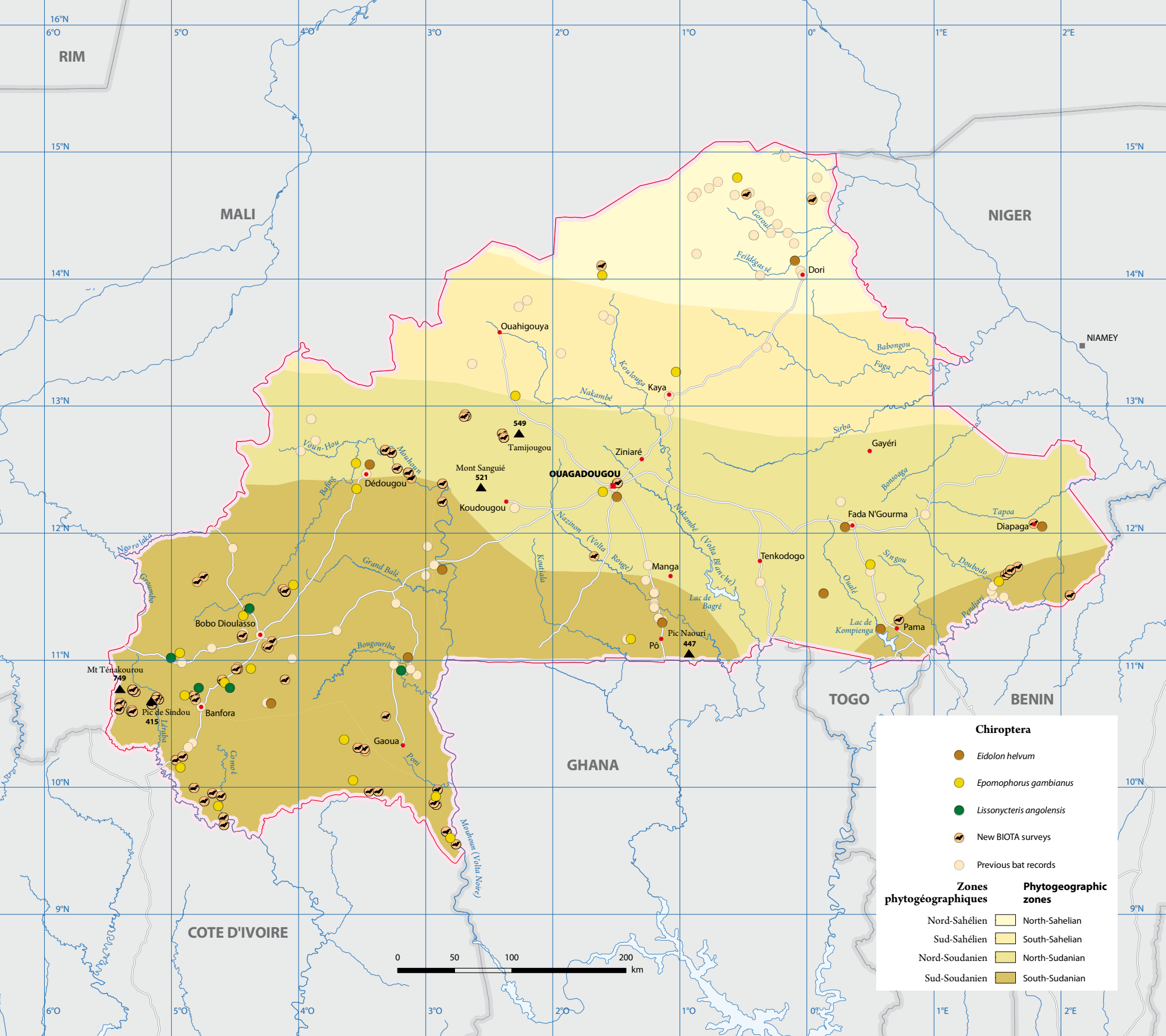
1 100 *specimens*[?] collected between November 1968 and July 1969 by the African Mammal Project [74]. For over 20 years, no study on bats in Burkina has been published.

A recent study within the framework of the *BIOTA program*[?] collected new data, which include many species recorded for the first time from Burkina Faso. As of today, 51 bat species are known from Burkina Faso, and several of these new records are yet to be published.

DIVERSITY AND DISTRIBUTION

In Burkina Faso, 51 bat species in 24 genera and nine families have been recorded. The frugivores consist of one family, seven genera, and seven species. The *insectivores*[?] comprise eight families, 17 genera and 44 species.

Bats occur throughout the country (Map 6.6). The southwest and extreme north are regions with the highest number of collecting localities and the highest capture effort. Species richness of bats is higher in the southwest because of high *habitat*[?] diversity and high precipitation, supporting varied food resources such as plants and insects. Mountain chains (e.g., Banfora, Gobnangou) and regions characterized by diverse



Carte 6.6: Distribution de quelques chauves-souris présentes au Burkina Faso.
Map 6.6: Distribution of some bats present in Burkina Faso.

tant végétale que des insectes. Les chaînes de montagnes (Banfora, Gobnangou) et les zones abritant divers types de formation végétale sont des lieux potentiels de grande diversité d'espèces.

UTILISATION HUMAINE DES CHAUVES-SOURIS

La roussette² des palmiers africaines (*Eidolon helvum*, frugivore) est une espèce migratrice rencontrée au Burkina pendant la saison des pluies où elles forment des colonies abritant des milliers d'individus. Une grande colonie se forme chaque année au parc urbain Bangr-Weogo. Elles recouvrent la ville de Ouagadougou à la tombée de la nuit dès qu'elles partent chercher de la nourriture. Cette espèce est beaucoup consommée par de nombreuses personnes. Une chasse spéciale de roussettes a lieu chaque année en août où des permis de chasse sont délivrés à des personnes désirant commercialiser ces espèces ou à des amateurs. Ces permis de chasse sont délivrés dans toutes les localités mais ils ne peuvent couvrir qu'une zone bien délimitée et ne concernent que les frugivores. Cependant, *Eidolon helvum* est l'espèce la plus chassée à cause des colonies qu'elles forment facilitant leur abattage. Le braconnage est cependant développé au détriment de la chasse légale puisque

certaines chasseurs préfèrent tirer illégalement en tout temps sur les chauves-souris avec des fusils de chasse ou des lance-pierres. Mais beaucoup de ces colonies se trouvent dans des endroits le plus souvent protégés (Bangr-Weogo) ou considérés comme sacrés (forêt de Lèra) si bien qu'elles bénéficient d'une protection particulière. Les aires protégées constituent les principales zones de protection des chauves-souris qui sont elles-mêmes des espèces protégées (en dehors des périodes de chasses).

Plusieurs frugivores (*Epomophorus gambianus*) ont été capturés transportant des fruits de karité (*Vitellaria paradoxa*) ou de figuiers (*Ficus* sp.). D'autres ont été rencontrés dans des champs d'anacardiers (*Anacardium occidentale*).

FACTEURS DE MENACE DES CHAUVES-SOURIS

Le changement climatique², qui entraîne une dégradation² du couvert végétal, est sans doute un facteur de menace de disparition locale des espèces sensibles de chauve-souris. En outre, les pesticides² utilisés en agriculture sont ingérés par les insectes et d'autres se retrouvent dans les fruits que les chauves-souris consomment à leur tour causant ainsi à long terme des conséquences néfastes sur ces dernières.

Tab. 6.21: Les différentes zones du Burkina Faso où les chauves-souris ont été collectées, leur superficie, le nombre de localités prospectées et le nombre d'espèces enregistrées par zone. | The different Burkina Faso zones where bats have been collected, their surface, number of sites surveyed and number of species recorded by zone.

Zones	Superficie (km ²)	Nombre de sites prospectés	Nombre d'espèces inventoriées
Zones	Area (km ²)	Number of sites surveyed	Number of species recorded
Nord-Sahélien North-Sahelian	25 500	23	15
Sud-Sahélien South-Sahelian	42 731	9	9
Nord-Soudanien North-Sudanian	76 626	24	26
Sud-Soudanien South-Sudanian	80 941	61	42
Culture industrielle Industrial crops	239	2	7
Ville City	84	2	6

vegetation types are areas where species richness of bats is expected to be highest.

UTILIZATION OF BATS BY HUMANS

The straw-coloured fruit bat (*Eidolon helvum*, frugivore) is a migratory species found in Burkina during the wet season where it forms colonies of thousands of individuals. Each year a large colony gathers in the Bangr-Weogo urban park. During night-fall, they cover the city of Ouagadougou when leaving to search for food. This species is eaten by many people. A special hunt for straw-coloured fruit bat takes place in August, when permits are issued to both commercial and private hunters. These hunting permits are delivered in all areas; however, they allow hunting only in a limited zone and are restricted to fruit bats. *Eidolon helvum* is the most hunted species because their large colonies facilitate hunting. Poaching has developed to the detriment of legal hunting since some hunters illegally shoot bats outside the hunting period with guns or slingshots. However, many colonies are found in protected areas (Bangr-Weogo) or sacred sites (Lèra forest) where they profit from special protection rules. Protected areas are the most important zones



La dégradation voire la perte des habitats naturels engendre de nombreux problèmes aux chauves-souris et cela est particulièrement ressenti en cas de disparition sous l'action **anthropique**[?] de forêts denses, de forêts galeries et de cavernes qui sont les meilleurs abris pour ces animaux.

for the conservation of bats, which are also listed as protected species apart from fruit bats during the hunting period. Several frugivores (*Epomophorus gambianus*) were captured transporting shea fruits (*Vitellaria paradoxa*) or figs (*Ficus* sp.). Others were found in cashew fields (*Anacardium occidentale*).

FACTORS THREATENING BATS

Climate change[?], which causes **degradation**[?] of plant cover, is without doubt a threat that could lead to the local extinction of susceptible bat species. Moreover, **pesticides**[?] used in agriculture have negative effects on bats as they accumulate in insects and fruits eaten by them. Degradation or loss of natural habitats are major threats for bats, especially where **anthropogenic**[?] impacts lead to a loss of important landscape elements such as dense forests, gallery forests, and caves.



Fig. 6.52: Quelques images de chauves-souris du Burkina Faso | Some images of bats from Burkina Faso:
 (A) *Eidolon helvum*, espèce migratrice, très fréquente au Burkina Faso pendant la saison des pluies, très chassée et consommée. | Migratory species, very abundant in Burkina Faso during the wet season, and frequently hunted and consumed. MKA
 (B) *Lavia frons* MKA
 (C) *Epomophorus gambianus* pollinisant les fleurs de *Ceiba pentandra*. | *Epomophorus gambianus* pollinating *Ceiba pentandra* flowers. ATH
 (D) *Mops condylurus* MKA
 (E) *Nycteris macrotis* MKA
 (F) *Epomophorus gambianus* MKA

6.18

Les Oiseaux

Daouda DAO
Georges Henry OUEDA
Wendengoudi GUENDA

Les oiseaux sont des animaux **tétrapodes**[?] appartenant à l'embranchement des **Vertébrés**[?]. Ils forment une classe particulière : la classe des Aves. Il existe dans le monde près de 10 000 espèces d'oiseaux, très différentes tant par leur écologie que par leurs comportements, chacune d'elles présente néanmoins des caractéristiques communes évidentes permettant de les regrouper, à savoir : leur bec, leurs plumes, leurs ailes et leur **oviparité**[?]. Les oiseaux sont remarquables par la faculté de voler que possèdent la plupart d'entre eux, sauf les **Struthioniformes**[?] (Autruches et Grèbes). Ils peuplent tous les milieux, des glaces de l'Antarctique aux forêts équatoriales en passant par les déserts.

IMPORTANCE DES OISEAUX

Les oiseaux jouent de nombreux rôles qui peuvent être regroupés en trois grands niveaux : écologique, socioculturel et économique:

Birds

Birds are **tetrapod**[?] animals belonging to the **Vertebrates**[?] Branch. They form a specific class: the Aves class. Nearly 10 000 bird species exist in the world and – although they are very different, both in terms of their ecology and their behaviour, each of them nevertheless presents evident common characteristics which enable them to be put into groups, i.e. their beak, their feathers, their wings and their **oviparity**[?]. Birds are remarkable for their ability to fly, which most of them possess, except for **Struthioniforms**[?] (Ostriches and Grebes). They populate all environments, from the ice of Antarctica to the Equatorial forests, and the deserts.

THE IMPORTANCE OF BIRDS

Birds play many roles, which can be divided into three major levels: ecological, sociocultural and economic:

- Sur le plan écologique, les oiseaux sont d'excellents indicateurs naturels de la santé de certains **écosystèmes**[?]. Les oiseaux jouent un rôle important dans la santé de la forêt. Ils sont ainsi des régulateurs de l'écosystème où ils vivent. En effet certaines espèces d'oiseaux telles que le Héron cendré (*Ardea cinerea*) sont importantes dans le contrôle des populations d'insectes nuisibles comme les criquets pèlerins. Les rapaces contrôlent les populations des rongeurs dans les champs. Les vautours, véritables agents de salubrité, s'occupent des carcasses abandonnées. Les frugivores et **granivores**[?] favorisent la **dissémination**[?] des plantes tandis que les **nectarivores**[?] sont de véritables agents de la **pollinisation**[?].
- Sur le plan socioculturel, au Burkina Faso, certains oiseaux servent de repère temporel aux couches paysannes, surtout analphabètes. C'est le cas du Calao à bec noir (*Tockus nasutus*), migrant intertropical dont le voyage du Sud vers le Nord courant le mois de Mai annonce le début de la saison pluvieuse et dont le départ vers le Sud en fin Septembre annonce la fin de l'hivernage. Les oiseaux jouent d'importants rôles culturels: masques dodo, totems, symboles coutumiers, pharmacopée, etc. Ainsi beaucoup de rites culturels (funérailles, fiançailles, mariages,
- Ecologically, birds are excellent natural indicators of the health of certain **ecosystems**[?]. Birds play an important role in the health of forests. They are regulators of the ecosystem in which they live. In fact, certain species of bird, such as the Grey heron (*Ardea cinerea*) are important for controlling populations of pests such as the desert locust. Birds of prey control the rodent populations in the fields. Vultures, as real cleaning agents, get rid of abandoned carcasses. Frugivores (fruit-eaters) and **granivores**[?] (seed-eaters) favour the **dissemination**[?] of plants, whilst **nectarivores**[?] are the true agents of **pollination**[?].
- Socioculturally, in Burkina Faso certain birds serve as a temporal marker in the course of a year in peasant communities, especially illiterate ones. This is true of the African grey hornbill (*Tockus nasutus*), an intertropical migrant whose migration from the South to the North during the month of May announces the start of the rainy season, and whose departure for the South at the end of September announces the end of the rainy season. Birds play important cultural roles: the dodo mask, totems, traditional symbols, pharmacopoeia, etc. Also many cultural rites: funerals, engage-

etc.) sont presque toujours associés aux sacrifices d'oiseaux : poules, pintades et canards principalement. Dans certaines sociétés africaines à forte croyance traditionnelle, l'oiseau peut être à la fois signe de bonheur ou de malheur. C'est ainsi que certains chants et cris d'oiseaux sont interprétés et traduits par certains peuples qui en tirent une signification particulière.

■ Sur le plan économique, les activités portant sur les oiseaux créent des emplois, enrichissent les communautés et soutiennent les cultures : grâce à leur beauté naturelle les oiseaux ont toujours été sources d'inspiration pour les créateurs d'œuvres d'art. L'intérêt considérable que suscite l'observation des oiseaux constitue une pierre angulaire pour l'**écotourisme**⁷. Les oiseaux

Tab. 6.22: Espèces d'oiseaux menacées au Burkina Faso (EW = espèces éteintes à l'état sauvage, EN = espèces en danger, VU = espèces vulnérables, NT = espèces quasi menacées). | Burkina Faso's threatened bird species (EW = extinct in the wild, EN = endangered species, VU = vulnerable species, NT = nearly threatened species).

Familles	Nom scientifique	Nom français	Nom anglais	Statut
Family	Scientific name	French name	English name	Status
Struthionidae	<i>Struthio camelus</i>	Autruche d'Afrique	Ostrich	EW
Anatidae	<i>Marmaronetta angustirostris</i>	Marmaronette marbrée	Marbled Teal	VU
	<i>Aythya nyroca</i>	Fuligule nyroca	Ferruginous Duck	NT
Accipitridae	<i>Neophron percnopterus</i>	Vautour percnoptère	Egyptian Vulture	EN
	<i>Gyps africanus</i>	Vautour africain	White-backed Vulture	NT
	<i>Gyps rueppellii</i>	Vautour de Rüppell	Rueppell's Vulture	NT
	<i>Trigonoceps occipitalis</i>	Vautour à tête blanche	White-headed Vulture	VU
	<i>Torgos tracheliotos</i>	Vautour oricou	Lappet-faced Vulture	VU
	<i>Circus macrourus</i>	Busard pâle	Pallid Harrier	NT
	<i>Polemaetus bellicosus</i>	Aigle martial	Martial Eagle	NT
	<i>Terathopius escaudatus</i>	Bateleur des savanes	Bateleur	NT
Falconidae	<i>Falco naumanni</i>	Faucon crécerellette	Lesser Kestrel	VU
	<i>Falco vespertinus</i>	Faucon de kobez	Red-footed Falcon	NT
Rallidae	<i>Crex crex</i>	Râle des genêts	Corn Crake	VU
Otidae	<i>Neotis denhami</i>	Outarde de Denham	Denham's Bustard	NT
	<i>Neotis nuba</i>	Outarde nubienne	Nubian Bustard	NT
Gruidae	<i>Balearica pavonina</i>	Grue couronnée	Black Crowned Crane	VU
Scolopacidae	<i>Gallinago media</i>	Bécassine double	Great Snipe	NT
	<i>Limosa limosa</i>	Barge à queue noire	Black-tailed Godwit	NT
	<i>Numenius arquata</i>	Courlis cendré	Eurasian Curlew	NT
Ryncopidae	<i>Rynchops flavirostris</i>	Bec-en-ciseaux d'Afrique	African Skimmer	NT
Coraciidae	<i>Coracias garrulus</i>	Rollier d'Europe	European Roller	NT

ments, weddings, etc., are nearly always associated with the sacrificing of birds: mainly chickens, guinea fowl and ducks. In some African communities with strong traditional beliefs, a bird can be a sign of either happiness or sadness. Thus the song or calls of certain birds are interpreted and expressed by some peoples who draw a particular meaning from them.

■ Economically, activities involving birds create jobs, enrich communities and support cultures: due to their natu-

ral beauty, birds have always been a source of inspiration for artists. The considerable interest taken in bird-watching constitutes a cornerstone of **ecotourism**⁷. Birds are also great providers of jobs for humans. For example, the NGO BirdLife International, whose global objective is to work to preserve bird populations and sites and **habitats**⁷ important for bird life, is a global partnership of people working for birds and the environment. It is present in more than 100 countries; more than five million people are involved in

sont aussi de grands pourvoyeurs d'emplois pour les Hommes. A titre d'exemple, l'ONG BirdLife International dont l'objectif global est de travailler à conserver les populations d'oiseaux, les sites et les **habitats**⁷ importants pour les oiseaux, est un partenariat global de personnes travaillant pour les oiseaux et l'environnement. Il est présent dans plus de 100 pays ; plus de cinq millions de personnes interviennent dans ce partenariat. Le Bird Life Partenariat en Afrique comprend 19 organisations autonomes dans 19 pays, qui comptent ensemble plus de 30 000 membres et plus de 300 employés rémunérés. Enfin, compte tenu de leur rôle dans la lutte contre les insectes nuisibles ou dans la pollinisation des plantes et la dissémination des graines, les oiseaux font partie intégrante d'écosystèmes dynamiques et rendent aux entreprises agricoles et forestières des services qui valent des centaines de milliards de Francs CFA par année.

METHODE D'INVENTAIRE

Les différentes prospections ont principalement concerné 12 zones humides du Burkina Faso (fleuves, plaines inondables, cours d'eau temporaires et permanents, mares et marigots, lacs, barrages, etc.) et les zones d'importance pour la conservation des oiseaux (ZICO).

this partnership. The BirdLife Partnership in Africa includes 19 autonomous organizations in 19 countries, and has more than 30 000 members and more than 300 paid employees. Finally, given their role in the fight against pests, pollination of plants and dispersion of seeds, birds form an integral part of dynamic ecosystems and render services worth billions of CFA francs to agricultural and forestry businesses every year.

CENSUS METHOD

The various censuses have mainly involved 12 humid zones of Burkina Faso (rivers, floodplains, temporary and permanent rivers, ponds and backwaters, lakes, dams, etc.) and zones important for bird conservation (in French: ZICO).

Surveys carried out by the African Conservation Foundation (NATURAMA) have highlighted the fact that certain natural humid zones are of vital importance for birds (such as the Oursi pond, the Sourou valley and lake Higa) where large concentrations of bird species, especially those dependent upon humid zones, are observed. The various censuses are carried out based on direct field observations.

Les prospections menées par la Fondation des Amis de la Nature (NATURAMA) a permis de mettre en évidence que certaines zones humides naturelles sont d'importance vitale pour les oiseaux (comme la mare d'Oursi, la vallée du Sourou, le lac Higa) où de grandes concentrations d'espèces d'oiseaux surtout celles inféodées aux zones humides sont observées. Les différents inventaires sont effectués à partir des observations directes de terrain.

DIVERSITE DE L'AVIFAUNE

Au Burkina Faso les travaux sur l'**avifaune**⁷ ont commencé récemment avec Tonnerrieux [75]; Jarry et Roux (1984) et Weesie [76] & [77]. De nos jours quelques données concernant l'avifaune du Burkina Faso existent mais elles restent toujours insuffisantes ce qui explique le manque de précisions sur le nombre exact des espèces d'oiseaux qui peuvent se rencontrer sur le territoire national. Ainsi, l'ONG BirdLife International estimait à 467 espèces tandis que pour African Bird Club le nombre d'espèces d'oiseau était de 499 et sur le site Web oiseaux.net on trouve 510 espèces. L'estimation la plus récente révèle 518 espèces oiseaux pour le Burkina Faso (les résidents purs, les migrateurs intra-africains, les migrateurs du paléarctique et les errants). Ces espèces sont réparties dans

THE DIVERSITY OF AVIFAUNA

In Burkina Faso, works on **avifauna**⁷ began recently with Tonnerrieux [75]; Jarry and Roux (1984) and Weesie [76] & [77]. Currently, existing data concerning the avifauna of Burkina Faso remains insufficient, which explains the lack of precision on the exact number of bird species present in the country. The NGO BirdLife International estimated it at 467 species, whereas for the African Bird Club the number of bird species was 499 and on the website oiseaux.net one finds 510 species. The most recent estimate reveals 518 bird species for Burkina Faso (pure residents, intra-African migrators, intra-African migrators, Palaeoartic migrators and roamers). These species are distributed in 87 Families and 25 Orders. According to BirdLife International and IUCN, there are twenty (20) bird species which are threatened in Burkina Faso (Tab. 6.22), including one endangered (EN), five (05) vulnerable (VU) and fourteen (14) nearly threatened (NT) – all the others are classified in the category known as of least concern (LC). The corncrake (*Crex crex*) is also considered as vulnerable (VU) according to the IUCN's Red List, which gives a total of 21 threatened species for Burkina Faso.



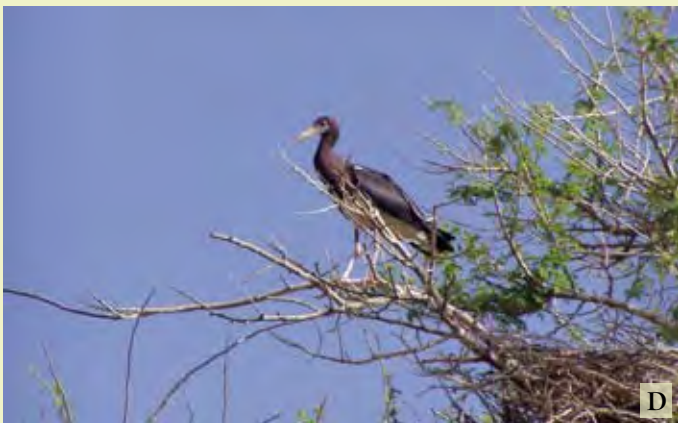
A



B



C



D



E



F

Fig. 6.53: Quelques images d'oiseaux récoltées au Burkina Faso | Some images of birds taken in Burkina Faso:

(A) *Vanellus spinosus* (Vanneau éperonné | Spur-winged Lapwing). ATH

(B) *Francolinus bicalcaratus* (quatre jeunes Francolins à double éperons | four young Double-spurred Francolin). PKA

(C) *Pterocles quadricinctus* (femelle adulte de Ganga quadribande ou de Gambie | female of Four-banded Sandgrouse). PKA

(D) *Ciconia abdimii* (Cigogne d'Abdim | Abdim's Stork). PKA

(E) *Lamprotornis purpureus* (Choucador pourpré | Purple glossy Starling). PKA

(F) 17 *Vanellus spinosus* et deux oiseaux non distinctifs. | 17 *Vanellus spinosus* and two non-distinct birds. PKA

87 familles et 25 ordres. Selon BirdLife International et l'UICN, il existe vingt (20) espèces d'oiseaux menacées au Burkina Faso (Tab. 6.22), dont une en danger (EN), cinq (05) vulnérables (VU) et quatorze (14) quasi menacées (NT), toutes les autres sont classées dans la catégorie dite de préoccupation mineure (LC). Le râle des genêts (*Crex crex*) est également considéré comme vulnérable (VU) selon les critères de la Liste rouge de l'UICN, ce qui donne un total de 21 espèces menacées pour le Burkina Faso.

UNE AVIFAUNE MOINS RICHE

La pauvreté des données traduit clairement l'état des connaissances sur l'avifaune du Burkina Faso. En effet le pays dispose d'une plus grande expérience africaine en matière de gestion de la grande faune⁷ mammalienne⁷ en savane soudano-guinéenne (inventaires fauniques, quotas de prélèvements, aménagements de retenues d'eau, gestion des feux, organisation du tourisme cynégétique⁷, etc.). Cette expérience pourrait (et devrait) être appliquée sur les autres groupes taxonomiques⁷ (oiseaux, insectes, reptiles, etc.). Une comparaison sommaire du nombre d'espèces d'oiseaux des sept pays d'Afrique de l'Ouest à travers le tableau 6.23 révèle que l'avifaune du Burkina Faso est la plus faible. Cela peut bien

A LESS RICH AVIFAUNA

The poverty of the data is a clear indication of the status of knowledge on the avifauna of Burkina Faso. In fact, Burkina Faso has more African experience in terms of the management of large mammal wildlife in the Sudano-Guinean Savanna (wildlife censuses, sampling quotas, improving reservoirs, fire management, organisation of hunting tourism, etc.). This experience could (and should) be applied to the other taxonomic⁷ groups (birds, insects, reptiles, etc.).

A summary comparing the number of bird species of the seven countries of West Africa, shown in table 6.23, reveals that Burkina Faso's avifauna is the lowest. This could well be explained by an insufficiency of field research activities. However, it should be acknowledged that the avifauna of Burkina is very diverse, with 25 Orders (of the 32 globally recognised), distributed in 87 families and including more than 278 genres.

CONCLUSION

With 518 species of bird already documented, Burkina Faso's avifauna is, nevertheless, still considerable. However, research on birds is very rare in Burkina Faso. As ornithology⁷ is not

s'expliquer par l'insuffisance de travaux de recherches sur le terrain. Cependant, il faut reconnaître que l'avifaune burkinabè est très diversifiée avec 25 ordres (sur les 32 mondialement connus) qui se répartissent en 87 familles comprenant plus de 278 genres.

CONCLUSION

Avec 518 espèces d'oiseaux déjà recensées, l'avifaune du Burkina Faso reste toutefois appréciable. Les recherches sur les oiseaux, en particulier de la part des nationaux, sont cependant très rares au Burkina Faso. L'ornithologie⁷ ne se limitant pas à une connaissance théorique du nombre d'oiseaux d'un pays il est donc nécessaire que les différents acteurs redoublent d'effort dans une meilleure connaissance de l'avifaune en vue d'asseoir des stratégies efficaces de conservation et de protection des oiseaux et de leurs habitats au Burkina Faso.

restricted to a theoretical knowledge of the number of birds of a given country, the various stakeholders should therefore increase their efforts to gain better knowledge of avifauna in order to establish efficient conservation and protection strategies for the birds and their habitats in Burkina Faso.

Tab. 6.23: Comparaison de la diversité aviaire de sept pays d'Afrique de l'Ouest. | Comparison of the aviary diversity of the seven countries of West Africa.

Pays Country	Nombre d'espèces Number of species	Superficie du pays (en km ²) Area of coun- try (in km ²)	Unité théorique (Espèces Spe- cies/1000 km ²) Theoretical unit
Bénin	603	113 000	5,34
Burkina Faso	518	274 200	1,89
Côte d'Ivoire	758	322 462	2,35
Ghana	754	238 500	3,16
Mali	614	1 240 000	0,49
Niger	533	1 270 000	0,42
Togo	670	56 785	11,80

6.19 *Les Amphibiens*

Meike MOHNEKE
Bilassé ZONGO
Mark-Oliver RÖDEL

Les amphibiens vivent sur tous les continents sauf dans les régions polaires. Dans les savanes Africaines on ne rencontre que l'ordre des anoures. Le climat sec des savanes constitue un environnement très difficile pour le développement des amphibiens. Particulièrement pendant la saison sèche, période durant laquelle les grenouilles des savanes doivent développer certaines stratégies spéciales pour pouvoir survivre. Ces stratégies passent par le changement d'**habitat**[?] (ex: migration vers les bords de rivières et lacs où il y a encore assez d'humidité), changement de la période d'activité (ex: déplacements nocturnes) ou différentes stratégies d'inactivité pendant de longues périodes (ex: être enterré dans le sol). Cependant, même pendant la saison pluvieuse, les grenouilles et têtards doivent faire face à de nombreux défis liés à l'irrégularité des pluies. Très souvent, quelques jours sans pluie suffisent pour assécher les petits étangs. Pour se reproduire, la plupart des amphibiens sont obligés de rester dans

les eaux douces. Leurs œufs éclosent donnant des larves qui sont de petits organismes avec une queue et sans pattes, appelées têtards, qui se développent et se nourrissent dans l'eau douce. Après des périodes spécifiques à chaque espèce, elles se transforment progressivement en grenouilles en perdant la queue et en acquérant des pattes. Ce processus s'appelle la **métamorphose**[?]. Peu de temps après, les petits animaux quitteront ensuite les eaux pour vivre désormais sur la terre. La partie la plus évidente du processus de métamorphose des amphibiens est la formation des quatre pattes leur permettant de rester en équilibre sur le sol.

D'autres changements impliquent le remplacement des branchies par les poumons, le développement des glandulaires du peau pour éviter la déshydratation, le développement des paupières et l'adaptation à la vue hors de l'eau, le développement de la membrane du tympan pour fermer l'oreille moyenne et la réabsorption de la queue. La plupart des amphibiens ont une peau très douce et humide qui absorbe facilement l'eau mais qui est également perméable à plusieurs autres substances. Cette peau les met en contact direct avec le milieu environnant et les rend vulnérables à certaines toxines et polluants émis par l'homme.

Amphibians

Amphibians live on all continents except in the Polar Regions. In African savannas we can only find anurans. The dry climate of the savannas is a very harsh environment for amphibians. Especially to survive the long dry season, savanna frogs have to come up with special strategies. Those strategies can include changing **habitat**[?] (e.g. migration to the banks of rivers and lakes where there is still enough humidity), changing period of activity (e.g. moving only at night) or different strategies of inactivity over long time periods (e.g. being buried deep in the soil). But even during the rainy season, frogs and toads have to overcome various challenges due to erratic rainfall. Often only a few days without rain is enough to make smaller ponds dry up. For the purpose of reproduction most amphibians depend on fresh water bodies. After hatching their larvae called tadpoles (with tail and without legs) first stay and feed in freshwater.

After a specific period depending on the species they gradually become frogs losing the tail and growing legs. This process is called **metamorphosis**[?]. Usually, the mature animals then leave the water and become **terrestrial**[?]. The most obvious part of the amphibian metamorphosis is the formation of four legs in order to support the body on land. Other changes include the replacement of the gills by lungs, the development of skin glands to avoid dehydration, development of eyelids and adaptation to vision outside water, development of an eardrum to lock the middle ear and the reabsorption of the tail. Most amphibians have a very soft and humid skin which easily absorbs water but also is permeable to many other substances. This puts them in very close contact with their surrounding and makes them susceptible to certain man made toxins and pollutants.

IMPORTANCE OF AMPHIBIANS

Amphibians hence can serve as "indicator"-species, indicating the environmental health and thus contribute to human health. They also play an important role in **food chains**[?] of various **ecosystems**[?]. Tadpoles have a significant impact in nutritional

IMPORTANCE DES AMPHIBIENS

Les amphibiens peuvent servir « d'espèces-indicatrices » permettant d'apprécier l'état de l'environnement et contribuant ainsi à la santé humaine. Ils jouent également un rôle important dans la **chaîne alimentaire**[?] de nombreux **écosystèmes**[?]. Les têtards ont un effet significatif sur le cycle nutritionnel des étangs et des flaques d'eau. Les têtards des différentes espèces peuvent se nourrir de plusieurs types de produits. Certains sont carnivores et chassent d'autres têtards ou mangent les larves de moustiques. Cependant, la plupart est **détritivore**[?], herbivore ou **omnivore**[?], et freinant ainsi par exemple la prolifération des **algues**[?]. Les têtards sont des proies importantes pour les **invertébrés**[?] (ex: les larves de libellules) et les **vertébrés**[?] (ex: les tortues). Les amphibiens adultes peuvent également jouer un rôle important dans le contrôle des **biopesticides**[?]. A cause de l'importance cruciale qu'ils jouent dans l'écosystème, le déclin ou l'extinction de leurs populations peut avoir des conséquences significatives sur d'autres organismes, voire sur l'homme. Malheureusement, les deux dernières décennies ont été fortement marquées au niveau mondial par un déclin dramatique des populations d'amphibiens, y compris un effondrement des populations et une extinction massive locale. Le déclin des amphibiens est perçu

cycling of ponds and puddles. The tadpole of different species may feed on a variety of different food items. Some are carnivorous and hunt other tadpoles or mosquito larvae. Most are however, **detritivorous**[?], herbivorous or **omnivorous**[?], and thus e.g. reduce proliferation of **algae**[?]. Tadpoles are important prey for both **invertebrates**[?] (e.g. dragonfly larvae) and **vertebrates**[?] (e.g. turtles). Adult amphibians may also play an important role in biological pest control. Because of their importance in the ecosystem, the decline or extinction of their population may have significant consequences on other organisms along with them, even humans.

Unfortunately, dramatic declines in amphibian populations, including population crashes and massive local extinction have been noticed in the past two decades all over the world. Amphibian population decline is thus perceived as one of the most critical threats to global **biodiversity**[?]. A number of causes are believed to be involved, the most important being habitat destruction and modification, over-exploitation, pollution, introduced species, **climate change**[?], and diseases like **chytridiomycosis**[?].



Fig. 6.54: Les yeux d'*Hoplobatrachus occipitalis* réfléchissant dans la nuit comme les yeux d'un crocodile lorsqu'elles sont éclairées par la lumière. | *Hoplobatrachus occipitalis* eyes are reflecting at night like crocodile eyes when illuminated in torch light. MRO

Fig. 6.55: Couple *Hildebrandtia ornata* avant de déposer leurs oeufs dans les étangs de la savane. | *Hildebrandtia ornata* couple just prior to depositing their eggs in a savanna pond. MRO



comme l'une des menaces les plus critiques à la **biodiversité**⁷ mondiale. Plusieurs causes semblent être à l'origine de cette évolution. La plus importante est la destruction et la modification de l'habitat, l'exploitation abusive, la pollution, l'introduction d'**espèces exotiques**⁷, le **changement climatique**⁷ et les maladies telles que la **chytridiomycosis**⁷.

Sur le plan socio-économique, certaines espèces sont consommées dans certains groupes ethniques (mossis, gourmantché). On les retrouve également sur les marchés comme le celui de Mogtédó.

DIVERSITE DES AMPHIBIENS AU BURKINA FASO

La classe des amphibiens est divisée en trois ordres: les Anoure (grenouilles et têtards), l'Urodela (triton et salamandres) et les Gymnophiona (sans pattes, créatures vermiculaires). Jusqu'ici, 17 espèces d'amphibiens ont été officiellement enregistrées uniquement au Burkina (Evaluation Globale des Amphibiens). Ces espèces sont toutes des grenouilles et crapauds issus de la savane qui se sont adaptés à la longue période chaude et sèche au courant de l'année. Toutefois, on doit admettre que le Burkina Faso a été très négligé en ce qui concerne la recherche sur les amphibiens et il est très probable que plus d'espèces, environ 30, apparaissent dans ce

On the socio-economical aspect, some species are eaten by some ethnic groups (Mossi, Gourmantché). For instance they are sold on the markets of, for example, Mogtédó.

DIVERSITY OF AMPHIBIANS IN BURKINA FASO

The amphibian class comprises three orders: Anura (frogs including toads), Urodela (newts and salamanders) and Gymnophiona (legless, wormlike creatures). So far only 17 different amphibian species have been officially recorded for Burkina Faso (Global Amphibian Assessment). Those species are all savanna dwelling frogs and toads that are adapted to long dry and hot periods during the year. However it has to be admitted, that Burkina Faso was much neglected concerning amphibian research, and it is hence very likely that more species, potentially a total of more than 30 species occur in this country. We already encountered two more species in the course of research with the **BIOTA project**⁷. Those two species are the African Ornate Frog, *Hildebrandtia ornata* and the edible Bullfrog, *Pyxicephalus edulis*, which both will be described in more detail further down. Other frog species may still be discovered, especially in the more humid areas of the south-east and south-west. In the

pays. Nous avons déjà rencontré deux espèces de plus au cours de notre recherche sur le projet **BIOTA**⁷. Ces deux espèces sont les Grenouilles Ornées, *Hildebrandtia ornata* et la grenouille taureau *Pyxicephalus edulis* qui seront décrites de façon détaillée plus bas. D'autres espèces de grenouilles peuvent être découvertes, particulièrement dans les zones les plus humides du Sud Ouest et du Sud Est. Dans le Nord, on peut espérer trouver des espèces comme la *Bufo xeros* et la *Tomopterna cryptotis*, qui sont capables de vivre dans les sémi-déserts.

Dans la partie qui suit nous décrivons de façon détaillée trois espèces de grenouilles recensées au Burkina Faso:

- La Grenouille de l'Adrar Atar *Hoplobatrachus occipitalis* (Mooré: Louanga; Gulmancéma: Louandi moali) est une grenouille large et plate avec des yeux globuleux et une palmure complète entre les orteils. Elle peut grandir très rapidement. Le record connu est détenu par une femelle, les grenouilles femelles sont souvent plus larges que les mâles, mesurant 160 mm. La couleur de base du corps et des membres est un vert jaunâtre, vert olive ou brun terne. On retrouve sur elle de nombreuses verrues dorsales de couleur verdâtre à noirâtre. En saison sèche, ces grenouilles se concentrent sur les berges des fleuves,

North species like *Bufo xeros* and *Tomopterna cryptotis*, which even may survive in semi-deserts may be expected.

In the following sections we describe in more detail three frog species occurring in Burkina Faso:

- The African Tiger Frog, *Hoplobatrachus occipitalis* (Mooré: Louanga; Gulmancéma: Louandi moali), is a large and flat frog with protruding eyes and complete webbing between the toes. It can grow quite large. The known record is held by a female, female frogs are usually larger than males, measuring 160 mm. The basic colour of body and limbs is a yellowish green, olive or drab brown. Large dark green to blackish spots, which occasionally form rows, are present on the slippery but warty back. During the dry season this frog concentrates on the river banks, seeking refuge under overhanging roots, in thick bushes, in caves, under stones and in rock crevices. During the hot phase (March-May) the frogs are only active at night and from sunrise until sunset they stay in their hiding places. When the rainy season starts and the savanna ponds are getting filled with water again these frogs start to migrate from their dry season refuges into the savanna. During one single night they can move up to 1.4

cherchant refuge sous les racines en surplomb, dans les petites broussailles, les excavations, sous les pierres et dans les fissures de roches. Pendant la période chaude (Mars-Mai), les grenouilles ne sont actives que la nuit et elles restent dans leurs abris du lever au coucher du soleil. Dès que la saison des pluies commence et que les bassins des savanes se remplissent d'eau, ces grenouilles commencent à migrer de leurs abris de saison sèche vers les savanes. En une seule nuit, elles peuvent parcourir jusqu'à 1,4 km. Après les premières pluies, on peut déjà les entendre coasser en chœur dans la nuit. Les mâles coassant flottent dans les eaux profondes ou dans les eaux peu profondes. Lorsqu'elles déposent leurs oeufs, les grenouilles sont capables de reconnaître et de choisir les étangs qui conservent l'eau assez longtemps pour permettre aux têtards de terminer leur métamorphose. Leurs larves sont carnivores, se nourrissant de préférence d'autres têtards mais également des insectes comme les larves de moustiques. Les grenouilles, jeunes et adultes, sont presque toutes exclusivement aquatiques. Pendant la journée, les plus jeunes flottent souvent à la surface avec leurs pattes détendues alors que les adultes restent sur les berges. Lorsqu'elles se sentent dérangées, elles sautent de façon particulière. Sur de

km. After first rainfalls, one can hear choruses congregating during night. The calling males either float in deeper water or sit in shallow water. When laying their eggs, the frogs are able to recognize and choose ponds which keep their water long enough to allow their tadpoles to finish metamorphosis. Their larvae are carnivorous, feeding preferably on other tadpoles but also on insects like mosquito larvae. Both young and adult frogs are almost exclusively aquatic. The younger are often floating at the surface during the day whereas the adults often bask on the banks. When disturbed they have a very particular jumping behaviour: for short distances they are able to jump on the water. They usually feed on beetles (*coleoptera*), spiders, **orthopterans** but also larger animals as fish, other frogs or even small birds and snakes. The African Tiger frog is also often eaten by Burkinabé (see the chapter 3).

- The African Ornate Frog, *Hildebrandtia ornata* (Mooré: Souansga; Gulmancéma: Tiarlo) is a robust, medium sized frog with a blunt snout. It is very colourful and main patterns of different **specimens** may vary from green to brown, with white and black parts. Immediately when the

courtes distances, elles sont capables de sauter sur l'eau. Elles se nourrissent généralement de **coléoptères**, araignées, d'**orthoptères** mais également de plus grands animaux et poissons, d'autres grenouilles ou même de petits oiseaux et serpents. La Grenouille de l'Adrar Atar est également très appréciée comme aliment par de nombreux Burkinabè (voir chapitre 3).

- La Grenouille Ornée Africaine, *Hildebrandtia ornata* (Mooré: Souansga; Gulmancéma: Tiarlo) est une grenouille robuste, de taille moyenne avec un museau arrondi. Elle est très colorée et les principales caractéristiques des **specimens** peuvent varier du vert au brun, avec des points noirs et blancs. Immédiatement après le début de la saison des pluies, les grenouilles Ornées commencent à se reproduire. La plupart du temps, un seul mâle peut être entendu dans les eaux peu profondes de savane. Les voix profondes et graves peuvent être entendues sur plus d'1 km. Les têtards sont carnivores, à l'instar de la Grenouille de l'Adrar Atar, qui se nourrit de têtards. En saison des pluies, on rencontre de nombreuses jeunes larves qui deviendront quelques semaines plus tard des grenouilles. Les plus jeunes resteront quelques temps à proximité des étangs pour peu qu'il y ait suffisamment de refuges humides sous les cailloux et les bois

Fig. 6.56: Un jeune *Pyxicephalus edulis*. | A young *Pyxicephalus edulis*. MRO



morts. Pendant la saison sèche, ces grenouilles restent dans le lit des étangs. A partir du début du mois d'octobre, on a déjà détecté un spécimen enterré dans le sol d'un étang sec. Malheureusement à cause de leur mode de vie cryptique, il reste encore beaucoup à apprendre sur leur biologie.

- Une grenouille comestible, la *Pyxicephalus edulis* (Mooré: Boulonboukou; Gulmancéma: Pouandi koulougou), est même plus cryptique que la grenouille Ornée. Ce sont des espèces très larges et compactes. Les mâles font une taille de 120 mm et les femelles près de 110 mm. Ces mâles sont plus larges que les femelles et se battent très souvent pour ces dernières, à l'exemple d'une espèce similaire de l'Afrique du Sud. Ces grenouilles passent plus de la moitié de l'année enterrées dans le substrat. Elles réapparaissent seulement en début de saison des pluies. Afin de survivre en saison sèche, les grenouilles adultes et jeunes produisent des cocons formés d'enveloppes soyeuses et de particules de sol collées à eux. Ainsi, les grenouilles sont capables de réduire de 50 % le taux d'évaporation. Avec le début de la saison des pluies, elles émergent une fois de plus. Leur saison de reproduction est très courte. Comme ces espèces se cachent plus de la moitié de l'année dans le sol, il est ainsi difficile de maîtriser

rainy season sets in, the Ornate Frog starts its reproduction. Most often only one male can be heard at one shallow savanna pond. The deep and roaring voice can be heard over distances of more than 1 km. The tadpoles are also carnivorous like the Tiger Frog, feeding on other tadpoles. Younger larvae are frequently found during the rainy season, developing into frogs within a few weeks. The young frogs will spend some time near the pond as long as there are sufficient humid refuges below stones and dead wood. During the dry season these frogs stay in underground. We could already detect one specimen buried in the ground of a dried up pond in early October. Unfortunately, because of their cryptic way of life it remains much to be learned about their biology.

- The Edible Frog, *Pyxicephalus edulis* (Mooré: Boulonboukou; Gulmancéma: Pouandi koulougou), is even more cryptic than the Ornate Frog. It is a very large and compact species with males growing up to 120 mm and females up to 110 mm. It is exceptional that males are larger than females and it happens that males fight for females, as it is known from a related South African species. These frogs spend most of

leur répartition actuelle. Ce n'est que tout récemment qu'elles ont commencé à être enregistrées au Burkina Faso, bien qu'elles soient très connues des Burkinabé. Dans certaines régions, les populations consomment cette grenouille dès lors qu'elles ont la possibilité de la capturer. Parfois, la peau de grenouille peut également servir, à fabriquer des tambours à cause de leur élasticité.

the year buried in the substrate. They only appear when the rains start. In order to survive the dry season, both young and adult frogs produce cocoons made by shed skin-layers and soil particles sticking to it. Thus, the frogs are able to reduce their evaporation rate by 50 %. With the start of the rainy season they emerge again. Their breeding season is very short. As this species hides most of the year in the ground and is therefore very difficult to detect its present distribution is still not known. This species was only recently recorded scientifically for the first time in Burkina Faso, even though it is known to many Burkinabé. In some areas people eat this frog when they are lucky enough to catch one. Furthermore the skin of this frog can be used to make drums due to its elasticity.

6.20 *Les Poissons*

Aboubacar TOGUYENI
Oumar SIRIMA

Les poissons sont des **vertébrés**[?] aquatiques à sang froid, pourvus de nageoires et dont le corps est le plus souvent couvert d'écaillés. On les trouve aussi bien en eau douce que dans les mers. Leur répartition est toutefois très inégale : 50 % des poissons vivrait dans 17 % de la surface des océans [78] (qui sont souvent aussi les plus surexploités). Le milieu marin étant moins accessible aux hommes, de nombreuses espèces restent encore probablement à découvrir.

IMPORTANCE DES POISSONS

Les poissons sont d'une importance capitale pour l'Homme. Ils sont exploités à des fins alimentaires et récréatives, avec la pêche et l'**aquariophilie**[?], et sont parfois exposés dans de grands **aquariums**[?] publics. Ils jouent aussi un rôle important dans de nombreuses cultures, en tant que déités et symboles religieux, ou sujets de contes, légendes, livres et films.

Fishes

Fish are cold-blooded aquatic **vertebrates**[?], provided with fins, and the body is usually covered with scales. They are found both in fresh water and in the sea. Their distribution is however very uneven, 50 % of the fish are living in 17 % of the ocean surface [78] (which is often also the most overexploited). The marine environment being less accessible to mankind, many species probably remain to be discovered.

IMPORTANCE OF FISH

Fish are of fundamental importance to man. They are exploited for alimentary and recreational reasons, with angling and fish breeding for aquaria (**aquariophily**[?]), and are sometimes exhibited in large public **aquaria**[?]. They also play an important role in numerous cultures, as deities and religious symbols, or subjects of stories, legends, books and films.

Le poisson, très riche en protéines à valeur biologique élevée, se trouve soumis à une forte consommation. En effet, la consommation mondiale de poissons est passée de 93,6 millions de tonnes en 1998 à 110 millions de tonnes en 2006, assurant ainsi à plus de 2,6 milliards de personnes au moins 20 % de leurs apports en protéines animales. En Afrique **subsaharienne**[?], le poisson est la principale source de protéine animale (30 %).

En effet la pêche apporte une contribution vitale à la sécurité alimentaire et aux revenus de nombreuses populations africaines. Elle participe également à la réduction de la pauvreté et au développement économique du continent. Les ressources halieutiques méritent une attention plus soutenue afin de jouer à la fois le double rôle de source de revenus (1 % du PIB) et de complément en protéines animales.

Le Burkina Faso est un pays sahélien sans façade maritime, avec un réseau hydrographique national comprenant trois grands bassins internationaux d'importance inégale qui sont les bassins de la Volta, du Niger et de la Comoé. Toutefois, il faut signaler que la plupart des cours d'eau du pays ont généralement un écoulement saisonnier. Il n'existe que seulement cinq cours d'eau permanents mais non navigables en toutes saisons : le Mouhoun, la Comoé, le Kou,

Fish, very rich in proteins of high nutritional value, are subject to a high level of consumption. The world consumption of fish has increased from 93.6 million tons in 1998 to 110 million tons in 2006, thus providing at least 20 % of their daily supply of animal proteins to more than 2.6 billion people. In **Sub-Saharan**[?] Africa, fish are the principal source of animal protein (30 %).

In fact fishing provides a vital contribution to food security and income of many African populations. It contributes also to the reduction of poverty and economic development of the continent. The fishery resources thus merit being taken into account in order to play, at one and the same time, the double role of revenue source (1 % of GDP), and supplement of animal proteins.

Burkina Faso is a country without a coastline, with a national hydrographic network comprising three large international river basins of different importance which are the Volta, the Niger and the Comoé. Nonetheless, it must be noted that most of the water courses of the country generally have a seasonal flow. Only five permanent water courses exist, which are not navigable in all seasons: the Mouhoun, Comoé, Kou, Pendjari and Léraba. Some have a temporary or intermittent flow: the Nazinon,

la Pendjari et la Léraba. Certains ont un écoulement temporaire ou intermittent : le Nazinon, le Nakambé et la Sirba.

Le pays compte également un certain nombre de plans d'eau permanents qui se composent de lacs naturels (Bam, Dem, Tengréla), de mares (la mare aux Hippopotames de Bala, les mares d'Oursi, de Béli, de Yomboli et de Markoye) et de grands lacs artificiels à vocation hydroélectrique, (Kompienga et Bagré) ou hydroagricole (Ziga, Kanazoé, Comoé, Sourou). Tout ce réseau hydrographique regorge un potentiel halieutique important.

En dehors de quelques travaux d'inventaire partiel ([78], [79], [80], [81], [82]), aucun inventaire exhaustif de la **faune² ichthyologique²** du Burkina Faso n'a été effectué. Plus récemment, le projet Gestion de la Pêche dans le Sud-Ouest (GPSO) a réalisé un travail d'inventaire des espèces de quelques retenues et cours d'eau de cette zone, basé pour l'essentiel sur des pêches expérimentales et les captures des pêcheurs [83]. Un travail d'inventaire dans les bassins de la Comoé et du Mouhoun est en cours de réalisation dans le cadre d'une thèse de doctorat [84].



Carte 6.7: Les principaux sites de collecte des données au Burkina Faso.

Map 6.7: Principal sites for data collection in Burkina Faso.

Nakambé and Sirba.

The country equally includes a certain number of permanent areas of water which are made up of natural pools (Bam, Dem, Tengrela), lakes (Bala Hippopotamus Lake, the lakes of Oursi, Béli, Yomboli and Markoye) and of large artificial lakes created for hydroelectric (Kompienga and Bagré), or hydroagricultural purposes. This entire hydrographic network abounds in significant fisheries potential.

Apart from some works of partial survey ([78], [79], [80], [81], [82]), no exhaustive survey of the **ichthyologic² fauna²** of Burkina Faso has been carried out. More recently, the project Management of Fishing in the South-West (Gestion de la Pêche dans le Sud-Ouest, GPSO), has carried out an inventory of the species of some dammed and running water courses of this zone, based essentially on experimental fishing and fishermen's catches [83]. A work of inventory in the river basins of the Comoé and Mouhoun is ongoing as part of a doctoral thesis [84].

METHODS OF FISH INVENTORY

The present list of fishes of Burkina Faso has been made taking into account the previous works and those ongoing as part of

the **BIOTA project²**. These inventories have concerned principally the Mare aux Hyppos (upper pools), the Mouhoun and the Sourou (Mouhoun meander), the Bagré dam (Boulgou), the Kompienga dam (Kompienga), the Dangoindougou dam, Moussodougou, Bounouna, Tounoura, Tengréla (Comoé) (Map 6.7). Two complementary techniques are used for the fish inventory. The first one consists of monthly visits to the different fisheries in order to register the number of different species present in the fishermen's catches. The equipment used for this work consists of traps, long lines, catching nets with mesh size of 32, 37, 42, 50, 65 and 80 mm. The second approach consists of experimental fishing with a collection of nets from mosquito nets to those with a mesh size of 80 mm (5, 10, 15, 20, 22, 32, 37, 42, 50, 55, 65, 80 mm). This approach is used to complete the fishermen's data as the local legislation does not permit nets of a mesh size below 20-22 mm.

The identification and classification of individuals are made on the basis of Paugy et al. [85] identification keys.

FISH STOCKS DIVERSITY

Fish fauna has evolved over time with the different studies

METHODES D'INVENTAIRE DES POISSONS

La présente liste des poissons du Burkina Faso est réalisée en tenant compte des travaux antérieurs et ceux en cours dans le cadre du **projet BIOTA**⁷. Ces inventaires ont concerné essentiellement la Mare aux hippopotames (Hauts bassins), le Mouhoun et le Sourou (Boucle du Mouhoun), le barrage de Bagré (Boulgou), le barrage de la Kompienga (Kompienga), le barrage de Dangoindougou, Moussodougou, Bounouna, Tounoura, Tengréla (Comoé) (Carte 6.7). Deux techniques complémentaires sont utilisées pour l'inventaire des poissons. La première consiste en des sorties mensuelles au niveau des différentes pêcheries afin de recenser l'ensemble des espèces présentes dans les captures des pêcheurs. Les engins utilisés par ces derniers sont composés de nasses, de palangres, de filets épervier et de filets maillants de mailles 32, 37, 42, 50, 65 et 80 mm. La deuxième approche consiste en des pêches expérimentales avec un ensemble de filets allant de la toile moustiquaire à ceux de 80 mm de mailles (5, 10, 15, 20, 22, 32, 37, 42, 50, 55, 65, 80). Cette approche permet de compléter les données des pêcheurs car la législation en vigueur ne leur permet pas d'utiliser des filets de maillage inférieur à 20-22 mm. L'identification et la classification des individus sont faites sur la

carried out from the 1950s to date. The first surveys of fish of Burkina Faso were carried out in the upper basins of the Volta in 1956 by Daget who found 85 species. The same author, in 1960 [78], published a fish fauna of 94 and 53 species respectively for the Black Volta and Upper Comoé. The works of Roman carried out during the 1950s and 1960s show 121 species divided into 24 families in the upper basins of the Volta. The international fish database "Fishbase" (www.fishbase.org) [85] gives 106 species for Burkina Faso distributed over 22 families. The most represented families are those of Cyprinidae, Mormyridae, Alestidae and Citharinidae. The recent and ongoing studies in the same basins recorded 75 species distributed in 23 families (Tab. 6.24). At this stage of the study, the most representative families are those of Mormyridae, Alestidae (dogfish) and Cichlidae (tilapia). Map 6.8 gives the distribution of ten of the most important species from a commercial point of view. These studies have been conducted primarily in the basins of the Comoé, Mouhoun, and Nakambé. For the Niger basin, comprising all the tributaries of the river Niger there is practically no data concerning fish fauna, apart from the Tapoa dam. Currently available data do not cover the whole country.

base des clés d'identification de Paugy et al. [85].

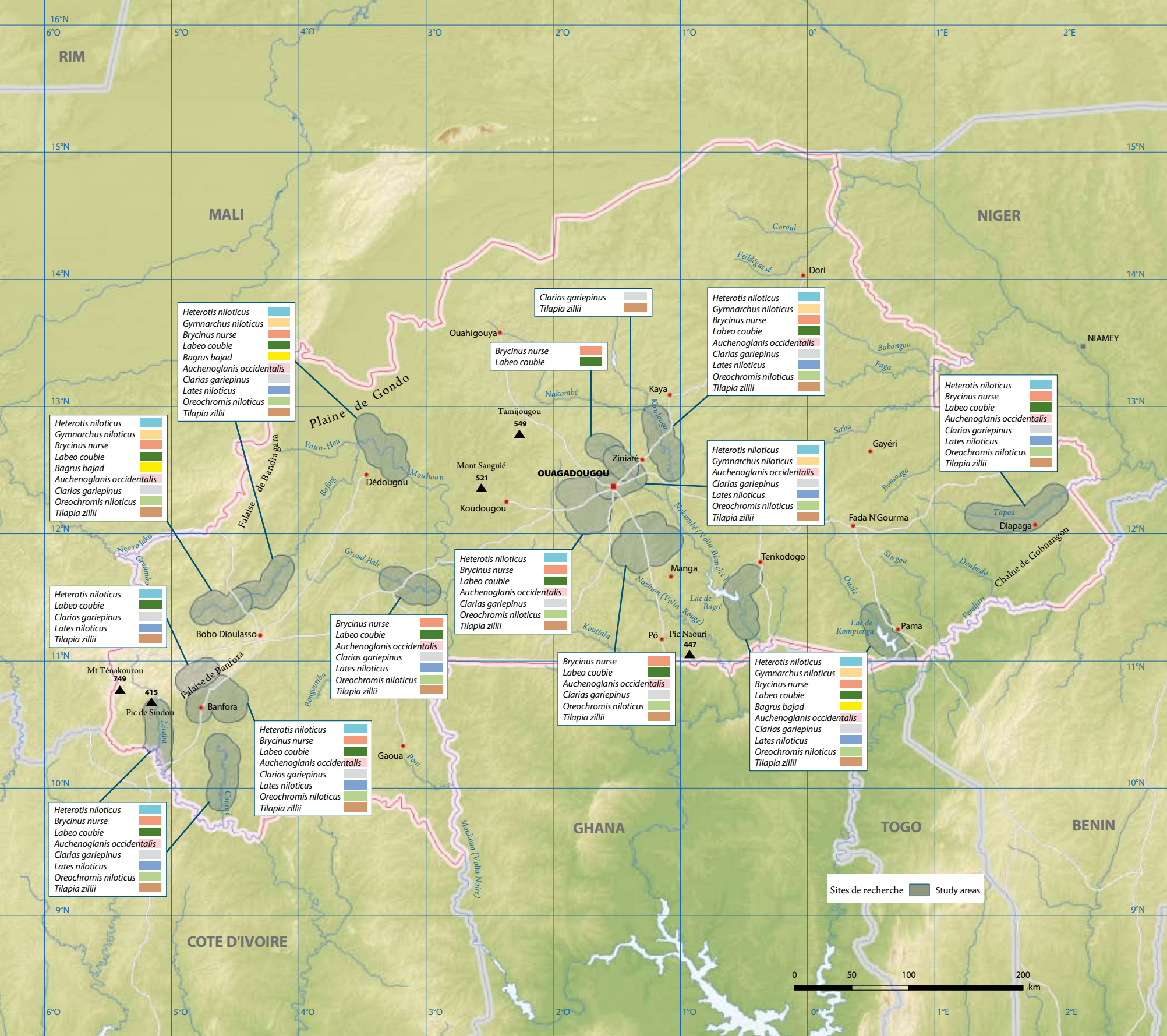
DIVERSITE PISCICOLE

La faune **piscicole**⁷ a connu une évolution dans le temps avec les différents travaux réalisés des années 1950 à nos jours. Les premiers inventaires des poissons du Burkina Faso ont été réalisés au niveau des hauts bassins de la Volta en 1956 par Daget qui avait trouvé 85 espèces. Le même auteur publiait en 1960 [78] une faune piscicole de 94 et 53 espèces respectivement pour la Volta Noire et pour la Haute Comoé. Les travaux de Roman entrepris dans les années 50 à 60 révélaient 121 espèces réparties dans 24 familles dans les Hauts bassins de Volta. La base de données internationale des poissons « Fishbase » (www.fishbase.org) [85] donne 106 espèces pour le Burkina Faso réparties dans 22 familles. Les familles les plus représentées sont celles des Cyprinidae, des Mormyridae, des Alestidae et des Citharinidae. Les études récentes et en cours de réalisation dans les mêmes bassins ont permis de dénombrer 75 espèces regroupées dans 23 familles (Tab. 6.24). A ce stade de l'étude, les familles les plus représentées sont celles des Mormyridae, des Alestidae (Poisson chien), des Cichlidae (Tilapia). La carte 6.8 donne une répartition de dix espèces les plus importantes d'un point de

Practically no data exists concerning the north part of the country, in spite of the existence of some permanent pools like Oursi.

Irrigated to a lesser extent than the neighbouring countries, Burkina Faso shows the least-divers fresh-water fish fauna of all those of the sub region with the exception of Mauritania. This limited diversity observed is linked to the fact that the country is traversed by the upper catchments of the main rivers which have their confluences in the coastal zones. Indeed, some authors [86] have shown in their work on the water courses of Gabon that the specific diversity increased from the upper to the lower catchments. This should be linked to the size of the water courses which increases gradually from the upper to the lower catchments which favours a diversification of **habitats**⁷ leading to an increased fish specific diversity.

The current database (www.fishbase.org of 2 January 2009) identifies 106 species of fish present in watercourses and lakes of Burkina Faso. This database must be updated as some species have changed scientific names and other species are no longer reported among the fresh and salt-water fish of West Africa [85]. The advancement of methodology has led scientists to



Carte 6.8: Réseau hydrographique du Burkina Faso et répartition des principales espèces de poissons d'intérêt commercial.

Map 6.8: Hydrographic network of Burkina Faso and principal distribution of the main species of fish of commercial interest.

vue commercial. Ces études sont réalisées essentiellement dans les bassins de la Comoé, du Mouhoun et du Nakambé. Quand au bassin du Niger, composé uniquement des affluents du fleuve Niger, il n'existe pratiquement pas de données sur la faune piscicole, en dehors du barrage de la Tapoa.

Les données disponibles actuellement ne couvrent pas l'ensemble du pays. Il n'existe pratiquement pas de données concernant la partie nord du pays, malgré l'existence de retenues permanentes non négligeables telles que la Mare d' Oursi.

Moins bien irrigué que les autres pays limitrophes, le Burkina Faso présente la faune piscicole d'eau douce la moins diversifiée de toutes celles de la sous région exception faite de la Mauritanie. Cette faible diversité observée est liée au fait que le pays est traversé essentiellement par les cours supérieurs des principaux fleuves qui ont leurs confluences dans les zones côtières. En effet, certains auteurs [86] ont montré dans leurs travaux sur les cours d'eaux du Gabon que la diversité spécifique augmentait des cours supérieurs vers les cours inférieurs. Ceci serait lié à la taille des cours d'eau qui augmenterait au fur et à mesure que l'on évolue vers l'embouchure, ce qui favoriserait une diversification des **habitats**⁷. Il en résulte ainsi une augmentation de la diversité spécifique.

split up certain families, to reclassify certain species into other families or to eliminate some species which were only **morphotypes**⁷ of the same species. These studies resulted in an increase in the number of families.

Although this fish fauna of Burkina Faso has a relatively small number of species, it can be considered diverse as most of the families and species of West Africa can be found here.

FACTORS OF MENACE

Serious threats affect this fish **biodiversity**⁷. One of the most important is pollution of the watercourses, dams and lakes. Regularly, the Comoé river is subject to pollution which decimates a large part of the ichthyological fauna. It is also necessary to note that the intensification of commercial cultivation using excessive chemical substances (**pesticides**⁷, **herbicides**⁷, **fertilisers**⁷) and industrialisation in the large urban centres are potential sources of pollution which have a negative impact on the fish fauna. Also, agriculture, construction of dams, modification of fish **biotopes**⁷ leads to rarefaction and even disappearance of the most vulnerable species. In addition, bad fishing practices (the use of **dolinkes**⁷, nets with a mesh size less than

Les données actuelles de la littérature (www.fishbase.org du 2 janvier 2009) font état de 106 espèces de poissons présentes dans les cours et plans d'eau du Burkina. Ces données doivent être actualisées car certaines espèces portent des noms qui ne sont plus acceptés et d'autres espèces ne sont plus répertoriées parmi les poissons d'eau douce et **saumâtre**⁷ de l'Afrique de l'Ouest [85]. Il faut toutefois nuancer cette analyse car l'évolution de la **systématique**⁷ a conduit les scientifiques à scinder certaines familles, à déclasser des espèces dans d'autres familles ou à supprimer certaines espèces qui n'étaient que des **morphotypes**⁷ d'une même espèce. Il s'en est suivi une augmentation du nombre de familles.

Bien que cette faune piscicole du Burkina Faso ait un nombre relativement faible d'espèces, elle reste tout de même diversifiée car on y retrouve la plupart des familles et des espèces présentes en Afrique de l'Ouest.

FACTEURS DE MENACES

Des menaces sérieuses pèsent sur cette **biodiversité**⁷ piscicole. Une des plus importantes est liée à la pollution des cours d'eau et retenues. Régulièrement, la Comoé est l'objet d'une pollution qui décime une grande partie de la faune ichtyologique. Il faut aussi noter

20 mm, fishing with explosives, erection of net barrages during periods of low water), and over-fishing are threats for diversity and conservation of fish in Burkina Faso.

The fish fauna of Burkina Faso is poorly known and the number of families and species is not yet rigorously established. The ongoing inventory work should continue and cover the whole country in order to establish a complete up to date list of the species present. Conservative measures should be taken with regard to the preservation of this resource in order to limit the loss of characteristic diversity.



Fig. 6.57: Diversité des poissons de Burkina Faso. | Fish diversity of Burkina Faso. ATH

Fig. 6.58: Les principales espèces d'intérêt commercial | The main fish species of commercial interest: (A) *Labeo coubie*

(B) *Citharinus citharus*, (C) *Heterotis niloticus*,
(D) *Lates niloticus* (Capitaine), (E) *Malapterurus electricus*. OSI



que l'intensification des cultures de rente dont le corollaire est l'usage exacerbé des substances chimiques (**pesticides**⁷, **herbicides**⁷, **engrais**⁷), l'industrialisation dans les grands centres urbains sont autant de sources potentielles de pollution qui affectent négativement la faune piscicole. Aussi l'exploitation des terres, la construction de barrage modifient les **biotopes**⁷ de cette faune avec pour conséquence une raréfaction et dans certains cas une disparition des espèces les plus sensibles. En plus, les mauvaises pratiques de pêche (utilisation des « **dolinkes**⁷ », des filets avec des maillages inférieurs à 20 mm, des poisons et des explosifs, édification de barrages de filets pendant les périodes d'étiage) et l'intensification de l'effort de pêche surtout au niveau des retenues sont des menaces pour la conservation de la diversité des poissons au Burkina Faso. La faune piscicole du Burkina Faso est assez mal connue et le nombre de familles et d'espèces n'est pas encore rigoureusement établi. Les travaux d'inventaire en cours devraient se poursuivre et couvrir l'ensemble du pays afin d'établir une liste complète actualisée des espèces présentes. Des mesures conservatoires devraient être prises quant à la préservation de cette ressource afin de limiter les pertes de la diversité spécifique.



Fig. 6.59: *Lates niloticus* (Le capitaine | Capitaine). ATH

Tab. 6.24: Liste des familles et des espèces recensées dans les principaux fleuves et retenues du Burkina Faso (* : espèce présente). | List of families and species of fish counted in the main rivers, dams and lakes of Burkina Faso (* : present species).

Families Familles	Noms scientifiques Scientific names	Bassin de la Comoé Comoé Basin										Mouhoun			Nazinon			Nakambé							Niger									
		Comoé & Léraba	Danguindougou	Tounoura	Bounouna	Lemouroudougou	Douna	Lobi	Tiefora	Tingréla	Bodadougou	Moussoudougou	Mare aux Hippopotames	Vallée du Kou Kou Valley	Mouhoun	Koumbia	Petit Balé	Kokolo	Kokologho	Boulimigou	Bazéga	Loumbila	Tanguita	Ramitenga	Boulbi	Nagbangre	Donse	Mogtedo	Louda	Loure (Manga)	Kompienga	Bagré	Tapoa	
Protopteridae	<i>Protopterus annectens annectens</i>				*				*		*	*	*	*	*		*	*			*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*
Polypteridae	<i>Polypterus endlicheri endlicheri</i>	*									*	*	*	*							*													
	<i>Polypterus senegalus senegalus</i>										*	*	*		*	*	*	*			*			*	*	*	*	*		*	*			
	<i>Polypterus bichir lapradei</i>										*																				*	*		
Osteoglossidae	<i>Heterotis niloticus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Mormyridae	<i>Marcusenius abadii</i>	*									*	*	*																			*	*	
	<i>Marcusenius senegalensis</i>	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Marcusenius cyprinoides</i>																																*	*
	<i>Mormyrops anguilloides</i>	*									*	*	*																			*	*	
	<i>Mormyrus deliciosus</i>																				*													
	<i>Mormyrus hasselquistii</i>	*									*	*	*																				*	*
	<i>Mormyrus macrophthalmus</i>													*																		*	*	
	<i>Mormyrus rume</i>	*				*		*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Petrocephalus bane</i>																*																	
	<i>Petrocephalus bovei</i>	*									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Pollimyrus isidori</i>		*	*		*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Gnathonemus petersii</i>										*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Hyperopisus bebe</i>										*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Brevimyrus niger</i>				*		*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Gymnarchidae	<i>Gymnarchus niloticus</i>									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Hepsetidae	<i>Hepsetus odoe</i>	*					*						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Alestidae	<i>Alestes baremoze</i>	*								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	<i>Brycinus leuciscus</i>														*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	<i>Brycinus macrolepidotus</i>	*								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Brycinus nurse</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Hydrocynus brevis</i>									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Hydrocynus forskalii</i>														*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Micralestes comoensis</i>	*			*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Micralestes voltae</i>																				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Distichodontidae	<i>Distichodus rostratus</i>	*								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	<i>Distichodus brevipinnis</i>																																	
	<i>Distichodus engycephalus</i>														*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

		Bassin de la Comoé Comoé Basin										Mouhoun		Nazinon				Nakambé							Niger									
Familles	Noms scientifiques	Comoé & Léraba	Danguindougou	Tounoura	Bounouna	Lemouroudougou	Douna	Lobi	Tiefora	Tingréla	Bodadougou	Moussodougou	Mare aux Hippopotames	Vallée du Kou Kou Valley	Mouhoun	Koumbia	Petit Balé	Kokolo	Kokologho	Boulmigou	Bazéga	Loumbila	Tanguita	Ramitenga	Boulbi	Nagbangre	Donse	Mogtedo	Louda	Loure (Manga)	Kompienga	Bagré	Tapoa	
Familles	Scientific names																																	
Citharinidae	<i>Citharinus citharus</i>											*	*																		*	*		
	<i>Labeo coubie</i>	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*	*	*		*				*				*	*	*	*	*		*	*		
	<i>Labeo parvus</i>	*									*	*	*																					
	<i>Labeo senegalensis</i>	*										*	*	*						*	*				*		*					*		
Cyprinidae	<i>Raiamas senegalensis</i>	*				*					*		*	*		*																		
	<i>Barbus macrops</i>		*			*	*	*	*		*	*	*	*	*																	*		
	<i>Barbus ablabes</i>	*								*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*							*	*	*	
	<i>Barbus occidentalis</i>													*		*	*	*	*	*						*								
Bagridae	<i>Bagrus bajad</i>											*	*	*																	*	*		
	<i>Bagrus filamentosus</i>													*																				
	<i>Bagrus docmak</i>												*		*					*					*		*	*				*		
	<i>Porcus filamentosus</i>															*																		
	<i>Auchenoglanis occidentalis</i>	*				*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Chrysichthys maurus</i>	*				*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Claroteidae	<i>Clarotes laticeps</i>													*																				
	<i>Chrysichthys auratus</i>														*					*												*		
	<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>															*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	<i>Chrysichthys walkeri</i>															*																		
Schilbeidae	<i>Eutropius niloticus</i>															*								*								*		
	<i>Physalia pellucida</i>																					*												
	<i>Schilbe intermedius</i>	*				*						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Schilbe mandibularis</i>	*										*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Schilbe mystus</i>								*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Siluranodon auritus</i>															*																		
Clariidae	<i>Clarias gariepinus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Clarias anguillaris</i>	*													*																			
	<i>Heterobranchius longifilis</i>	*													*																*			
	<i>Heterobranchius bidorsalis</i>						*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Heterobranchius isopterus</i>																														*	*		
Malapteruridae	<i>Malapterurus electricus</i>	*				*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Synodontis bastiani</i>	*													*								*											
Mochokidae	<i>Synodontis clarias</i>											*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	<i>Synodontis eupterus</i>	*																													*			
	<i>Synodontis senegalensis</i>																*																	

Famillies Families	Noms scientifiques Scientific names	Bassin de la Comoé Comoé Basin										Mouhoun		Nazinon		Nakambé										Niger										
		Comoé & Léraba	Danguindougou	Tounoura	Bounouna	Lemouroudougou	Douna	Lobi	Tiefora	Tingréla	Bodadougou	Moussodougou	Mare aux Hippopotames	Vallée du Kou Kou Valley	Mouhoun	Koumbia	Petit Balé	Kokolo	Kologho	Boulimigou	Bazéga	Loumbila	Tanguita	Ramitenga	Boulbi	Nagbangre	Donse	Mogtedo	Louda	Loure (Manga)	Kompienga	Bagré	Tapoa			
	<i>Synodontis schall</i>	*	*			*		*	*			*	*	*		*				*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
	<i>Synodontis nigrita</i>											*		*																*						
	<i>Synodontis membranaceus</i>											*	*	*																		*				
	<i>Synodontis velifer</i>	*																																		
	<i>Synodontis annectens</i>																														*					
	<i>Synodontis punctifer</i>																													*	*					
Aplocheilidae	<i>Epiplatys bifasciatus</i>	*	*			*																														
	<i>Epiplatys spilargyreus</i>	*																																		
Channidae	<i>Parachanna obscura</i>	*	*			*					*	*	*	*																						
Centropomidae	<i>Lates niloticus</i>	*				*	*	*		*	*	*		*	*	*					*			*	*	*	*			*	*	*				
Cichlidae	<i>Chromidotilapia guntheri</i>	*	*			*	*		*	*	*		*																							
	<i>Hemichromis bimaculatus</i>	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*																				
	<i>Hemichromis fasciatus</i>	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					*												*			
	<i>Oreochromis niloticus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	<i>Sarotherodon galilaeus</i>	*				*	*		*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Tilapia zillii</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Anabantidae	<i>Ctenopoma kingsleyae</i>	*						*			*	*		*	*									*				*				*				
	<i>Ctenopoma petherici</i>					*						*																			*					
Mastacembelidae	<i>Mastacembelus nigromarginatus</i>																																			
Tetraodontidae	<i>Tetraodon lineatus</i>										*		*																							

APERÇU SUR QUELQUES TAXONS D'IMPORTANCE ECOLOGIQUE ET/OU SOCIO-ECONOMIQUE

6.21 *La diversité des Coléoptères Bruchidae*

Antoine SANON

Les Coléoptères[†] Bruchidae, couramment appelés bruches ou par abus de langage charançons, sont des insectes spécialistes ou **oligophages**[†] se développant majoritairement aux dépens des graines de légumineuses sauvages et/ou cultivées et de quelques espèces de Combretaceae [87]. Ils forment une famille homogène colonisant tous les continents à l'exception de l'Antarctique et sont surtout abondants dans les régions chaudes du globe. L'évolution actuelle de la **systematique**[†] a tendance à les regrouper dans la grande

famille des Chrysomelidae où les Bruchidae ne constitueraient qu'une sous famille, celle des Bruchinae [87].

La plupart des espèces de Bruchidae ont un cycle de vie similaire. Les femelles déposent leurs œufs sur les **gousses**[†] ou les graines. La **larve néonate**[†] de **type chrysomélien**[†] munie de **pattes thoraciques**[†], très mobile perfore le **péricarpe**[†] de la gousse puis les **téguments de la graine**[†] à l'aide de ses **mandibules**[†] pour se nourrir aux dépens des **cotylédons**[†] des graines. Les adultes qui émergent des graines dans la nature consomment du pollen et du nectar collectés sur les plantes en fleurs présentes dans l'**écosystème**[†]. Ces aliments apportent des sources énergétiques utilisées lors de la reproduction particulièrement chez les femelles. La consommation de pollen de la plante-hôte peut également être un signal induisant le démarrage de la fonction reproductrice comme cela a été observé chez diverses espèces de Bruchidae. Lorsqu'ils émergent dans les stocks de graines, les adultes ne se nourrissent que très peu durant leur vie imaginale ; ils peuvent consommer des fragments végétaux ou des **mycéliums**[†] de **champignons**[†] mais doivent principalement assurer leur fonction reproductrice à partir des réserves stockées durant la vie larvaire.

OUTLINE OF A FEW TAXA OF ECOLOGICAL AND/OR SOCIOECONOMIC IMPORTANCE

Diversity of Bruchidae Coleoptera

Bruchidae **Coleoptera**[†], usually called Bruchid beetles or, in a misuse of language, weevil, are specialist insects or **oligophagous**[†] and develop mostly at the expense of wild and/or cultivated Leguminosae seeds and some Combretaceae species [87]. They form a homogenous family that colonises all continents except the Antarctica and are most abundant in the warmer regions of the world. The current evolution of **systematics**[†] has a tendency to regroup them into a large family of

Chrysomelidae where Bruchidae only constitute a subfamily, the Bruchinae [87].

The majority of Bruchidae species have a similar life cycle. The females lay their eggs on **pods**[†] or seeds. The **Chrysomelidae type**[†] **neonatal larvae**[†] have **thoracic feet**[†], are very mobile and perforate the **pericarp**[†] of the pod then the **seed teguments**[†] with its **mandibula**[†] to feed itself at the expense of the seeds' **cotyledons**[†]. In nature, the adults emerging from the seeds consume the pollen and nectar collected from the flowering plants found in the **ecosystem**[†]. This food brings energy sources used during reproduction especially for females. Consumption of the host plant's pollen can also be a sign of the beginning of the reproductive function as was observed in different Bruchidae species. When they emerge from the seed stocks, the adults feed very little during their imago life stage: they can consume plant fragments or the **mycelium**[†] of **mushrooms**[†], but must ensure their reproduction function mainly from reserves stored during their larval life.

The interest in studying Bruchidae Coleoptera is founded in the fact that they are subservient to numerous species of cultivated Leguminosae which are very nutritious or wild Leguminosae

L'intérêt de l'étude des Coléoptères Bruchidae résulte du fait qu'ils sont inféodés à de nombreuses espèces de légumineuses cultivées présentant une grande importance alimentaire ou de légumineuses sauvages représentant la majorité de la végétation ligneuse et herbacée⁷ de plusieurs régions du Burkina Faso.

Les recherches réalisées au Burkina Faso ont eu pour objectifs d'identifier les principales espèces de Bruchidae inféodées aux principales légumineuses cultivées et/ou sauvages ainsi que les moyens de combattre celles qui constituent un enjeu économique. Elles ont consisté soit à suivre les cycles de culture des principales légumineuses cultivées et à observer les émergences d'insectes à partir de gousses récoltées à maturité [88], soit à prélever différentes parties de plantes sauvages, surtout des gousses de légumineuses et à en observer les émergences d'insectes.

En tout, 7 genres regroupant 43 espèces attaquant les graines de légumineuses cultivées et les semences forestières ont été recensées (Tab. 6.25). Quatre genres de Bruchidae, *Callosobruchus*, *Bruchidius*, *Caryedon*, et *Zabrotes* regroupant 7 espèces sont inféodés aux principales légumineuses alimentaires cultivées (niébé, arachide, voandzou) sur lesquelles ils provoquent régulièrement des pertes importantes en stockage [88]. Le genre *Bruchidius* est de loin celui qui

renferme le plus grand nombre d'espèces (21), attaquant plusieurs légumineuses sauvages mais une seule légumineuse cultivée, *Vigna unguiculata* L. Walp [88].

Concernant la lutte contre ces déprédateurs de graines de légumineuses, plusieurs méthodes incluant des techniques basées sur le savoir-faire paysan ou dérivées [89] ou la lutte chimique par des fumigants peuvent être utilisées. Plusieurs autres dont la lutte biologique par l'utilisation d'ennemis naturels locaux ou d'organismes entomopathogènes⁷ [90] sont toujours en expérimentation. Actuellement, une variante du stockage hermétique utilisant des sacs à triple fond (triple ensachage) est en cours de vulgarisation par l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA).

representing the majority of woody and herb vegetation of several regions in Burkina Faso.

The goals of research undertaken in Burkina Faso were to identify the main species of Bruchidae dependent on the main cultivated and/or wild Leguminosae and the means to fight those species with an economic effect. Research consisted in monitoring the cycles of the main cultivated Leguminosae and observing the emergence of insects from the collected mature pods [88], or taking samples from their different parts and observing the emergence of insects.

In total, seven genera grouping into 43 species attacking cultivated Leguminosae and forest seeds were surveyed (Tab. 6.25). Four genera of Bruchidae, *Callosobruchus*, *Bruchidius*, *Caryedon*, and *Zabrotes* grouping into 7 species are subservient to the main edible Leguminosae cultivated (cowpeas, peanuts, Bambara ground-nut) and these regularly provoke significant losses to stocks [88]. By far, the genus *Bruchidius* has the greatest number of species (21) attacking several wild Leguminosae, but only one cultivated Legume, *Vigna unguiculata* L. Walp [88].

Several methods including techniques based on peasant know-how or derivatives [89] and chemical agents such as fumigants

Fig. 6.60: Niébé infesté par des adultes et oeufs de *Callosobruchus maculatus*. | Cowpeas infested by adults and eggs of *Callosobruchus maculatus*. SDO



Tab. 6.25: Diversité des Coléoptères Bruchidae en fonction de leurs plantes hôtes au Burkina Faso. | Diversity of Bruchidae Coleoptera according to their plant hosts in Burkina Faso.

Genres Genera	Espèces Species	Plantes hôtes Host plants
Bruchidius (21 espèces species)	<i>B. albopubens</i> Pic	<i>Acacia dudgeoni</i>
	<i>B. atrolineatus</i> Pic	<i>Vigna unguiculata</i>
	<i>B. aurivilli</i> Blane	?
	<i>B. cadei</i> Dec.	?
	<i>B. cadenati</i> Pie.	<i>Faidherbia albida</i> , <i>Acacia nilotica</i> , <i>A. senegal</i>
	<i>B. chloroticus</i> Dalm.	<i>Sesbania sesban</i> , <i>S. pachycarpa</i>
	<i>B. dilaticornis</i> Pie.	<i>Faidherbia albida</i> , <i>Acacia nilotica</i> , <i>A. senegal</i>
	<i>B. dichrostachydis</i> Dec.	<i>Dichrostachys cinerea</i> , <i>Acacia macrostachya</i>
	<i>B. kiliwaensis</i> Dec.	<i>Acacia macrostachya</i>
	<i>B. luteopygus</i> Pic	<i>Acacia sieberiana</i>
	<i>B. mauritanicus</i> Dec.	?
	<i>B. nigritarsus</i> Fair.	?
	<i>B. pennatae</i> Dec.	<i>Acacia pennata</i>
	<i>B. sahlbergi</i>	?
	<i>B. senegalensis</i>	<i>Acacia sieberiana</i>
	<i>B. sieberiana</i> Dec.	<i>Acacia sieberiana</i>
	<i>B. silaceus</i> Fahr.	<i>Acacia gourmaensis</i>
	<i>B. submaculatus</i> Fahr.	<i>Albizia lebbek</i>
	<i>B. tougouriensis</i> Dec.	<i>Acacia macrostachya</i> , <i>A. dudgeoni</i> , <i>Albizia lebbek</i>
	<i>B. uberatus</i>	<i>Acacia albida</i> , <i>A. nilotica</i> , <i>A. senegal</i>
	<i>B. voltaicus</i> Dec.	<i>Acacia seyal</i>
Callosobruchus (7 espèces species)	<i>C. chinensis</i>	<i>Vigna</i> sp.
	<i>C. maculatus</i> Fab.	<i>Vigna unguiculata</i> , <i>Cajanus cajan</i> , <i>Vigna subterranea</i>
	<i>C. ornatus</i>	?
	<i>C. phaseoli</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>
	<i>C. rhodesianus</i> Pic	<i>Vigna unguiculata</i>
	<i>C. subinnotatus</i>	<i>Vigna subterranea</i>
<i>Callosobruchus</i> sp.	<i>Acacia nilotica</i>	
Caryedon (9 espèces species)	<i>C. serratus</i> Ol.	<i>Arachis hypogea</i> , <i>Tamarindus indica</i> , <i>Piliostigma reticulatum</i> , <i>P. thonningii</i> , <i>Cassia sieberiana</i> , <i>Bauhinia rufescens</i> , <i>Acacia nilotica</i>
	<i>C. acacia</i>	?

	<i>C. excavatus</i>	<i>Faidherbia albida</i> , <i>A. nilotica</i> , <i>A. senegal</i>
	<i>C. crampeli</i>	
	<i>C. intertinctus</i> Fahr.	<i>Acacia sieberiana</i> , <i>Acacia nilotica</i>
	<i>C. mauritanicus</i> Dec.	<i>Acacia macrostachya</i>
	<i>C. pallidus</i> Ol.	<i>Cassia occidentalis</i> , <i>C. tora</i>
	<i>C. sahelicus</i> Dec.	<i>Acacia seyal</i>
	<i>C. sieberiana</i> Dec.	<i>Acacia seyal</i>
<i>Pachymerus</i> (1 espèce species)	<i>Pachymerus cassiae</i>	?
<i>Spermophagus</i> (2 espèces species)	<i>S. humilis</i> Dec.	<i>Acacia macrostachya</i> , <i>Maerua angolensis</i>
	<i>S. sophorae</i>	?
<i>Tuberculobruchus</i> (2 espèces species)	<i>T. natalensis</i>	<i>A. sieberiana</i>
	<i>T. pygidiopictus</i>	<i>Faidherbia albida</i> , <i>Acacia nilotica</i> , <i>A. senegal</i>
<i>Zabrotes</i> (1 espèce species)	<i>Z. subfasciatus</i> Boh	<i>Phaseolus</i> sp., <i>Vigna</i> sp.

can be used to shield these Leguminosae seeds. Several other control methods such as the biological control using local natural enemies or entomopathogenic organisms [90] are still being experimented with. Currently, a hermetic storage method using triple-bottom bags (triple bagging) is being promoted by the Institute for the Environment and Agricultural Research (Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA)).

6.22

La chenille du karité, *Cirina butyrospermi* Vuillet

Antoine SANON
Clémentine DABIRÉ
Hervé BAMA

Le Karité, *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn., est un arbre d'intérêt économique au Burkina Faso. La pulpe du fruit est consommée localement tandis que les amandes servent à fabriquer du beurre qui rentre dans l'alimentation, la cosmétique et diverses utilisations industrielles. Le Burkina Faso est un des plus grands exportateurs des amandes de Karité dans le monde. L'arbre subit cependant des attaques régulières d'une chenille que l'on a du mal à qualifier de ravageur du fait que cet insecte présente un grand intérêt économique.

DESCRIPTION DE LA CHENILLE DU KARITE

La chenille du karité ou « chitoumou » en langue jula a pour nom scientifique *Cirina butyrospermi*. Il s'agit en fait de la larve d'un papillon ou Lépidoptère appartenant à la famille des Saturnidae (ou Attacidae). Les adultes de cette espèce de papillon ont une activité nocturne importante et présentent un **dimorphisme**[♀] sexuel

Shea Caterpillar, *Cirina butyrospermi* Vuillet

The shea tree, *Vitellaria paradoxa*, is a tree of economic value in Burkina Faso. The fruit pulp is consumed locally whereas the kernels are used to make butter which is used in cooking, cosmetics and various industrial applications. Burkina Faso is one of the largest shea kernels -exporting country in the world. However, the tree suffers regular attacks from a caterpillar which is controversial to call destructive, as it is of large economic interest itself.

DESCRIPTION OF THE SHEA CATERPILLAR

The shea caterpillar, or "chitoumou" in the Jula language, has the scientific name *Cirina butyrospermi*. It describes the larva of a butterfly or Lepidopterous belonging to the Saturnidae family (or Attacidae). The adults have an important nocturnal activity and show a marked sexual **dimorphism**[♀]. In fact, the females

marked. In effect, the females (Fig. 6.61) ont une taille supérieure à celle des mâles.

BIOECOLOGIE ET DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE

Le cycle biologique de *C. butyrospermi* est similaire à celui d'autres papillons et comporte plusieurs étapes. Des œufs pondus par les femelles sortent des larves ou chenilles qui passent par plusieurs stades de développement avant de se transformer en nymphe ou chrysalide (Fig. 6.62). De cette chrysalide sortira un nouveau papillon après de profondes modifications morphologiques, anatomiques et physiologiques caractérisant la **métamorphose**[♀].

C. butyrospermi est inféodé au karité, seule plante hôte connue dans les zones de savane où sa présence a été signalée, notamment au Mali, au Bénin et au Burkina Faso [91]. Cependant sa distribution géographique pourrait s'étendre à plusieurs autres pays de l'Afrique de l'Ouest. Au Burkina Faso, l'aire de distribution de l'espèce semble s'être rétrécie lors des 2 à 3 dernières décennies. Ainsi, *C. butyrospermi* aurait disparu du plateau central ainsi que des provinces du Mouhoun et de la Kossi depuis les années 1983 [91]. Les foyers les plus importants se situent actuellement dans les régions ouest et

(Fig. 6.61) are larger in size than the males.

BIOECOLOGY AND GEOGRAPHIC DISTRIBUTION

The biological cycle of *C. butyrospermi* is similar to those of other butterflies and comprises several stages. The eggs laid by the female produce larva or caterpillars which go through several stages of development before they transform into nymphs or chrysalis (Figure 6.62). From this chrysalis a new butterfly will emerge after profound morphological, anatomical and physiological changes which are characteristic of its **metamorphosis**[♀].

C. butyrospermi is subservient to the shea, the only host plant found in the savanna zones where its presence has been reported, notably in Mali, in Benin and in Burkina Faso [91]. However, its geographical distribution could extend to several other countries in West Africa. In Burkina Faso the distribution range of the species has seem to become narrow since the last two or three decades. Consequently *C. butyrospermi* may have disappeared from the central part of country as well as from Mouhoun and Kossi provinces since 1983 [91]. The largest population densities are located in western and southern of country with a hostpot in the Houet province.

sud du pays, mais c'est la province du Houet qui concentre les plus fortes populations.

Les papillons de l'espèce *C. butyrospermi* semblent faire leur apparition chaque année dans les zones d'infestations au début de la saison des pluies ([91] & [92]). Les femelles pondent alors sur les jeunes rameaux de karité. Typiquement, ces œufs sont déposés en groupe sous la forme d'une masse arrondie d'environ 560 œufs par ponte (Fig. 6.63).

L'œuf, piriforme mesure 1,5 mm de long. L'éclosion intervient environ un mois après la ponte. La **larve néonate**⁷ (jeune chenille) mesure alors 3 à 4 mm de long. La suite du développement passe par 4 autres stades larvaires pendant lesquels la chenille s'alimente à partir des feuilles de karité et s'allonge régulièrement. Les plants de karité attaqués présentent souvent une défoliation sévère, voire totale (Fig. 6.64).

La chenille est velue. Celle de dernier stade (stade 5), qui peut mesurer jusqu'à 8 cm de long, a le corps généralement noir parcouru de saillies perliformes blanches ou jaunes dessinant latéralement des « V ». La tête, les pattes et le reste du corps comportent des poils blanc-jaunâtres disposés en touffes (Fig. 6.65).



Fig. 6.61: Femelle de *C. butyrospermi*. | Female of *C. butyrospermi*.
ASA

Butterflies of *C. butyrospermi* species seem to appear in the infestation zones each year at the beginning of the rainy season ([91] & [92]). Then the females lay on the young branches of shea. Typically the eggs are set down by groups of 560 eggs per spawning forming a rounded mass (Fig. 6.63).

The pyriform egg measures 1.5 mm long. Hatching occurs around a month after spawning. The **neonatal larva**⁷ (young caterpillar) then measures 3 to 4 mm long. The ongoing development passes through 4 other larva stages during which the caterpillar feeds from the shea leaves and becomes ever longer. The attacked shea plants often display severe or even total defoliation (Fig. 6.64).

The caterpillar is hairy. Those in the final stage (stage 5), which can measure up to 8 cm long, generally have a black body covered with white or yellow perliform protrusions in the shape of a sideways "V". The head, the feet and the rest of the body are comprised of whitish-yellow hairs arranged in tufts (Fig. 6.65).

At this stage, the caterpillar builds up reserves, getting off the tree and prepares for **pupation**⁷ which occurs in the soil at least 10 cm deep and generally in the ground under the tree. To do this, it empties its digestive tract before penetrating the soil

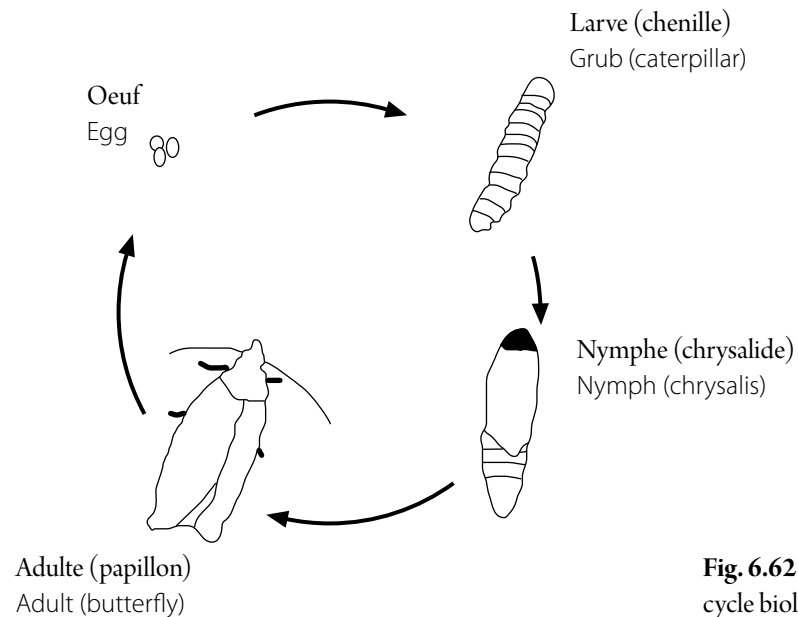


Fig. 6.62: Principales étapes du cycle biologique d'un papillon.
Main stages of the biological cycle of a butterfly.

A ce stade, la chenille constitue les réserves, descend de l'arbre et se prépare pour la **nymphose**⁷ qui intervient dans le sol à au moins 10 cm de profondeur généralement au pied même de l'arbre qui l'a nourrie. Pour cela, elle vide son tube digestif avant de pénétrer dans le sol où elle deviendra, au bout de 2 à 7 jours, une chrysalide noire de 2,7 à 5,56 cm de long. La durée du développement depuis le stade de l'œuf jusqu'à la chenille de dernier stade varie de 50 à 54 jours [91]. Celle-ci mène généralement une vie libre de 9 à 14 jours avant d'entrer en nymphose. La chrysalide est soumise à une **diapause**⁷ obligatoire qui consiste en un arrêt du développement pendant 9 mois. Les premières pluies de l'année suivante lèveront la diapause et permettront à la chrysalide de terminer son développement et de devenir un papillon qui pourra recommencer le cycle.

IMPORTANCE ET USAGES SOCIOECONOMIQUES

La plus grande importance de cet insecte est qu'il entre dans l'alimentation humaine. Historiquement, la consommation de la chenille du karité est surtout connue dans les habitudes alimentaires des autochtones de l'Ouest du Burkina Faso et précisément de l'ethnie Bobo. Bien que présentes dans d'autres régions du pays (Est, Nord, Centre et Sud), les chenilles y sont rarement consommées

par ces populations locales. Cependant, la consommation de ces chenilles serait connue en Côte d'Ivoire, au Ghana et au Nigéria [93]. A l'origine, seules les chenilles de dernier stade et les chrysalides étaient consommées probablement du fait que ces stades disposent de réserves nutritives importantes, contiennent très peu d'impuretés et sont plus faciles à ramasser. La récolte des chenilles se fait au pied des karités juste avant leur pénétration dans le sol ou en creusant au pied de l'arbre pour extraire les pré-nymphes et chrysalides. La chenille du karité est actuellement consommée par une population de plus en plus nombreuse à travers tout le pays et même au delà, d'où la consommation de chenilles de 3ème et 4ème stades qui sont récoltées directement sur l'arbre.

Les chenilles rentrent dans la préparation de diverses recettes dont la forme frite (Fig. 6.66) constitue une des plus simples. Leur incorporation dans les farines de bouillies pour nourrissons est également signalée.

L'importance alimentaire de la chenille du karité se justifie par sa qualité nutritionnelle exceptionnelle. En effet, c'est un aliment riche et énergétique pouvant fournir à l'organisme 430 Kcal/100 g de chenilles, 63 % de protéines, 15 % de matière grasse, 2,25 % de potassium, 0,16-0,18 % de calcium, 0,023 % de fer et diverses

where, after two to seven days, it will become a black chrysalis 2.7 to 5.56 cm long.

The period of development from the egg stage until the last caterpillar stage varies from 50 to 54 days [91]. This generally

leads to uninterrupted life of 9 to 14 days before entering into nymphosis. The chrysalis is subject to a compulsory **diapause**⁷ which is a stop of development for nine months. The first rains of the following year will awaken it from diapause and allow the

Fig. 6.63: Pontes de *C. butyrospermi* sur un rameau de karité. Clutches of *C. butyrospermi* on a branch of shea. ASA



6.63

Fig. 6.64: Défoliation du karité par des chenilles *C. butyrospermi*. Defoliation of the shea by *C. butyrospermi* caterpillars. ASA



6.64

vitamines (B12, A, D, E et K) [91].

La commercialisation des chenilles est également une source non négligeable de revenus financiers pour les femmes. Les chenilles bouillies dans de l'eau potassée et salée puis séchées se conservent très bien et alimentent les marchés de Bobo-Dioulasso pendant l'hivernage et même une bonne partie de la saison sèche (Fig. 6.67). Selon les commerçantes de chenilles, le prix de la boîte de tomate (unité locale de vente d'environ 1,5 kg) peut varier de 750 à 2 000 FCFA en fonction de la période et de l'importance de la demande. En période de pointe, le revenu journalier brut provenant de la vente des chenilles serait de 1 284 à 3 852 FCFA par vendeuse [94]. Des possibilités d'exportation existent car les chenilles sont connues et consommées dans la sous-région [93]. Le Nigéria semble constituer le plus grand marché car la demande y serait très forte.

La chenille de karité aurait également des vertus médicinales. Dans la pharmacopée traditionnelle, elle est utilisée pour lutter contre l'hypertension artérielle et la constipation chez l'homme [93]. Chez les animaux, elle est utilisée comme déparasitant et pour immuniser les chiens contre la rage. En cas de morsure de chien,



Fig. 6.65: Chenille de stade 5 de *C. butyrospermi* sur une feuille de karité. | Stage 5 *C. butyrospermi* caterpillar on a shea leaf. ASA

chrysalis to complete its development and become a butterfly, which can start the cycle again.

IMPORTANCE AND SOCIOECONOMIC USES

The most important aspect of this insect is that it is part of the human diet. Historically consumption of the shea caterpillar is found in particular in the dietary habits of the indigenous people in the west of Burkina Faso, and specifically for the Bobo ethnic group. Even though they are present in other regions of the country (East, North, Centre and South), the caterpillars are rarely consumed by these local people. However, consumption of these caterpillars does occur in the Côte d'Ivoire, Ghana and Nigeria [93]. Originally, only caterpillars in the final stage and chrysalides were consumed, probably due to the fact that these stages possess significant nutrient reserves, contain very few impurities and are easier to gather. Caterpillars are harvested from the foot of the sheas just before their penetration into the soil or by digging at the base of the tree to extract the pre-nymphs and chrysalides. The shea caterpillar is currently consumed by an ever-increasing number of people throughout the whole country and beyond, leading to consumption of 3rd and

4th stage caterpillars which are harvested directly from the tree. The caterpillars are prepared by various recipes of which the fried version (Fig. 6.66) represents one of the simplest. Mixing into dried food for infants has also been reported. The dietary importance of the shea caterpillar is justified by its exceptional nutritional quality. In fact it is a rich and calorific food with 430 Kcal/100 g of caterpillars being able to provide 63 % of protein, 15 % of fat, 2.25 % of potassium, 0.16-0.18 % of calcium, 0.023 % of iron and various vitamins (B12, A, D, E and K) [91].

The commercialisation of caterpillars is also a significant source of financial revenue for women. Caterpillars boiled in a pot of water and salted then dried keep very well and supply the markets of Bobo-Dioulasso during the rainy season and even for a good part of the dry season (Fig. 6.67).

According to caterpillar traders, the price of a tomato can full of caterpillars (local sales unit of around 1.5 kg) can vary from 750 to 2 000 FCFA according to season and the level of demand. In peak season, the gross daily income generated from the sale of caterpillars would be from 1 284 to 3 852 FCFA per seller [94] (1 US\$ = 400 FCFA). There are possibilities for export because the

la chenille séchée est écrasée en poudre et étalée sur la plaie [91] (1 US \$ = 400 FCFA).

FACTEURS INFLUENÇANT LES POPULATIONS DE *C. BUTYROSPERMI*

Plusieurs facteurs peuvent influencer les populations du papillon *C. butyrospermi* dans la nature. Des facteurs naturels de mortalité existent et sont dus à l'attaque des chrysalides par des ennemis naturels comme les insectes **parasitoïdes**⁷ et les moisissures. Plusieurs actions **anthropiques**⁷ sont cependant sources de diminution importante des populations de *C. butyrospermi*. En effet, la consommation et la commercialisation des chenilles favorisent une forte pression humaine sur l'insecte. De même, l'usage croissant de **pesticides**⁷ variés dans l'agriculture intensive, particulièrement en culture cotonnière, diminue les populations larvaires et de chrysalides dans le sol [95]. Il est probable que d'autres actions anthropiques comme les feux de brousse affectent également la survie des chrysalides qui restent 9 mois dans le sol.

Au-delà de l'engouement populaire autour de la chenille du karité, il importe donc de prendre conscience du risque de disparition qui

menace cette espèce et de mener la réflexion dans le sens de définir des actions pouvant contribuer au maintien de ses populations.

caterpillars are found and eaten in the subregion [93]. Nigeria seems to be the largest market because demand is very high here.

The shea caterpillar is also said to have medicinal properties. In the traditional pharmacopoeia, it is used to combat arterial hypertension and constipation in humans [93]. For animals it is used as a deparasite aid and for immunising dogs against rabies. In cases of dog bite, dried caterpillar is crushed into a powder and spread over the wound [91].

FACTORS WHICH EFFECT *C. BUTYROSPERMI* POPULATIONS

Several factors may impact butterflies of *C. butyrospermi* populations. Natural mortality factors exist and are due to attacks on the chrysalis by natural **predators**⁷ such as **parasitoid**⁷ insects and moulds. However, several **anthropogenic**⁷ actions as consumption and commercialisation can constitute sources of significant reduction in the populations of *C. butyrospermi*. Also, the increasing use of various **pesticides**⁷ for intensive agriculture, particularly in the cultivation of cotton, reduces the larvae populations and the chrysalides in the soil [95]. It is probable

that other anthropogenic activities such as bushfires also affect the survival of the chrysalides, which spend 9 months in the soil.

Apart from the popular demand for the shea caterpillar, it is therefore important to become aware of other risks that threaten this species and give some thought to actions which can contribute to preserve its populations.



Fig. 6.66: Chenilles frites prêtes pour la consommation. | Fried caterpillars ready for eating. ASA



Fig. 6.67: Chenilles séchées et vendues sur les marchés de Bobo Dioulasso. | Caterpillars dried and sold in the markets at Bobo Dioulasso. ASA

6.23 *Termites et communautés de fourmis*

Dorkas KAISER
Souleymane KONATÉ
K. Eduard LINSENMAIR

Au Burkina Faso, termites et fourmis sont des composantes clés de la **faune**⁷ **terrestre**⁷. Les termites font partie des organismes terrestres les mieux adaptés aux conditions arides et sémi arides et ils jouent un rôle central dans la dynamique et le fonctionnement de leurs **écosystèmes**⁷. Ils sont des agents majeurs des étapes préliminaires de la décomposition des litières végétales, particulièrement dans les savanes et les forêts arides d'Afrique où les termites cultivant des **champignons**⁷ sont répandus. Malgré le renouvellement des sols (bioturbation) pendant la construction de leurs structures génétiques (ex : monticules, niches, galeries), les termites exercent des effets massifs sur la structure du sol, influençant essentiellement et positivement la fertilité, la porosité, l'aération, la capacité à contenir de l'eau et l'infiltration de l'eau dans les sols [96] et [97]. En fait, dans la plupart des sols tropicaux, les horizons de la surface sont principalement composés de l'accumulation de ces structures

Termites and ant communities

In Burkina Faso, termites and ants represent key components of the soil **fauna**⁷. Termites are among the soil organisms best adapted to arid and semi-arid conditions and they play a central role in the dynamics and functioning of their **ecosystems**⁷. They are major agents of the first steps of plant litter decomposition, particularly in the savannas and dry forests of Africa where fungus-growing termites are a common and often dominant component of the termite assemblage [96]. Through soil-turnover (bioturbation) in the course of constructing their biogenic structures (e.g. mounds, nests, galleries), termites exert massive effects on soil structure, essentially and positively influencing the fertility, porosity, aeration, water-holding capacity and water infiltration into soils [96] & [97]. In fact, in most tropical soils, surface horizons are mainly composed of an accumulation of these biogenic structures. Additionally, it is increasingly

biogéniques. De plus, on reconnaît de plus en plus que les termites sont des composantes importantes des agro écosystèmes, rendant des services alternatifs pour des récoltes extrêmement coûteuses et moins écologiques, ceci à travers le traitement mécanique des **engrais**⁷ [98].

L'importance socio-économique des termites pour la population locale est grande. Par exemple, les termites sont utilisées dans:

- L'alimentation de l'homme: les termites ailées et les organes fructifères des champignons Termitomyces sont considérés comme aliments par les femmes et vendus ainsi sur les marchés ;
- La construction des maisons: le substrat des termitières est très souvent utilisée comme matériau de construction, particulièrement celle des monticules de certains genres de termites, les *Macrotermes*, qui contiennent beaucoup d'argile ;
- L'élevage de la volaille: les termites ouvrières sont appréciées des poulets (ex : certains paysans placent des cruches d'argile faites à base de matière organique sur le coté ouvert, à la surface du sol afin d'attirer les termites butineuses) ;
- L'agriculture: la terre des termitières est utilisée comme **engrais**⁷ organique.

being recognized that termites are an important component also of agro-ecosystems, providing services that are an alternative to high priced and less sustainable inputs via mechanical treatment or **fertilizers**⁷ [98].

The socio-economical importance of termites for the local population is manifold. For example termites are used in:

- Human alimentation: Termite alates and the fruiting bodies of the fungus Termitomyces are collected as food source by women and sold on the market.
- House construction: Termite mound soil is frequently used as construction material, especially mound soil of the fungus growing termite genus *Macrotermes*, which is characterized by high clay content.
- Chicken farming: Termite workers are fed to chickens (e.g. some farmers place clay jugs stuffed with organic matter with the open side on the soil surface to attract foraging termites).
- Agriculture: Termite mound soil is used as soil **fertiliser**⁷. On the other hand, termites are often regarded as pests because they attack stored food supplies and frequently attack buildings made of loamy soil or wood. In the absence of any

D'autre part, les termites sont perçus comme des insectes nuisibles qui s'attaquent aussi bien aux réserves de nourriture qu'aux maisons en argile ou en bois. En l'absence de tout autre matériel organique, certains termites peuvent devenir nuisibles et attaquer les racines ou la biomasse supérieure des cultures ci-dessus mentionnées, entraînant une baisse des récoltes agricoles.

Les fourmis des tropiques sont particulièrement remarquables pour leur biomasse et leur diversité en termes de nombre d'espèces et de types fonctionnels. Ce sont les dominants **prédateurs[†]** **invertébrés[†]**, qui dispersent les graines et qui sont aussi de grosses consommatrices primaires [99].

A cause de l'effet considérable qu'ils ont sur le fonctionnement des écosystèmes et sur la disponibilité des ressources des autres organismes, termites et fourmis sont considérés comme de véritables « ingénieurs des écosystèmes » [100].

De sévères troubles environnementaux, tel que le remplacement de la forêt par l'agriculture, entraînent généralement une importante baisse de la diversité [101]. Leur haut niveau de spécialisation écologique combiné à leur modeste degré de diversité fait des termites et fourmis d'excellents indicateurs biologiques des perturbations **anthropiques[†]**.

other organic material some termites may attain pest status and attack roots or above ground crop parts, leading to decreases in agricultural yields.

Ants in the tropics are highly conspicuous for their biomass and their diversity in terms of species numbers and functional types. They are the dominant invertebrate **predators[†]**, effective seed dispersers and also very important primary consumers [99].

Due to their huge impact on ecosystem functioning and their effect on the availability of resources to other organisms, both, termites and ants, are considered as true "**ecosystem engineers[†]**" [100].

Severe environmental disturbances, such as replacement of forest by agriculture, generally lead to sharp decreases in diversity [101]. Their high level of ecological specialisation combined with a modest degree of diversity makes termites and ants candidate **taxa[†]** for biological indicators of **anthropogenic[†]** disturbance.

So far, no species **checklists[†]** have been compiled for Burkina Faso – neither for ants nor for termites and no information is available on their distribution in relation to different climatic zones or different land use types.

Aucune liste récapitulative des espèces n'a été dressée jusqu'ici au Burkina Faso, que ce soit pour les fourmis ou pour les termites et aucune information n'est disponible sur leur répartition en ce qui concerne les différentes zones climatiques ou les différents types d'utilisation des terres.

Ainsi, douze sites d'étude ont été choisis le long du gradient climatique existant au Burkina Faso pour caractériser les communautés de termites et de fourmis : trois types d'**habitat[†]** dans la région sahélienne, quatre étapes successives de réhabilitation traditionnelle du sol par le système Zai dans la région sub-sahélienne, quatre différents habitats avec une pression anthropique croissante dans la région Nord-Soudanienne et le Parc National dans la région Sud-Soudanienne. Le nouveau Protocole d'Evaluation Rapide PER a été appliqué pour l'évaluation combinée et normalisée des communautés de termites et de fourmis. De plus, des méthodes d'échantillonnage supplémentaires et une collecte manuelle ont été utilisées pour établir une liste récapitulative des espèces. Voir chapitre 10 sur les méthodes pour plus d'informations sur le protocole d'échantillonnage.

Therefore, twelve study sites were chosen along the climatic gradient existing in Burkina Faso to characterize the termite and ant communities: Three **habitat[†]** types in the Sahelian zone, four succession stages of the traditional soil rehabilitation system Zai in the Sub-Sahelian zone, four different habitats with increasing anthropogenic pressure in the North-Soudan region and a National Park in the South-Soudan region. The newly devised rapid assessment protocol RAP was applied for the combined and standardized assessment of termite and ant communities. Furthermore the additional sampling methods baiting and hand-collection were used to complete the species checklists; refer to method chapter 10 for further information of the sampling protocol.

ANT DIVERSITY ALONG CLIMATIC AND LAND-USE GRADIENTS

In total, 84 ant species (belonging to 27 different genera and 9 sub-families) were collected during the rainy seasons of 2004 to 2007. Our results revealed several indicator species which seem to be characteristic for different climatic regions as well as for land-use types. On the other hand we also found less

DIVERSITE DES FOURMIS LE LONG DES GRADIENTS CLIMATIQUES ET D'UTILISATION DES TERRES

Au total, 84 espèces de fourmis (appartenant à 27 genres différents et à 9 sous-familles) ont été répertoriées pendant la saison des pluies entre 2004 et 2007. Nos résultats révélèrent de nombreuses espèces indicatrices qui semblent caractériser aussi bien les différentes zones climatiques que les types d'utilisation des terres. En outre, moins d'espèces spécifiques ont été découvertes sur chaque site le long de tout le gradient climatique.

Un aperçu du nombre de genres de fourmis trouvées par sous-famille sous des régimes climatiques différents au Burkina Faso est illustré dans la figure 6.68. Chaque colonne du diagramme représente un type d'utilisation des terres (site de l'étude) et chaque couleur une sous-famille de fourmis. Le côté gauche du diagramme commence avec le gradient climatique du Burkina Faso puis le diagramme indique successivement ceux des sites d'étude au Sahel, au Sud-Sahel vers la région du Nord-Soudanienne et se termine avec la région du Sud-Soudanienne de l'autre côté du diagramme. Le faible nombre de genres et de sous-familles (encadré en rouge) n'est pas, comme on l'aurait espéré, caractéristique de la région du

Sahel en général, mais des régions ayant à faible **hétérogénéité** de l'habitat, ex : sol dégradé dans le Sud-Sahel, champs de coton dans la région Nord-Soudanienne.

DIVERSITE DES TERMITES LE LONG DES GRADIENTS CLIMATIQUES ET SELON L'UTILISATION DES TERRES

En ce qui concerne les termites, 57 (morpho-) espèces appartenant à 20 genres différents et 4 groupes fonctionnels (GF) ont été répertoriés pendant la saison des pluies entre 2004 et 2007. De nombreuses espèces indicatrices ont été identifiées, qui semblaient caractériser aussi bien les différentes régions climatiques que les types d'utilisation des terres. En outre, nous avons trouvé des espèces moins spécifiques à chaque site le long de tout le gradient climatique.

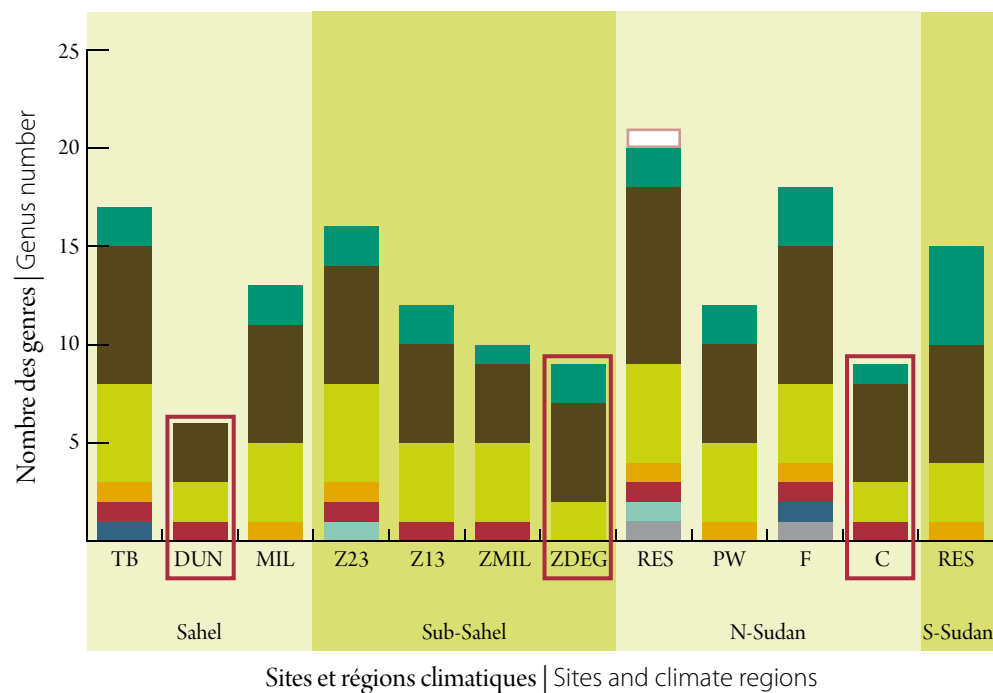
GROUPES TROPHIQUES

Nous avons classifié les termites selon leur spectre alimentaire en quatre groupes trophiques [102] : **humivores**, **xylophages**, **fourragers** et champignonistes.

■ Humivores (mt) : ceux qui se nourrissent de terres et d'humus,

Fig. 6.68: Nombre de genres de fourmis découvertes par sous-familles dans tous les sites de l'étude le long du gradient climatique au Burkina Faso. Les boîtes rouges indiquent les sites ayant le moins de diversités. Sites de l'étude de Gauche à Droite : FT = Brousse tigrée, DUN=dunes de sable, MIL= champs de mil, Z23= Forêt Zaï de 23 ans, Z13= Forêt Zaï de 13 ans, ZMIL= champs de mil (pratique Zaï), ZDEG= sol dégradé, RES=Réserve de chasse de Parma (N-Soudan), PW=Zone de pâturage, F=Sol en jachère, C=Champs de coton, RES=Réserve de Bontoli (S-Soudan).

Numbers of ant genera found per sub-family in all study sites along the climatic gradient in Burkina Faso. Red boxes indicate the sites with lowest diversities. Study sites from left to right; TB=tiger bush, DUN=sand dunes, MIL=millet field, Z23=23 yrs old Zaï forest, Z13=13 yrs old Zaï forest, ZMIL=millet field (Zaï practice), ZDEG=degraded land, RES=Game Reserve of Pama (N-Soudan), PW= pasture area, F=fallow land, C=cotton field, RES=Bontoli reserve (S-Soudan).



Proceratiinae
Ponerinae
Myrmicinae

Formicinae
Dorylinae
Dolichoderinae

Cerapachyinae

Amblyoponinae

Aenictinae

de sols minéraux ou de bois pourris ayant perdu leurs structures initiales et transformés en terre (Fig. 6.69 & 6.70).

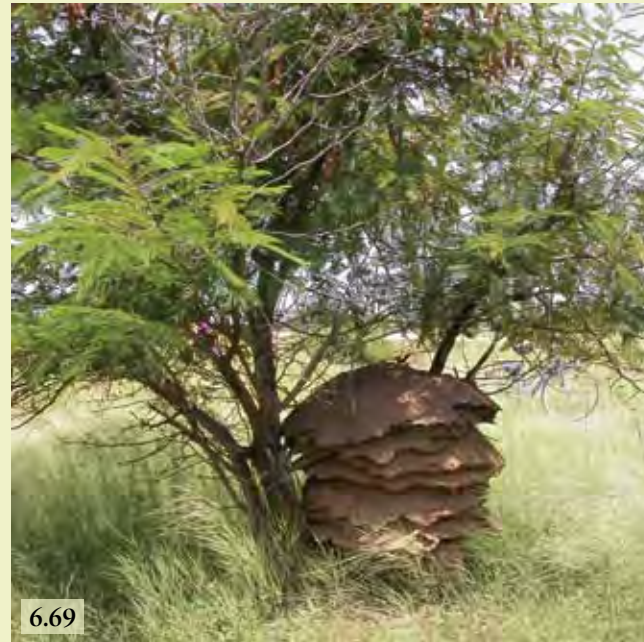
- Xylophages (mb) : qui se nourrissent de bois (Fig. 6.71).
- Fourragers (mh) : qui se nourrissent d'herbes (également connus sous le nom de termites moissonneurs) vivent dans l'herbe (Poaceae) (Fig. 6.73 et 6.74).
- Champignonistes (pc) : les termites cultivateurs de champignons récoltent toute une gamme d'éléments végétaux pour faire des cultures **fongiques**². (Genres *Termitomyces*, *Basidiomycotine*). Les champignons poussent dans les termitières, structures construites par les termites faites de litière végétale récoltée, plus connues sous le nom de crêtes de champignons. Ces crêtes de champignons qui se trouvent généralement dans les substrats de plantes ayant été dégradés par les champignons, sont consommées. Voir « Bloc de Connaissances » et photos pour plus d'informations (Fig. 6.75 et 6.76).

Un aperçu du nombre de genres trouvé par groupe fonctionnel sous différents climats et régimes de perturbation au Burkina Faso est illustré dans la figure 6.72. Chaque colonne du diagramme représente un type d'utilisation des terres (site de l'étude), et chaque couleur un groupe trophique. Comme dans la figure 6.68, le

specialized species which occurred in every study site along the whole climatic gradient.

An overview of the ant genus number found per sub-family under different climate and disturbance regimes in Burkina Faso is illustrated in figure 6.68. Each column in the diagram represents a land-use type (study site), each colour an ant sub-family. The climatic gradient found in Burkina Faso starts on the left side of the diagram with the study sites in the Sahel, leading over the Sub-Sahel to the North-Soudan zone and ending with the South-Soudan zone on the right side of the diagram.

Lowest numbers of genera and sub-families (indicated by red boxes) are not - as it might be expected - characteristic for the Sahel region in general, but for areas with very low habitat-heterogeneity², e.g. the sand dunes in the Sahel, and for areas which are heavily impacted by humans, e.g. the degraded land in the Sub-Sahel and the cotton fields in the North-Sudanian zone.



6.69



6.70



6.71

Fig. 6.69: Monticule *Cubitermes* (humivores) à 60 km au Nord de Ouagadougou.

Cubitermes mound (Soil feeders) at 60 km north of Ouagadougou. DKA

Fig. 6.70: Monticule *Cubitermes* (humivores) dans la réserve de Bontoli.

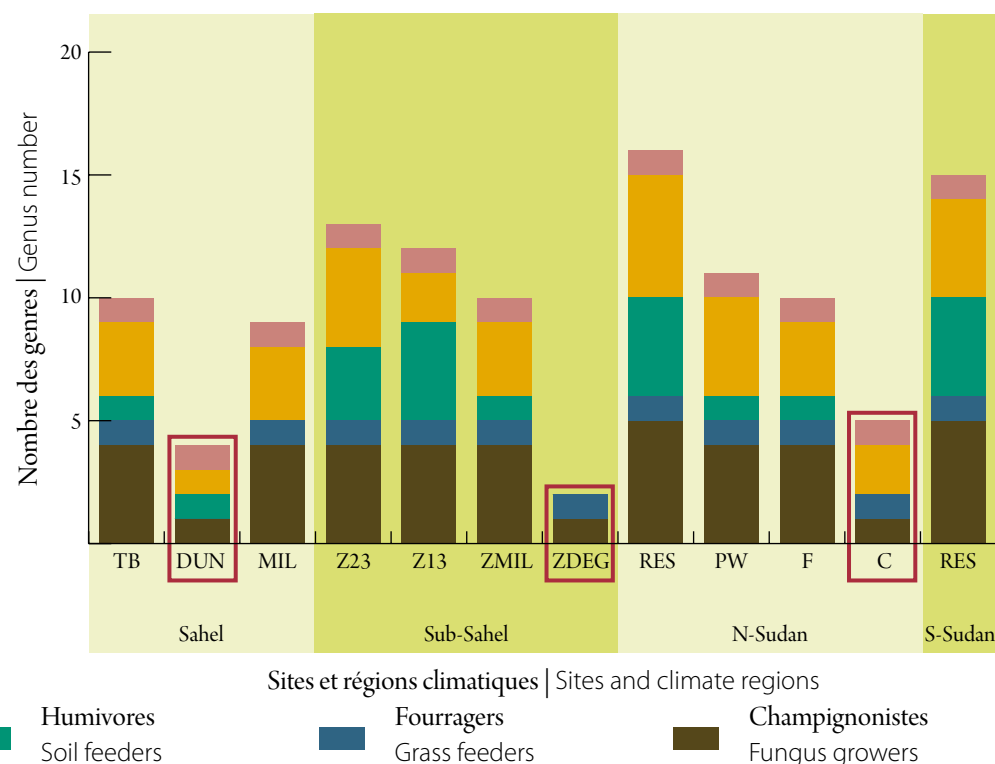
Cubitermes mound (Soil feeders) in the Bontoli Reserve. DKA

Fig. 6.71: Ouvriers *Microcerotermes* (xylophages).

Microcerotermes workers (Wood feeders). DKA

Fig. 6.72: Nombre de genres de termites trouvés par groupe fonctionnel dans tous les sites d'études le long du gradient climatique au BF. Les boîtes rouges indiquent certains sites ayant les plus petites diversités (pour les abréviations, voir Fig. 6.68).

Numbers of termite genera found per functional group in all study sites along the climatic gradient in Burkina Faso. Red boxes are indicating the sites with lowest diversities (for abbreviations see Fig. 6.68).



TERMITE DIVERSITY ALONG CLIMATIC AND LAND-USE GRADIENTS

For termites, 57 (morpho-) species belonging to 20 different genera and 4 functional groups (FG) were collected during the rainy seasons of 2004 to 2007. As for ants, several indicator species have been identified which seem to be characteristic for different climatic regions as well as for land-use types. On the other hand, we also found less specialized species which occurred in every study site along the whole climatic gradient.

FUNCTIONAL GROUPS

We classified all termites according to their food spectrum in four functional groups [102]: **soil feeder**[?], **wood feeder**[?], **grass feeder**[?] and **fungus grower**[?].

- Soil feeder (sf): Soil feeders feed on humus, mineral soil, or on extremely decayed wood that has lost its structure and became soil-like (Fig. 6.69 & 6.70).
- Wood feeder (wf): Wood feeders consume wood (Fig. 6.71).
- Grass feeder (gf): Grass feeders (also known as harvester termites) subsist on grass (Poaceae) (Fig. 6.73 & 6.74).
- Fungus grower (fg): Fungus growing termites collect a

whole range of plant material to cultivate **fungal**[?] crops (genus *Termitomyces*, *Basidiomycotina*). The fungus grows in chambers within the termite nest on structures built by the termites on a medium of harvested plant litter, known as fungus comb. These fungus combs are continuously provided with plant substrates whereas older parts, which have been well degraded by the fungus, are consumed. See box and photos for further information (Fig. 6.75 & 6.76).

An overview of the genus number found per functional group under different climate and disturbance regimes in Burkina Faso is illustrated in figure 6.72. Each column in the diagram represents a land-use type (study site), each colour a functional group. As in figure 6.68, the climatic gradient existing in Burkina Faso is starting on the left side of the diagram in the North (Sahel) and ending in the South on the right side of the diagram (South-Soudan).

The situation we found is very similar to that of ants: lowest numbers of genera and functional groups (indicated by red boxes) are found in areas with very low habitat-heterogeneity, the sand dunes in the Sahel, and in areas which are heavily impacted by humans, the degraded land in the Sub-Sahel and the

gradient climatique existant au Burkina Faso commence du côté gauche du diagramme dans le Nord (Sahel) et se termine dans le Sud du côté gauche du diagramme (Sud Soudan).

La situation que nous avons trouvée est très similaire à celle des fourmis: on trouve dans les régions ayant une très faible hétérogénéité de l'habitat le nombre le plus bas de gènes et de groupes trophiques (encadré en rouge), également dans les dunes de sable au sahel, et dans les zones grandement affectées par les humains, au Sud du Sahel où le sol est très dégradé et dans les champs de coton du Nord-Soudanienne (Fig. 6.72).

Toutefois, plus d'informations concernant les groupes fonctionnels peuvent être tirées du diagramme.

- Les Champignonistes sont bien représentés dans tous les habitats étudiés le long du gradient climatique, soulignant une très grande capacité d'adaptation et l'implantation particulièrement importante de ce groupe trophique dans les régions sémi arides.
- Dans la zone climatique, on ne remarque plus de groupes trophiques dans les zones grandement affectées: par exemple, les humivores dans les champs de coton (N-Soudanienne) ou encore les humivores et les xylophages dans les terres stériles (Sud -Sahel). Pour l'heure, fourragers sont présents dans les

cotton fields in the North-Soudan (Fig. 6.72).

However, more information concerning the functional groups can be drawn from the diagram:

- Fungus growers are well represented in all habitats studied along the climatic gradient, highlighting the enormous adaptability and success of this functional group in semi-arid areas.
- Within a climate zone whole functional groups are missing in heavily impacted areas. For example, soil feeders are missing in the cotton fields (N-Soudan) and, neither soil feeders nor wood feeders are found in the degraded barren land (Sub-Sahel). Actually, even no grass feeders were present in the degraded land; the grass feeders found had been actively attracted with hay, however to a single marginal hay quadrat only.
- Soil feeders are most diverse in near natural systems (reserves in the South- and North-Soudan zone) and in the reforested sites of the traditional habitat restoration System Zaï (Sub-Sahel). Therefore, soil feeders seem to be suited as indicator group for habitat health.



6.73



6.74



6.75



6.76

Fig. 6.73: Monticules *Trinervitermes* dans la réserve de Bontiolli (xylophages).

Trinervitermes mound in Bontiolli reserve (Grass feeder). DKA

Fig. 6.74: Individus *Trinervitermes* (xylophages).

Trinervitermes individuals (Grass-feeder). DKA

Fig. 6.75: *Microcerotermes* sur du bois (xylophages).

Microcerotermes on wood (Fungus-grower). DKA

Fig. 6.76: Individus *Odontotermes* (xylophages).

Odontotermes individuals (Fungus grower). DKA

terres dégradées; les fourragers trouvés sont particulièrement attirés par le foin, mais seulement un foin marginal réduite au carré.

- Les humivores sont plus divers près des systèmes naturels (réserves dans les régions du Sud et Nord Soudan) et dans les sites reboisés du système Zai de restauration de l'habitat traditionnel (Sud-Sahel). Ainsi, les humivores semblent être un groupe d'indicateurs appropriés pour la santé de l'habitat.

TENDANCE DE LA DIVERSITE DES TERMITES DANS LES DIFFERENTS GRADIENTS D'INTENSIFICATION DE L'UTILISATION DU SOL (IUS)

Deux systèmes agricoles opposés ont été choisis pour l'évaluation des communautés de termites dans les gradients d'IUS:

- Le type d'agriculture conventionnelle dans la région Nord-soudanienne, commençant dans les systèmes quasi naturels (Réserve RES), puis continuant dans les régions ayant connu un effet croissant, c'est-à-dire d'abord les régions de prairies (PW; exclusivement utilisées comme zones de pâturage du bétail depuis 15 ans) et enfin, les zones en jachère (F; jachère pendant la troisième année) et le site le plus perturbé (champs de coton C;

TREND OF TERMITE DIVERSITY ALONG DIFFERENT LAND-USE INTENSIFICATION (LUI) GRADIENTS

Two contrasting agricultural systems were chosen for the assessment of termite communities along LUI gradients:

- The conventional agriculture type in the North-Soudan zone, starting in the near-natural system (reserve RES), coming to the areas with increasing human impact, i.e. firstly the pasture area (PW; exclusively used for grazing cattle since 15 yrs) and secondly the fallow land (F; fallow in the 3rd yr), and ending in the most disturbed site (cotton fields C; with intensive use of insecticides and **pesticides**² in the 2nd yr).
- And, vice versa, the traditional agriculture and restoration type in the Sub-Sahel, starting in degraded barren land (ZDEG), coming to the millet-fields (ZMIL to agricultural Zai) and ending in reforestation sites of different age (Z13, Z23 to forestry Zai).

Conventional agriculture

Quite obvious is the trend of decreasing genus diversity along the disturbance gradient in the conventional agriculture type: The diversity of termite communities is highest in the reserve

avec une utilisation intensive des insecticides et des **pesticides**² au cours de la deuxième année).

- Inversement, l'agriculture traditionnelle et le type de restauration dans le Sud-Sahel, commençant par les terres stériles dégradées (ZDE'), se poursuivant par les champs de mil (ZMIL à Agriculture Zai) et se terminant par les sites de déboisement de différents âges (Z13, Z23 à Foresterie Zai).

Agriculture Conventiennelle

La diversité des communautés de termites est grande dans la réserve où l'action humaine est restreinte, et régulièrement décroissante quand l'action humaine augmente (zone de pâturage à terres en jachère à champs de coton).

Pour affirmer la tendance de baisse de la diversité observée avec la pression anthropique croissante, il serait intéressant d'évaluer également la diversité des champs de mil ou de maïs, c'est-à-dire dans les champs en manque d'utilisation intensive des pesticides et insecticides.

with restricted human impact, and steadily decreasing with increasing human pressure (pasture land to fallow land to cotton fields).

To affirm the observed trend of decreasing diversity with increasing human pressure, it would be interesting to additionally assess the diversity in millet or maize fields, i.e. in agricultural fields lacking the intensive use of pesticides and insecticides.

Traditional agriculture

By contrast, very promising results were gathered in the sustainable agriculture, the traditional restoration system Zai. It appears that the negative trend, i.e. the loss of diversity in termite communities with increasing anthropogenic pressure apparent in the conventional agriculture, seems to be reversible – provided that a "source", a certain form of "diversity island" acting as an initial source for the termite resettlement, is still present in the region to be restored. However, the question remains to be answered how distant sources can be resettled in an area when conditions have improved.

Agriculture Traditionnelle

À contrario, des résultats prometteurs ont été obtenus en Agriculture durable, le système Zaï de restauration traditionnelle. Il se peut que la tendance négative, c'est-à-dire la perte de la diversité des communautés de termites avec une pression anthropique croissante apparente en Agriculture conventionnelle, paraisse

irréversible – à condition qu'une « source », une certaine forme « d'île aux diversités » agissant comme une source initiale pour le repeuplement des termites, soit encore présente dans les régions devant être restaurées. Toutefois, la question demeure de savoir à quelle distance les sources peuvent être, pour repeupler une zone lorsque les conditions s'améliorent.

Les Champignonistes

Dorkas KAISER

Les Champignonistes construisent des réseaux de tunnels de butinage et de larges monticules (*Macrotermes*) ou chambres souterraines (*Odontotermes*), généralement situés à 25-50 cm de la surface du sol mais peuvent descendre plus profondément pour trouver des matériaux riches en argile utilisés pour construire des structures complexes, chambres autonomes [103]. Ils récoltent de larges quantités d'éléments végétaux d'origines diverses pour leurs cultures **fungiques**[?]. (Genres *Termitomyces*, *Basidiomycotina*). Les champignons poussent dans les chambres des termitières, sur des structures construites par les termites faites de litière végétale récoltée, plus connue sous le nom de crête de champignon [104]. Ces crêtes de champignons, qui se trouvent généralement dans les substrats de plantes ayant été dégradées par les champignons, sont collectées par les termites ouvriers et données à la reine et aux soldats comme nourriture. À cause de leurs larges **mandibules**[?] qui sont également des armes puissantes, capables de découper les peaux de certains **vertébrés**[?], les soldats ont perdu leur capacité à se nourrir par eux-mêmes et doivent être nourris par les ouvriers. Les monticules de planteurs de champignons sont construits pour offrir aux champignons des conditions de croissance optimales. Toute l'année, on y trouve une température constante de la chambre (ex: 30 °C pour les *Macrotermes bellicosus*) avec un taux d'humidité proche de la saturation. La culture des champignons a permis aux termites de champignons de devenir l'un des groupes de décomposition les plus importants des tropiques d'Afrique. Dans les zones peu pluvieuses comme dans la zone d'étude, ils font partie des organismes de décomposition les plus prédominants.

Fungus-growing termites

Fungus-growing termites construct elaborate foraging tunnel networks and either large mounds (*Macrotermes*) or subterranean nests (*Odontotermes*), mostly within 25-50 cm of the soil surface, but frequently venture to deeper horizons to gather clay-rich material used to construct the complex, self-supporting nest structures [103]. They collect large quantities of plant material from different origins to cultivate **fungal**[?] crops (genus *Termitomyces*, *Basidiomycotina*). The

DKA

fungus grows enclosed in chambers within the termite nest on structures built by the termites, on a medium of harvested plant litter known as fungus comb [104]. These fungus combs are continuously provided with plant substrates whereas older parts that have been well degraded by the fungus are consumed by the worker cast and fed to the queen and the soldiers. Due to the enlargement of the **mandibles**[?] into powerful weapons, even able to cut through the skin of **vertebrates**[?], the soldier cast has lost the ability to eat independently; they have to be fed by the worker cast. The mounds of fungus-growers are constructed to offer optimal growth conditions for the fungus: all year-round a constant nest temperature (e.g. 30 °C for *Macrotermes bellicosus*) and humidity near saturation. Cultivating **fungi**[?] has allowed fungus growing termites to become one of the most important decomposer groups in the Old World tropics. In areas of low annual rainfall, as in the study area, they even represent the predominant decomposer organisms.



6.24

Les termites ailés : une source insoupçonnée de valeurs nutritives

Philippe BAYEN
Alexis BAKOANE
Adjima THIOMBIANO

Les termites sont des **insectes sociaux**⁷ appartenant à l'ordre des Isoptères et à la famille des Termitidae. Dans ce groupe d'insectes, seuls les termites ailés assurent la reproduction. Pour ce faire, ils se débarrassent d'abord de leurs ailes puis s'enfouissent dans le sol pour former de nouvelles colonies. Les termites ailés font l'objet de capture au moment de leur vol nuptial au début de la saison des pluies (juin-juillet). Ce sont surtout les espèces ailées du genre *Macrotermes* (Fig. 6.77 & 6.78) qui sont récoltées pour la consommation humaine. On les consomme généralement grillés. Ils constituent une source importante de protéines et de lipides pour les populations et seraient même des mets de valeur pour les étrangers de marque dans les régions du Centre et au Centre-Ouest du Burkina Faso. Selon les normes de la FAO (1973), une consommation quotidienne de 100 g de termites couvrirait 21,5 % des besoins calorifiques chez l'Homme. Ils sont en outre vendus sur les marchés locaux

Winged termites: an unsuspected source of nutritional value

Termites are **social insects**⁷ belonging to the Isoptera order and the Termitidae family. In this group of insects, only winged termites ensure reproduction. To do this, they shed their wings and burrow into the soil to form new colonies. The winged termites are captured at the time of their nuptial flight at the beginning of the rainy season (June-July). They are mostly species of the *Macrotermes* genus (Fig. 6.77 & 6.78) which are collected for human consumption. They are generally eaten roasted. They constitute an important source of proteins and lipids for the people and are served as a dish of honour for distinguished guests in the Central and Central-Western regions of Burkina Faso. According to FAO standards (1973), a daily consumption of 100 g of termites cover 21.5 % of a human's calorie requirements. They are also sold in the local markets by women and

par les femmes et les enfants et cela est particulièrement remarquable en période favorable sur l'axe Ouagadougou-Koudougou. Ailleurs dans le monde, on extrait de ces termites ailés une huile précieuse qui est prise au même titre que l'huile d'olive.

Dans la chaîne **trophique**⁷, les termites ailés constituent une source énergétique importante pour certains animaux comme les reptiles, les oiseaux et les chauves-souris.

Les reines des termitières sont recherchées pour leurs vertus thérapeutiques (fécondité et virilité) et pour leurs valeurs nutritives.

Au regard de leur importance socio-économique, de leurs valeurs nutritionnelles et thérapeutiques, les *Macrotermes* ailés occupent une place très importante dans les communautés africaines. Face aux différents aléas engendrant la **dégradation**⁷ des termitières et des termites, il convient de mener une réflexion approfondie sur les stratégies de conservation et de valorisation de ces insectes qui contribuent à réduire la malnutrition et la pauvreté au niveau des populations rurales.

children, particularly noticeable during the favourable period along the main Ouagadougou-Koudougou axe.

Elsewhere in the world, precious oil – prized on a par with olive oil – is extracted from these winged termites.

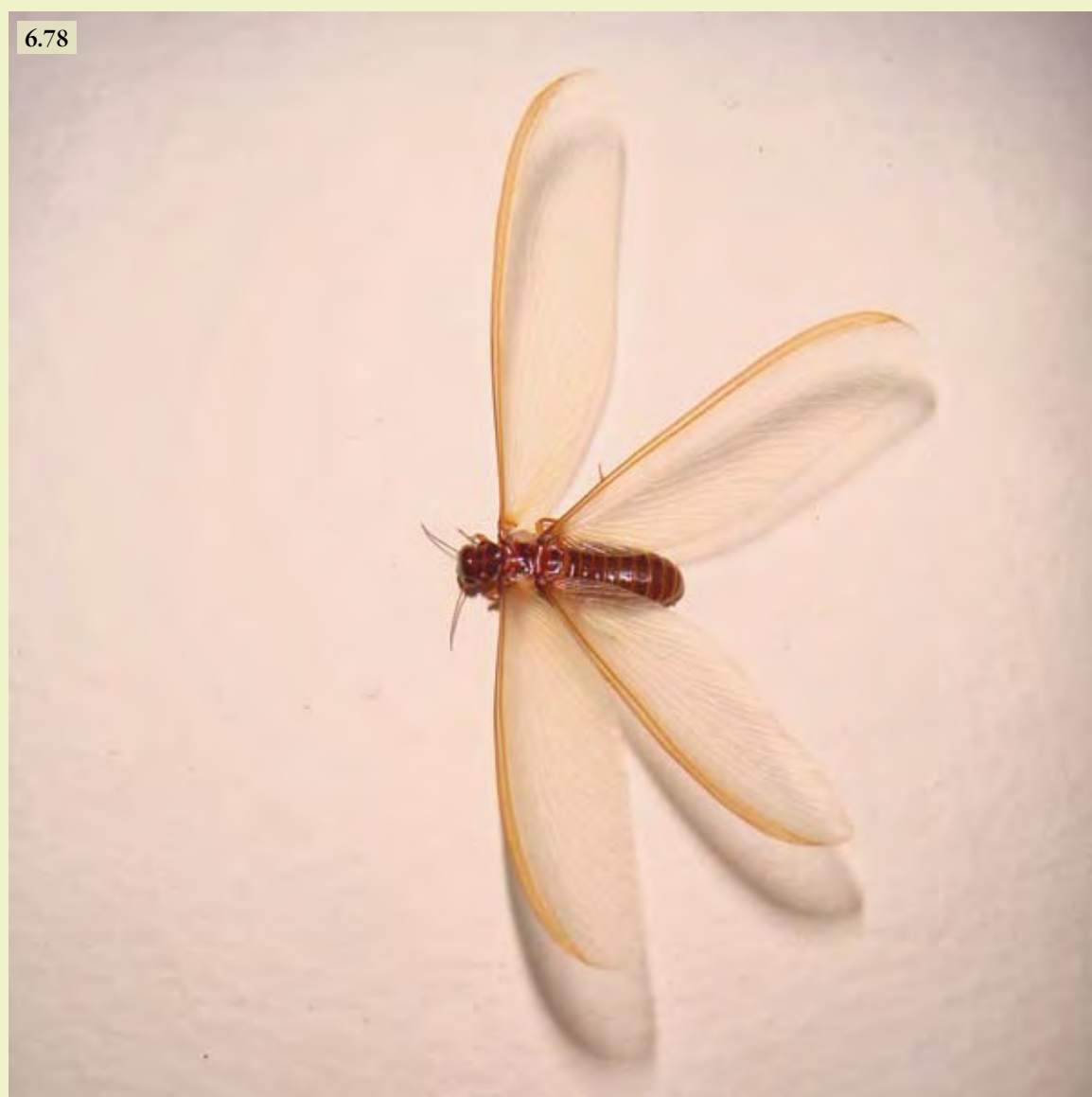
In the **food chain**⁷, winged termites represent an important source of energy for certain animals such as reptiles, birds and bats.

The termite queens are sought for their therapeutic properties (fertility and virility) and for their nutritional value.

In view of their socioeconomic, nutritive and therapeutic values, winged *Macrotermes* occupy a significant place in African communities. On account of the various uncertainties resulting in the **degradation**⁷ of termite nests and termites themselves, some thorough thinking needs to be done on strategies regarding the conservation and enhancement of these insects of value which help to reduce malnutrition and poverty in the rural populations.



6.77



6.78

Fig. 6.77: Termites ailés. |
Winged termites. DKA

Fig. 6.78: Un seul termite ailé. |
One winged termite. ATH

6.25

L'Abeille domestique (*Apis mellifera adansonii* Latreille) et son importance

Issa NOMBRE

Insecte social vivant en colonie, il appartient à l'Embranchement des **Arthropodes**[?], Classe des Insectes, Ordre des Hyménoptères, Famille des Apidae supérieurs, Genre *Apis*, Espèce *Apis mellifera*. C'est la Race (ou sous espèce) *Apis mellifera adansonii* Latreille qui est rencontrée au Burkina Faso et son aire de distribution s'étend du Sahara jusqu'au Kalahari. De petite taille, jaunâtre, bonne travailleuse, elle est cependant très agressive. La reine est légèrement plus grande que les ouvrières.

IMPORTANCE

L'abeille est considérée comme un insecte « d'utilité publique » car elle intervient dans la **pollinisation**[?] de nombreuses espèces végétales et contribue de ce fait à la conservation de la **biodiversité**[?] en générale et de la **phytodiversité**[?] en particulier. Les abeilles sont

quelquefois utilisées pour assurer une bonne production agricole et fruitière dans certaines parties du monde.

Les abeilles à travers les produits de la ruche (miel, pollen, gelée royale, cire, propolis) constituent des sources de revenus monétaires contribuant à la lutte contre la paupérisation du monde rural. Ces produits sont utilisés aussi bien dans l'alimentation, le cosmétique et dans le traitement de certaines maladies. Dans ce dernier cas cela a donné naissance à une science émergente appelée « apithérapie ».

Sur le plan composition chimique, le miel est constitué d'eau (16 à 20 %) et est à dominance de glucides (78 à 80 %) dont les principaux sont le fructose, le glucose et le saccharose. On note quelques traces de sels minéraux.

Le miel est un aliment énergétique (100 g de miel apporte 300 calories) doté de propriétés antianémique, antiseptique, diurétique, émoulliente, laxative et sédative. Il est indiqué dans les traitements de l'asthénie (état de fatigue), de l'anorexie (manque d'appétit), de retard de croissance, des affections ORL et de maladies bronchiques (toux). Il facilite le travail du cœur, améliore le transit intestinal et calme le nervosisme.

Honeybee (*Apis mellifera adansonii* Latreille) and its importance

A social insect living in colonies, it belongs to the **Arthropod**[?] Phylum, Insect Class, Hymenoptera Order, Superfamily of Apidae, genus *Apis*, species *Apis mellifera*. It is the *Apis mellifera adansonii* Latreille race (or subspecies) which is found in Burkina Faso, the extent of its distribution is from the Sahara to the Kalahari. It is a small, yellow, good worker, but it is very aggressive. The queen is slightly larger than the workers.

IMPORTANCE

The bee is an insect considered of „public interest" because it acts as **pollinator**[?] for many plant species and thereby contributes to the conservation of **biodiversity**[?] in general and **phyto-diversity**[?] in particular. The bees are sometimes used to ensure good crop production and fruit production in some parts of the world. Hive products (honey, pollen, royal jelly, wax, propolis)

are a source of monetary income which contributes to the fight against poverty in the rural world. These products are also used in food, cosmetics and in the treatment of certain diseases. The latter case has given rise to an emerging science called "Apitherapy". The chemical composition of honey is made up of water (16 to 20 %) with a predominance of carbohydrates (78 to 80 %) of which the main ones are fructose, glucose and saccharose. Some traces of mineral salts can be noted.

Honey is an energy food (100 g of honey supplies 300 calories) with anti-anaemia, antiseptic, diuretic, emollient, laxative and sedative properties. It is used in the treatment of asthenia (state of fatigue), anorexia (eating disorder), delayed growth, ORL afflictions and bronchial diseases (coughs). It eases the work of the heart, improves intestinal flow and calms the nerves.

Modern beekeeping has developed in Burkina Faso with the implementation of the FAO/PNUD/Government in 1987. Many centres of production and/or conditioning honey, Groups and Associations of honey producers have emerged. Modern and/or traditional hives have been installed in many forest developments for the production of honey, which is the best known and most valued product.

L'apiculture moderne s'est développée au Burkina Faso avec l'exécution du projet FAO/PNUD/Gouvernement en 1987. De nombreux centres de production et/ou de conditionnement du miel, des Groupements et Associations de producteurs de miel ont vu le jour. Dans de nombreuses formations forestières sont installées des ruches modernes et/ou traditionnelles pour la production du miel qui est le produit le plus connu et le plus valorisé.

Les données statistiques sur la production de miel au niveau national restent faibles. Cependant il existe une structure faîtière « Union Nationale des Apiculteurs du Burkina » qui regroupe l'ensemble des apiculteurs du Burkina Faso.

L'apiculture relève de deux ministères, le Ministère de l'Élevage et celui de l'Environnement et du Cadre de Vie qui a créé une Agence Générale des Produits Forestiers Non Ligneux⁷.

Activité génératrice de revenus, l'apiculture rencontre de nos jours des difficultés liées à l'utilisation des pesticides⁷ dans la culture du coton, à la destruction des formations végétales et à la non structuration du secteur apicole.

Statistical data on the production of honey on a national level remain low. However, there is a major organization, the "National Union of Beekeepers of Burkina", which brings all the beekeepers in Burkina Faso together.

Beekeeping is under two ministers, the Minister for Farming and the Minister for Environment and Life Quality which has established a General Agency of Non-Timber Forest Products.

Income generating activities by beekeeping nowadays comes across difficulties associated with the use of pesticides⁷ in the cultivation of cotton, the destruction of plant formations and the lack of organization of this sector.



6.79

Fig. 6.79: Abeilles butinant une inflorescence de *Combretum collinum*.

Bees gathering on an inflorescence from *Combretum collinum*. ATH

Fig. 6.80: Rucher installé sous des tamariniers (*Tamarindus indica*).

Apiary set up under tamarind (*Tamarindus indica*). INO



6.80

LES CHAMPIGNONS SUPERIEURS

6.26 Les champignons superieurs

K. Marie Laure SOUGOTI-GUISSOU

Les **champignons**⁷ sont des organismes apparentés aux végétaux mais qui s'en distinguent par un certain nombre de caractères notamment leur mode de nutrition non **photosynthétique**⁷. Les **mycologues**⁷ classent les champignons dans un règne à part, celui des Mycètes. Les champignons présentent des formes de vie variées. Les plus simples sont **microscopiques**⁷ tandis que les plus complexes sont **macroscopiques**⁷ et **pluricellulaires**⁷. De nombreuses espèces de champignons sont des organismes **saprophytes**⁷ assurant la décomposition de la matière organique morte, animale et végétale, de déchets de toutes sortes, et participant ainsi activement à la formation de l'humus. Nombreux sont aussi les champignons qui, en s'attaquant à la matière vivante elle-

même, sont responsables de maladies plus ou moins graves, appelées **mycoses**⁷, chez les animaux ainsi que l'Homme et les végétaux. Les sols constituent le milieu naturel de très nombreux champignons saprophytes. Ils constituent également un réservoir pour les champignons **parasites**⁷ infectant animaux et plantes. Certains champignons se nourrissent de proies animales microscopiques telles que les amibes et certains petits vers. D'autres vivent en symbiose avec une **algue unicellulaire**⁷. Presque tous les champignons supérieurs forment des associations avec les racines des plantes appelées **mycorrhizes**⁷.

Le Burkina Faso, situé dans la zone sahélo soudanienne, ne dispose pas de vastes formations forestières. De plus, ces formations disparaissent à une vitesse inquiétante ; seuls quelques îlots, en particulier les forêts classées et les parcs nationaux, subsistent encore. Dès lors, un problème se pose avec la disparition des forêts qui engendre celle d'importants groupes de champignons. Les études portant sur les champignons macroscopiques sont encore embryonnaires au Burkina Faso. Face à la rareté, voire l'inexistence de travaux sur les champignons d'Afrique de l'Ouest et plus particulièrement au Burkina Faso, un inventaire **systématique**⁷ des **Macromycètes**⁷ devient une préoccupation.

MACROSCOPIC FUNGI

Macroscopic fungi

Fungi⁷ are organisms differing from plants mainly by their non-heterotrophic mode of nutrition. They are placed in the kingdom of Mycetes. There are various types of fungi. The most simple are **microscopic**⁷, whereas the more complex are **macroscopic**⁷ and **multicellular**⁷.

Several fungi species are saprophytic organisms which ensure the decomposition of dead organic matter, animal and plant, and all sorts of waste. They participate actively in the formation of humus. Numerous fungi are also responsible for human and plant diseases called **mycosis**⁷. Soils are the natural environment of many saprophytic fungi. They also constitute a reservoir for **parasitic**⁷ fungi which infect animals and plants. Certain

fungi feed on microscopic animals such as amoeba and certain small worms. Others live in symbiosis with **unicellular**⁷ algae⁷. Almost all macroscopic fungi form associations with plant roots called **mycorrhiza**⁷.

Burkina Faso, situated in the Sahelo-Sudanian zone, does not possess vast forest **ecosystems**⁷. In addition, these forests are disappearing rapidly; today, forests only occur in national reserves. Consequently, with the problem of disappearing forests, same thing is happening to important mushroom groups. Studies relating to macroscopic mushrooms are still embryonic Burkina Faso. Faced with the low level or even non-existence of research on the mushrooms of West Africa, and more particularly in Burkina Faso, a **systematic**⁷ inventory of the **Macromycetes**⁷ is becoming an issue.

METHODOLOGY

In Burkina Faso, in the first mycological investigation, a giant edible **boletus**⁷ (*Phlebopus sudanicus*) was recorded in the west of the country [105]. Then the sclerodermas in the south-west of Burkina Faso were studied [106]. Further studies on the Macrofungi will complete the data gap on Macrofungi in Burkina

METHODOLOGIE

Au Burkina Faso, la première investigation mycologique a permis de recenser un **bolet**⁹ gigantesque comestible (*Phlebopus sudanicus*) à l'Ouest du pays [105]. Puis, les sclérodermes dans le sud-ouest du Burkina Faso ont été étudiés [106]. D'autres travaux portant sur les macromycètes viendront compléter le déficit de données sur les champignons macroscopiques du Burkina Faso [107]. Dans une étude de champignons supérieurs, la première étape consiste à effectuer une prospection d'ensemble en vue d'identifier les zones potentielles et les périodes propices. Les sorties de collectes sont par la suite effectuées. Les champignons repérés sont récoltés par le pied en les déterrants soigneusement à l'aide d'un couteau, de façon à recueillir l'ensemble des caractères indispensables à la reconnaissance de l'espèce. Ainsi, les caractères fugaces de l'espèce à savoir : la présence de flocons, de restes de voile, de pruine ou d'écaillés ou toute autre ornementation sont observés, décrits et notés. Le substrat, c'est-à-dire l'endroit où le champignon a été récolté est noté. Une photographie de l'échantillon est faite sur le terrain ou à défaut, une esquisse de schéma. Il est souvent nécessaire de recouvrir les échantillons collectés de feuilles fraîchement coupées pour les protéger du soleil et pour éviter le frottement des échantillons les uns

Tab. 6.26: Diversité taxonomique des Champignons macroscopiques du Burkina Faso. | Taxonomic diversity of the macroscopic Mushrooms of Burkina Faso.

Famille	Genres	Nombre d'espèces
Family	Genera	Number of species
Agaricaceae	<i>Agaricus</i>	5
	<i>Amanita</i>	2
	<i>Chlorophyllum</i>	1
	<i>Leucocoprinus</i>	1
	<i>Podaxis</i>	1
Bolbitiaceae	<i>Hebeloma</i>	1
Clavariaceae	<i>Clavaria</i>	1
Coprinaceae	<i>Coprinus</i>	1
	<i>Psathyrella</i>	1
Entolomataceae	<i>Clitopilus</i>	1
Lycoperdaceae	<i>Calvatia</i>	2
	<i>Pisolithus</i>	2
Marasmiaceae	<i>Marasmius</i>	2

Famille	Genres	Nombre d'espèces
Family	Genera	Number of species
Pluteaceae	<i>Volvariella</i>	2
	<i>Schizophyllum</i>	1
Schizophyllaceae	<i>Asproinocybe</i>	1
	<i>Calocybe</i>	1
Tricholomataceae	<i>Crinipellis</i>	1
	<i>Macrocybe</i>	1
	<i>Termitomyces</i>	6
Tulostomaceae	<i>Tulostoma</i>	1
Boletaceae	<i>Boletus</i>	2
Boletinellaceae	<i>Phlebopus</i>	1
Gyroporaceae	<i>Rubinoboletus</i>	1
Sclerodermataceae	<i>Scleroderma</i>	2
Suillaceae	<i>Gymnopus</i>	1
Cantharellaceae	<i>Cantharellus</i>	1
Dacrymycetaceae	<i>Dacryopinax</i>	1
Hymenochaetaceae	<i>Inonotus</i>	2
	<i>Phellinus</i>	2
Phallaceae	<i>Itajahya</i>	1
Ganodermataceae	<i>Ganoderma</i>	3
Gloephyllaceae	<i>Gloephyllum</i>	1
Grammothellaceae	<i>Grammothele</i>	1
	<i>Podoscypha</i>	1
	<i>Coriolopsis</i>	1
	<i>Hexagonia</i>	4
	<i>Laetiporus</i>	1
Polyporaceae	<i>Lentinus</i>	3
	<i>Lenzites</i>	1
	<i>Microporus</i>	1
	<i>Polyporus</i>	1
	<i>Pycnoporus</i>	2
Auriculariaceae	<i>Auricularia</i>	1
Russulaceae	<i>Lactarius</i>	3
	<i>Russula</i>	7
Trichocomaceae	<i>Penicillioopsis</i>	1
	<i>Daldinia</i>	1
Xylariaceae	<i>Hypoxylon</i>	3
	<i>Xylaria</i>	12
Sarcoscyphaceae	<i>Cookeina</i>	1

contre les autres. En vue de recueillir des informations relatives à la comestibilité et à l'utilisation thérapeutique des champignons supérieurs collectés, des enquêtes basées sur des entretiens sont réalisées au cours des collectes de champignons.

La seconde étape après la collecte, porte sur l'identification des échantillons. La détermination des espèces est basée sur les descriptions morphologiques et observations microscopiques en utilisant des clés de détermination [108, 109, 110, 111].

DIVERSITÉ DES CHAMPIGNONS SUPÉRIEURS

Les inventaires systématiques ont permis de recenser 97 espèces de champignons réparties en 12 ordres, 32 familles et 68 genres (Tab. 6.26).

L'ordre des Agaricales est le plus représenté avec 15 familles dont celles des Agaricaceae, Polyporaceae et Tricholomataceae renferment le plus grand nombre de genres, suivies des Lycoperdaceae, des Xylariaceae et des Marasmiaceae. Les familles les plus représentatives comportent essentiellement des espèces saprophytes. Certaines familles ne sont représentées que par un seul genre. Ce sont les Bolbitiaceae, Clavariaceae, Entolomataceae, Schizophyllaceae, Boletinellaceae, Gyroporaceae, Suillaceae, Cantharellaceae,

Faso [107]. In a study of higher fungi, the first step consists of performing an overall prospection to identify potential areas and the appropriate collecting periods. Then the field work is conducted. The identified fungi are harvested by digging them up carefully with a knife, in a way which ensures that the entire characteristics, essential for recognizing the species, are preserved. These characteristics of the species are: the presence of specks, remains of veil, of bloom or scales or any other ornamentation which can be observed, described and noted. The substrate, the place where the fungus was harvested, is noted. A photograph of the site is taken, or alternatively, a rough sketch is made. It is often necessary to cover the collected fungi with freshly cut leaves to protect them from the sun and to avoid them rubbing against each other. To gather information on the edibility and the therapeutic use of higher fungi collected, surveys based on interviews are conducted over the collection of fungi.

The second step after collection focuses on the identification of the samples. The determination of the species is based on the morphological descriptions and microscopic observations, using the determination keys [108, 109, 110, 111].

Geastraceae et Phallaceae. Les genres les plus représentés en nombre d'espèces sont le genre *Xylaria* avec 12 espèces, *Russula* en totale sept, suivi de *Termitomyces* (six espèces). *Agaricus* et *Hexagonia* totalisent respectivement cinq et quatre espèces chacun. Les genres *Lactarius*, *Hypoxylon* et *Cantharellus* détiennent chacun trois espèces. *Amanita*, *Calvatia*, *Marasmius*, *Boletus*, *Phellinus* et *Pycnoporus* ont chacun deux espèces. Les autres genres sont représentés chacun par seulement une espèce.

Les espèces de champignons se répartissent en trois groupes écologiques : les espèces **sympiotiques**[?], les parasites et les saprophytes. Le dernier groupe écologique est le plus représenté (81 %). Il se subdivise en saprophytes **lignicoles**[?] et saprophytes **humoterricoles**[?]. Les espèces saprophytes comme *Chlorophyllum* cf. *molybdites*, *Dacryopinax* *spathularia*, etc. se rencontrent dans toutes les zones climatiques du Burkina Faso; les espèces du genre *Termitomyces* apparaissent dans les formations végétales renfermant des termitières aériennes ou souterraines ; les espèces ectomycorhiziennes du genre *Amanita*, *Boletus*, *Cantharellus*, *Russula* et *Lactarius* se rencontrent principalement dans le Sud-ouest et du côté de la réserve de Pama. Le nombre d'espèces identifiées est attribuable à la nature des milieux explorés qui vont des moins perturbés (forêts classées) aux

DIVERSITY OF HIGHER MUSHROOMS

The systematic inventories have identified 97 fungi species distributed in 12 orders, 32 families and 68 genera (Tab. 6.26).

The order of Agaricales is the most represented with 15 genera. The families Agaricaceae, Polyporaceae and Tricholomataceae contain the largest number of genera, followed by the Lycoperdaceae, the Xylariaceae and the Marasmiaceae. The most represented families are saprophytic species. Some families are represented by a single genus. These are the Bolbitiaceae, Clavariaceae, Entolomataceae, Schizophyllaceae, Boletinellaceae, Gyroporaceae, Suillaceae, Cantharellaceae, Geastraceae and Phallaceae. The most represented genera by number of species are the genus *Xylaria* with 12 species, *Russula* totals seven, followed by *Termitomyces* (six species). *Agaricus* and *Hexagonia* total five and four species, respectively. The genera *Lactarius*, *Hypoxylon* and *Cantharellus* each have three species. *Amanita*, *Calvatia*, *Marasmius*, *Boletus*, *Phellinus* and *Pycnoporus* each have two species. The other genera are each represented by only one species.

The fungi species are split into three ecological groups: **sympiotic**[?] species, parasites and saprophytes. The last ecological

plus perturbés (champs, habitations). Chacun de ces milieux abrite une certaine catégorie d'espèces. Par exemple, *Chlorophyllum cf. molybdites*, *Agaricus subsaharianus* colonisent les **habitats**⁹ anthropogènes. Les *Termitomyces* poussent sur les termitières tandis que *Schizophyllum commune*, *Trametes* spp. et *Auricularia cornea* se développent sur le bois mort.

USAGES DES CHAMPIGNONS SUPERIEURS

Les différentes observations au cours des prospections et enquêtes ont permis de recenser 31 espèces de champignons comestibles au Burkina Faso. Elles se répartissent en 14 familles et 19 genres. Leur période d'apparition est représentée sur la table 6.27. On constate que toutes les espèces comestibles poussent pendant la saison des pluies excepté *Schizophyllum commune*, une espèce peu exigeante en eau qui pousse sur le bois mort. Les champignons apparaissent progressivement pendant la saison pluvieuse. On note d'abord, en début juin, l'apparition de *Phlebopus sudanicus* (Fig. 6.83), *Termitomyces* spp. et de *Chlorophyllum cf. molybdites*. Au mois de juillet, apparaissent *Agaricus subsaharianus*, *Agaricus goossensiae* (Fig. 6.81), *Agaricus* sp. 1, *Agaricus* sp. 2, *Gymnopus cf. velutipes*, *Lentinus squarrosulus*, *L. tuberregium*, *Leucocoprinus cretatus* et *Volvariella volvacea*. Au

group is the most represented (81 %). It is subdivided into **lignicolous**⁹ saprophytes and **humo-terricolous**⁹ saprophytes. Saprophyte species such as *Chlorophyllum cf. molybdites*, *Dacryopinax spathularia* etc. occur in all the climatic zones of Burkina Faso;

Species of the *Termitomyces* genus appear in the plant formations incorporating aerial or subterranean termite mounds; Ectomycorrhizia species of the genus *Amanita*, *Boletus*, *Cantharellus*, *Russula*, and *Lactarius* are mainly found around the South-west and alongside the Pama Reserve.

The number of species identified can be attributed to the nature of the environments explored which range from the least disturbed (classified forests) to the most disturbed (fields, habitations). Each of these environments contains a certain category of species. For example, *Chlorophyllum cf. molybdites*, *Agaricus cf. squamulifer* colonize anthropogenic **habitats**⁹. The *Termitomyces* grow on termite mounds whereas *Schizophyllum commune*, *Trametes* spp. and *Auricularia cornea* grow on dead wood.



6.81



6.82



6.83

Fig. 6.81: *A. goossensiae* KSO
Fig. 6.82: *Amanita masassiensis* KSO
Fig. 6.83: *Phlebopus sudanicus* KSO

mois d'août, on voit apparaître toutes les espèces comestibles. Le mois d'août correspond en effet au mois le plus pluvieux au Burkina Faso. Certaines espèces notamment *Boletus cf. loosii*, *Lactarius gymnocarpoides*, *L. luteopus*, *Russula congoana* et *Volvariella* sp. poussent seulement à cette période. Quelques espèces telles que *Lentinus tuber-regium*, *Leucocoprinus cretatus*, *Psathyrella tubercula* et *Termitomyces microcarpus* persistent jusqu'en octobre, fin de la saison pluvieuse.

Les espèces comestibles sont réparties dans plusieurs groupes écologiques :

- Les champignons saprophytes représentés par les familles des Agaricaceae, Coprinaceae, Suillaceae, Volvariaceae et Boletinellaceae ;
- Les champignons vivant en symbiose avec certains **ligneux**⁷ ; ils appartiennent aux familles des Russulaceae et Cantharellaceae ;
- Les espèces vivant en symbiose avec les termites : ce sont les *Termitomyces* ;
- Les espèces inféodées au bois en décomposition représentées par les genres *Lentinus* et *Schizophyllum*.

Outre l'aspect gastronomique, certaines espèces entrent dans la tradition thérapeutique. Il s'agit de : *Daldinia eschscholzii*, *Ganoderma lucidum*,

Ganoderma resinaceum, *Phellinus pachyphloeus* et *Podaxis pistillaris*.

VALEUR NUTRITIONNELLE DES CHAMPIGNONS

L'étude de la valeur nutritionnelle de *Chlorophyllum cf. molybdites* et de *Phlebopus sudanicus* par des méthodes biochimiques a permis de montrer que les champignons charnus sont riches en eau (> 90 %). La matière organique oscille entre 90,5 et 93,5 %. Les espèces étudiées contiennent plusieurs oligo-éléments notamment le magnésium, le calcium, le phosphore, le potassium. La teneur en protéines est assez importante (20 à 24 %). Elle est supérieure à celle des céréales couramment consommées au Burkina Faso comme le sorgho, le mil, le riz.

La composition mycologique obtenue illustre la richesse des macromycètes du Burkina Faso. Pour un pays semi-aride, on ne s'attendait pas à une telle diversité.

Au Bénin, le nombre d'espèces de champignons (Basidiomycètes et Ascomycètes) recensés s'élève à 129 [112]. En Côte d'Ivoire, 167 espèces (Basidiomycètes et Deutéromycètes) ont été recensées [113]. Ce nombre élevé de mycètes dans ces deux pays serait lié à l'intensification des prospections. En Côte d'Ivoire, des Deutéromycètes c'est-à-dire les champignons microscopiques ont été pris

USES OF HIGHER FUNGI

The various observations during surveys and investigations have identified 31 species of mushroom in Burkina Faso. They are divided into 14 families and 19 genera. Their period of appearance is shown in table 6.27. We note that all the mushrooms grow during the rainy season except *Schizophyllum commune*, a species which does not require much water and which grows on dead wood. The mushrooms appear progressively during the rainy season. First, at the beginning of June we see the appearance of *Phlebopus sudanicus* (Fig. 6.83), *Termitomyces* spp. and *Chlorophyllum cf. molybdites*. In July, *Agaricus cf. squamulifer*, *Agaricus goossensiae* (Fig. 6.81), *Agaricus* sp. 1, *Agaricus* sp. 2, *Gymnopus cf. velutipes*, *Lentinus squarosulus*, *L. tuberregium*, *Leucocoprinus cretatus*, and *Volvariella volvacea* appear. In August, we see all mushrooms emerge. In fact, August is the wettest month in Burkina Faso. Certain species, notably *Boletus cf. loosii*, *Lactarius gymnocarpoides*, *L. luteopus*, *Russula congoana* and *Volvariella* sp. grow only in this period. Some species such as *Lentinus tuber-regium*, *Leucocoprinus cretatus*, *Psathyrella tubercula* and *Termitomyces microcarpus* persist until October, the end of the rainy season.

The mushrooms are divided into several ecological groups:

- Saprophytic mushrooms represented by the families of Agaricaceae, Coprinaceae, Suillaceae, Volvariaceae and Boletinellaceae;
- Mushrooms living in symbiosis with certain trees; they belong to the families of Russulaceae and Cantharellaceae;
- Species living in symbiosis with termites: these are the *Termitomyces*;
- Species dependent on decaying wood represented by the genera *Lentinus* and *Schizophyllum*.

Besides the gastronomic aspect, certain species are used in pharmacopoeia. These are namely *Daldinia eschscholzii*, *Ganoderma lucidum*, *Ganoderma resinaceum*, *Phellinus pachyphloeus* and *Podaxis pistillaris*.

NUTRITIONAL VALUE OF MUSHROOMS

A study of the nutritional value of *Chlorophyllum cf. molybdites* and *Phlebopus sudanicus* by biochemistry methods has shown that fleshy mushrooms are rich in water (> 90 %). The organic matter fluctuates between 90.5 and 93.5 %. The studied species contain several trace elements notably magnesium, calcium,

Tab. 6.27: Représentation schématique de la période d'apparition des champignons comestibles.

Schematic representation of the period of appearance of mushrooms.

Espèces Species	Mois Month	Janvier January	Février February	Mars March	Avril April	Mai May	Jun June	Juillet July	Août August	Sept. Sept.	Octobre October	Nov. Nov.	Déc. Dec.
<i>Agaricus subsaharianus</i>								■	■	■	■		
<i>Agaricus goossensiae</i>								■	■	■	■		
<i>Agaricus</i> sp. 1								■	■	■			
<i>Agaricus</i> sp. 2								■	■	■	■		
<i>Amanita masasiensis</i>								■	■	■			
<i>Amanita subviscosa</i>									■	■			
<i>Auricularia cornea</i>							■	■	■	■			
<i>Boletus</i> cf. <i>loosii</i>									■	■			
<i>Cantharellus platyphyllus</i>									■	■			
<i>Cantharellus floridulus</i>								■	■	■	■		
<i>Chlorophyllum</i> cf. <i>molybdites</i>								■	■	■			
<i>Gymnopus</i> cf. <i>velutipes</i>							■	■	■	■	■		
<i>Hebeloma termitaria</i>								■	■	■			
<i>Lactarius gymnocarpoides</i>									■	■			
<i>Lactarius luteopus</i>									■	■			
<i>Lentinus squarrosulus</i>								■	■	■			
<i>Lentinus tuber-regium</i>								■	■	■	■		
<i>Leucocoprinus cretatus</i>								■	■	■	■		
<i>Macrocybe</i> cf. <i>lobayensis</i>								■	■	■			
<i>Phlebopus sudanicus</i>							■	■					
<i>Podaxis pistillaris</i>								■	■	■	■		
<i>Psathyrella tuberculata</i>								■	■	■	■		
<i>Russula congoana</i>									■	■			
<i>Russula sesenegula</i>									■				
<i>Common schizophyllum</i>					■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Termitomyces clypeatus</i>							■	■	■	■			
<i>Termitomyces fuliginosus</i>							■	■	■	■			
<i>Termitomyces letestui</i>							■	■	■	■			
<i>Termitomyces medius</i>							■	■	■	■			
<i>Termitomyces microcarpus</i>							■	■	■	■	■		
<i>Volvariella</i> sp.									■				
<i>Volvariella volvacea</i>								■	■	■			

phosphorus, potassium. The protein content is fairly high (20 to 24 %). It is higher than that of the cereals currently consumed in Burkina Faso such as sorghum, millet, rice.

The mycological composition obtained illustrates the richness of the macrofungi of Burkina Faso. Such diversity is not expected for a semiarid country.

In Benin, the number of fungi species (Basidiomycetes and Ascomycetes) recorded rises to 129 [112]. In Côte d'Ivoire, 167 species (Basidiomycetes and Deuteromycetes) have been identified [113]. This high number of fungi in these two countries could be linked to the intensity of prospecting. In Côte d'Ivoire, Deuteromycetes, which is to say microscopic fungi,

en compte, ce qui n'est pas le cas dans notre étude. En outre, le faible nombre d'espèces s'expliquerait par une détermination incomplète pour certains échantillons due au manque de **taxonomistes**⁷ ouest africains et d'équipement approprié.

La prédominance des espèces saprophytes a été notée dans cette étude. Les espèces symbiotiques ne sont pas beaucoup représentées ; ceci peut être attribuable à la nature des formations végétales et à une faible intensité d'exploration des peuplements dominés par des ligneux ectomycorhiziens.

Les genres **ectomycorhiziens**⁷ recensés sont : *Lactarius*, *Russula*, *Cantharellus* et *Boletus*. Ces genres ont été également répertoriés au Bénin. Au Burkina Faso, trois espèces du genre *Lactarius*, deux du genre *Russula* ont été identifiées. Ces nombres d'espèces de genres *Lactarius* et *Russula* sont très faibles par rapport à celui de certains pays. Ces différences sont liées à la nature floristique des formations visitées. En effet, les espèces ectomycorhiziennes sont abondantes en zones humides des forêts claires africaines dominées par *Brachystegia* et *Julbernardia*. Le Burkina Faso n'abrite pas à notre connaissance de forêts claires à *Brachystegia* et *Julbernardia* par conséquent, les espèces de champignons liées à ces plantes hôtes ne peuvent exister.

have been included which is not the case in our study. Besides, the low number of species can be explained by an incomplete determination for some samples due to the lack of West African **taxonomists**⁷ and appropriate equipment.

The predominance of saprophyte species was noted in this study. The symbiotic species are not widely represented; this may be due to the nature of the plant formations and to a low level of exploration of plantings dominated by Ectomycorrhiza trees.

The **Ectomycorrhiza**⁷ genera identified are: *Lactarius*, *Russula*, *Cantharellus* and *Boletus*. These genera were also listed in Benin. In Burkina Faso, three species of the genus *Lactarius* and two of the genus *Russula* were identified. The numbers of species of the genera *Lactarius* and *Russula* are very low compared to that in some countries. These differences are related to the nature of floristic formations visited. In fact, the Ectomycorrhiza species are abundant in African wetlands and woodlands dominated by *Brachystegia* and *Julbernardia*. To our knowledge, Burkina Faso does not have any woodlands of *Brachystegia* and *Julbernardia* and consequently the fungi species related to these host plants cannot exist.

Quatre espèces du genre *Termitomyces* ont été recensées. Les espèces de ce genre sont appréciées des populations africaines [114]. Pour toute l'Afrique, 25 espèces de *Termitomyces* sont connues. Le faible nombre d'espèces du genre *Termitomyces* que nous avons récoltées est attribuable à leur période d'apparition. Elles sont précoces de manière générale et de ce fait peuvent échapper aux différentes collectes.

Les espèces parasites sont peu représentées. Cette faible représentativité des espèces parasites est un atout pour les **plantes vasculaires**⁷ qui ne sont pas fortement attaquées. A l'opposé, les espèces saprophytes sont fortement représentées. L'importance des espèces saprophytes est due au fait qu'elles favorisent la décomposition de la matière organique. Parmi les espèces saprophytes recensées se retrouvent deux espèces pantropicales. Il s'agit de *Schizophyllum commune* et de *Lentinus tuberregium*.

Four species of the genus *Termitomyces* were identified. The species of this genus are popular with African populations [114]. For Africa, 25 species of *Termitomyces* are found. The low number of species of the genus *Termitomyces* which we have collected is attributable to their period of appearance. They are generally early and thus escape the different collection. Parasitic species are represented only poorly. The low representation of parasite species is of advantage to **vascular plants**⁷ which are not strongly attacked. Contrary to this the saprophyte species are strongly represented. The importance of the saprophyte species is due to the fact that they are beneficial to the decomposition of organic matter. Amongst the saprophyte species recorded, two pantropical species have been recorded. These involve *Schizophyllum commune* and *Lentinus tuberregium*.

BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE 6
BIBLIOGRAPHY CHAPTER 6

- [1] Lebrun JP, Toutain B, Gaston A & Boudet G. 1991: Catalogues des plantes vasculaires du Burkina Faso. IEMVT, France.
- [2] Guinko S. 1984: Végétation et flore du Burkina Faso. Thèse de Doctorat d'Etat ès sciences naturelles. Université de Bordeaux III, 2 tomes.
- [3] Boussim IJ. 1991: Contribution à l'étude des *Tapinanthus* parasites du karité au Burkina Faso. Thèse de doctorat 3ème cycle.
- [4] Bélem OM. 1993: Contribution à l'étude de Toessin, province du Passoré (Burkina Faso). Thèse de Doctorat de troisième cycle, Université de Ouagadougou.
- [5] Küppers K. 1996: Die Vegetation der Chaine de Gobnangou. Diss. JW. Goethe-Universität Frankfurt am Main.
- [6] Thiombiano A. 1996: Contribution à l'étude des Combretaceae dans les formations végétales de la région Est du Burkina Faso. Thèse de 3ème cycle, Univ. Ouaga.
- [7] Hahn-Hadjali K. 1998: Les groupements végétaux des savanes du Sud-Est du Burkina Faso (l'Afrique de l'Ouest). Etude flor. Vég. Burkina Faso, 3, 3 - 79.
- [8] Taïta P. 1997: Contribution à l'étude de la flore et de végétation de la réserve de la biophère de la mare aux hypotamme (Bala, Ouest du Burkina Faso), thèse de Doctorat de Troisième cycle, Université de Ouagadougou.
- [9] Hien M. 2001: Etude des déplacements des éléphants, lien avec leur alimentation et la disponibilité alimentaire dans le ranch de gibier de Nazinga, province du Nahouri, Burkina Faso. Thèse unique, univ. Ouaga.
- [10] Müller JV. 2003: Zur Vegetationsökologie der Savannenlandschaften im Sahel Burkina Faso. Diss. JW. Goethe-Universität Frankfurt am Main.
- [11] Thiombiano A. 2005: Les Combretaceae du Burkina Faso: taxonomie, écologie, dynamique et régénération des espèces. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Ouaga.
- [12] Schmidt M, Krefth H, Thiombiano A & Zizka G. 2005: Herbarium collections and field data-based plant diversity maps for Burkina Faso. Diversity and Distributions, 11, 509-516.
- [13] Ouoba P. 2006: Flore et végétation de la forêt classée de Niangoloko, Sud-Ouest du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou.
- [14] Ouédraogo A. 2006: Diversité et dynamique de la végétation ligneuse de la partie orientale du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Univ. Ouagadougou.
- [15] Mbayngone E. 2008: Flore et végétation de la réserve partielle de faune de pama, sud est du Burkina Faso. Thèse Unique, Univ. Ouaga.
- [16] Ouédraogo O. 2009: Phytosociologie, dynamique et productivité de la végétation du Parc National d'Arly (Sud-Est du Burkina Faso) Thèse Unique, Univ. Ouaga.
- [17] Zongo F & Guinko S. 1999: Flore algale du Burkina Faso (Afrique de l'Ouest). Science et technique, sciences naturelles, 23, 2, 147-171.
- [18] Zongo B. 2007: Etude du phytoplancton dans le canal du Parc Urbain Bangr-Wéogo (Ouagadougou/Burkina Faso). DEA, Université de Ouagadougou.
- [19] Ba N. 2006: La communauté phytoplanctonique du lac de Guiers (sénégal) : types d'associations fonctionnelles et approches expérimentales des facteurs de régulation. Thèse de Doct. de 3ème Cycle de l'Univ. Cheik Anta Diop de Dakar (Sénégal).
- [20] De Reviere B. 2003: Biologie et phylogénie des algues. Tome 1 Ed. Belin, Paris.
- [21] Durand J-R & Lévêque C. 1980: Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne. Tome I, Ed. Paris.
- [22] Zongo F. 2007: Inventaire et systématique des micro-algues dulçaquicole du réservoir de Bagré au Burkina Faso (Province du Boulgou). Thèse Doct. d'Etat, Univ. de Ouagadougou.
- [23] Zerbo P. 2004: Contribution à l'étude du phytoplancton d'eau douce : cas du réservoir de Loumbila, Burkina Faso. DEA, Université de Ouagadougou.
- [24] Smith AR, Pryer KM, Schuettpeiz E, Korall P, Schneider H & Wolf PG. 2006: A classification for extant ferns. Taxon 55, 705-731.
- [25] Alston AHG. 1959: The Ferns and Fern-Allies of West Tropical Africa. Crown Agents for Oversea Governments and Administrations, London.
- [26] Schmidt M, König K & Müller JV. 2008: Modelling species richness and life form composition in Sahelian Burkina Faso with remote sensing data. J Arid Environm 72, 1506-1517.
- [27] Bayton RP, Ouédraogo A & Guinko S. 2006: The genus *Borassus* (Arecaceae) in West Africa, with a description of a new species from Burkina Faso. Botanical Journal of the Linnean Society, 150, 419-427.
- [28] Audru J, César J & Lebrun JP. 1994: Les plantes vasculaires de la République de Djibouti. Flore illustrée. CIRAD, Départ. d'Elevage et de Médecine Vétérinaire.
- [29] Polhill R & Wiens D. 1998: Mistletoes of Africa. The Royal Botanic Gardens, Kew.
- [30] Dembélé B, Raynal-Roques A, Sallé G & Tuquet C. 1994: Plantes parasites des cultures et des semences forestières au Sahel, Institut du Sahel / CTA.
- [31] Sallé G, Boussim IJ, Raynal-Roques A & Brunck F. 1990: Le karité : état de nos connaissances et perspectives de recherche. Séminaire sur la physiologie des arbres et arbustes en zones arides. Paris-Nancy, 20 mars au 6 avril 1990.
- [32] Boussim IJ, Sallé G & Guinko S. 1993: *Tapinanthus* parasite du karité au Burkina Faso. 2e partie : Phénologie, biologie et dégâts, Bois et Forêts des Trop, 238, 53-65.
- [33] Traoré D & Da KP. 1997: Lutte contre les plantes vasculaires parasites du karité et du néré dans le Nord de la Côte d'Ivoire. Cas des Départements de Korhogo, Boundiali, Ferkessédougou et Tengrela. Rapport annuel de PEP A.I.S.A.-CI.
- [34] Maïga AY. 1989: Actions Thématiques sur la mortalité du karité *Butyrospermum paradoxum* (Gaertn. f.) Hepper dans la région de Ségou. Phase de

- prolongation. Rapport de la 3e mission CCE. Répartition géographique des Loranthaceae parasites du karité.
- [35] Arbonnier M. 2002: Arbres, arbustes et lianes d'Afrique de l'Ouest. 2^e édition, CIRAD-MNHN- UICN.
- [36] Balma D, Bognounou O, Ouédraogo A, Tankoano MJ, Zigani G & Zigani M. 1999: La diversité biologique agricole au Burkina Faso. Archives de documents de la FAO.
- [37] Brown HD. 2000: The genetic structure of crop landraces and the challenge to conserve them in situ on farms. In genes in the field on-farm conservation of crop Diversity (Stephen B. Brushed) : 29-50 p. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, USA.
- [38] PAPSA. 2009: Projet d'Appui à la Productivité Agricole et à la Sécurité Alimentaire (PAPSA). Document du Projet.
- [39] INERA 1999: Rapport d'activités du projet "in situ conservation".
- [40] Sawadogo M, Ouédraogo J, Bélem M, Balma D, Dossou B & Jarvis D. 2005: Influence of ecosystem components on cultural practices affecting the in situ conservation of agricultural biodiversity. Plant Genetic Resources Newsletter, 141, 19-25.
- [41] Lauzanne L. 1988: Les habitudes alimentaires des poissons d'eau douce africains. In: Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains. Lévêque C, Brutton MN & Sseentongo GW. (eds). pp 221-242.
- [42] Oueda A, Guenda W, Ouattara A, Gourène G, Hugueny B & Kabré GB. 2008: Seasonal diet shift of the most important fish species in a sahelo-soudanien reservoir (Burkina Faso). Journal of Fisheries and Aquatic Science 3 (4): 240-251.
- [43] Roman B. 1977: Etude du plancton des retenus d'eau alimentant la ville de Ouagadougou (haute- Volta). Notes et documents Voltaïques, CVRS 11, 1, 1-52.
- [44] Roman B. 1979: Etude du plancton des retenues d'eau alimentant la ville de Ouagadougou (3^{ème} étude). Notes et documents Voltaïques, CVRS, 12, 50-111.
- [45] Rottier E. 1995: Resumé du rapport " Studie naar het zoöplankton in enkele Water reservoir in Burkina Faso in 1994". Rapport d'étude, Rijsuniversiteit Groningen.
- [46] Oueda A, Guenda W, Kabre AT, Zongo F & Kabre GB. 2007: Diversity, abundance and seasonal dynamic of zooplankton community in a south-saharan reservoir (Burkina Faso). Journal of Biological Sciences 7, 1, 1-9.
- [47] Oueda A. 2009: Zooplancton et alimentation des poissons des lacs artificiels de Bagré et de Loumbila, Burkina Faso. Thèse unique de l'université de Ouagadougou.
- [48] Bajot E, Moreau J & Bouda S. 1994: Aspects hydrobiologiques et piscicoles des retenues d'eau en zone soudano-sahélienne, cas du Burkina Faso. CTA, Commission des communautés européennes, DG. VIII D5.
- [49] Stork NE. 1988: Insect diversity: facts, fiction and speculation. Biological Journal of the Linnean Society 35, 321-337.
- [50] MEE. 1999: Monographie nationale sur la diversité biologique du Burkina Faso.
- [51] Guenda W. 1996: Contribution à l'étude des Hydroptilidae (Insecta : Trichoptera) de l'Afrique de l'Ouest : le genre Orthotrichia Eaton de la rivière Mouhoun (Burkina Faso). Ann. Limnol. - Int. J. Lim. 32, 4, 241-249
- [52] IUCN. 2008: Suivi d'impact du projet SILEM dans les provinces du Soum, Sanmatenga, Kouritenga et Kompienga. Rapport d'activités.
- [53] Wiggins GB, Marshall SA & Downes JA. 1991: The importance of research collections of terrestrial arthropods. A brief. Bulletin of the Entomological society of Canada 23 (2), Supplement.
- [54] Belemsobgo U. 1995: Estimation de la densité des ongulés en zone de savane : Approche spatiale des données issues du Line Transect. Mémoire de DEA, Université Claude-Bernard, Lyon I.
- [55] Ouédraogo P. 1999: Inventaire de la diversité biologique du Sahel Burkina-bè. Rapport d'étude. Unité de Coordination du Projet Transfrontalier de Conservation de la Biodiversité du Gourma Malien et du Sahel Burkinabè. Ministère de l'Environnement et de l'Eau. Ouagadougou. Burkina Faso.
- [56] CTA. 2000: Bilan synthétique des opérations d'inventaire pédestre de la grande faune diurne, organisées dans la zone d'intervention du projet GEPRENAF entre 1997 et 2000. Projet GEPRENAF.
- [57] Chardonnet B, Rouamba P, Barry I, Ouédraogo A & Nacoulma P. 1999: Suivi écologique aérien des aires classées des bassins de l'Arly et du Singou: résultats et commentaires. Rapport d'activités, P.A.U.C.O.F, 124 p.
- [58] Bouche P, Lungren C, Hien B & Omondi P. 2003: Recensement aérien total de l'écosystème « W »-arli-pendjari-Oti-Mandouri-Kéran (WAPOK). 118 pp.
- [59] Bouche P. 2005: Inventaire aérien des populations de grande faune dans les sites du PAGEN. Rapport définitif. Projet de Partenariat pour l'Amélioration de la Gestion des Ecosystèmes Naturels (PAGEN). Ministère de l'environnement et du Cadre de Vie. Ouagadougou. Burkina Faso.
- [60] Douglas-Hamilton I. 2002: Mali Elephant conservation Project. Draft report. Nairobi ; Save the elephant.
- [61] Lacroix F. 1992: Inventaire National des éléphants et de la grande faune ; Résultats. Projet Sauvegarde des éléphants du Burkina Faso. Ministère de l'Environnement et du Tourisme Burkina Faso. Mission française de Coopération et d'action Culturelle Ouagadougou.
- [62] Ouédraogo M. 2005: Régulation de la dynamique des populations de buffles (*Syncerus Caffer Sparman*) et de waterbucks (*Kobus ellipsiptymnus Ogilby*) et moyens de gestion à mettre en œuvre pour préserver l'équilibre des communautés végétales dans le ranch de Nazinga (Burkina Faso). Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique.
- [63] Koné L. 2004: Connaissance de la population d'hippopotames (*Hippopotamus amphibius*) dans l'entité écologique Boulon Koflandé : Statut, écologie et éléments de dynamique. Mémoire de fin d'études d'Ingénieur de Développement Rural (IDR); Option Eaux et Forêts, Université Polytechnique de

- Bobo-Dioulasso.
- [64] Poda WC. 2007: Rapport de l'inventaire pédestre 2007 des mammifères diurnes dans l'UCF Comoé- Léraba : Forêt Classée et Koflandé ; Forêt Classée et Réserve Partielle de Faune de la Comoé-Léraba. Version provisoire (février 2006). Projet de Partenariat pour l'Amélioration de la Gestion des Ecosystèmes Naturels. Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie. Ouagadougou. Burkina Faso.
- [65] Heringa AC, Belemsobgo U, Spinage CA & Frame GW. 1990: Antelopes Global survey and Regional action Plans. Part 3. West and Central Africa. UICN, WWF.
- [66] Rosevear DR. 1965: The Bats of West Africa. Trustees of the British Museum (Natural History), London.
- [67] Kock, D. 1969: Die Fledermaus-Fauna des Sudan. Abh. Senckenb. Naturforsch. Ges. 521, 1-238.
- [68] Poché RM. 1975: The bats of National Park W, Niger, Africa. Mammalia 39, 1, 39-50.
- [69] Adam F & Hubert B. 1976: Les Nycteridae (Chiroptera) du Sénégal: Distribution, biométrie et dimorphisme sexuel. Mammalia 40, 4, 597-613.
- [70] Koopman K F, Mumford RE & Heisterberg JF. 1978: Bat records from Upper Volta, West Africa. American Museum Novitates, 2643, 1-6.
- [71] Green AA. 1983: Rodents and bats of Arli and Pendjari National Parks, Upper Volta and Benin. Nigerian Field, 47, 4, 167-184.
- [72] Koch-Weser S. 1984: Fledermäuse aus Obervolta, W-Afrika (Mammalia: Chiroptera). Senckenbergiana biol. 64, 255-311.
- [73] Aulagnier S, Coquillart H, Thonnerieux Y & Garcin R. 1987: Notes sur quelques chauves-souris du Burkina. Science et Technique 17, 77-79.
- [74] Schmidt DF, Ludwig CA & Carleton MD. 2008: The Smithsonian Institution African Mammal Project (1961-1972): An annotated gazetteer of collecting localities and summary of its taxonomic and geographic scope. Smithsonian Contributions to Zoology.
- [75] Thonnerieux Y. 1986: Commentaires sur quelques migrateurs paléarctiques du Burkina Faso (ex Haute Volta) à travers les reprises de bagues. Cyanopica, 4, 653-673.
- [76] Weesie PDM. 1996: Les oiseaux du Sahel burkinabé: peuplement d'hiver, capacité de charges des sites. Alauda, 63, 3, 307-332.
- [77] Weesie PDM & Belemsobgo U. 1997: Les rapaces diurnes du Ranch de Gibier de Nazinga. Alauda, 64, 5, 225-247.
- [78] Daget J. 1960: Poissons de la Volta Noire et de la Haute Comoé. Bull. Mus. Natn. Hist. Nat., 32, 320-330.
- [79] Daget J & Iltis A. 1965: Poissons de Côte d'Ivoire (eaux douces et saumâtres). Mémoire ifan n°74. Dakar.
- [80] Roman B. 1966: Les poissons des Hauts-bassins de la Volta (ed). Musée Royal de l'Afrique Centrale: Tervuren, Belgique.
- [81] Baijot E, Moreau J & Bouda S. 1994: Aspects hydrologiques et piscicoles des retenues d'eau en zone soudano-sahélienne. Le cas du Burkina Faso (ed). Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale ACP/CEE. Burkina Faso.
- [82] Kuela JMD. 2002: Etude des peuplements ichtyologiques de la Comoé et de leur mode de gestion dans la zone Agro – Sylv – Pastorale du projet GEPRENAF. Mémoire de fin d'études. IDR. UICN. GEPRENAF. Bobo-Dioulasso.
- [83] MEE. 1998: Rapport des pêches expérimentales de 1997. Ministère de l'Environnement et de l'Eau. Bobo-Dioulasso - Burkina Faso.
- [84] Paugy D, Lévêque C & Teugels GG. 2003: Poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'ouest (ed). IRD.
- [85] www.fishbase.org. 2009: A global information system on fishes.
- [86] Ibanez C, Oberdorff T, Teugels G, Mamononekene V, Lavoue S, Fermon Y, Paugy D & Toham AK. 2007: Fish assemblages structure and function along environmental gradients in rivers of Gabon (Africa). Ecology of Freshwater Fish, 16, 315–334.
- [87] Kergoat GJ, Delobel A, Fédière G, Le Rü B & Silvain J-F. 2005: Both host-plant phylogeny and chemistry have shaped the African seed-beetle radiation. Molecular Phylogenetics and Evolution 35, 602-611.
- [88] Sanon A, Dabiré LCB, Ouedraogo AP, Huignard J. 2005: Field occurrence of bruchid pests of cowpea and associated parasitoids in a sub humid zone of Burkina Faso: importance on the infestation of two cowpea varieties at harvest. Plant Pathology Journal 4, 1, 14–20.
- [89] Dabiré LCB. 1985: Les méthodes traditionnelles de protection du niébé contre les Bruches au Burkina Faso. Notes et documents Burkinabé : Bulletin Trimestriel d'Information Scientifique et Technique, Ouagadougou, Burkina Faso, 16, 64-77.
- [90] Sanon A, Ouedraogo AP, Tricault Y, Geland PF & Huignard J. 1998: Biological control of Bruchids in cowpea stores by release of *Dinarmus basalis* adults. Environ. Entomol. 27, 717-725.
- [91] Ouedraogo M. 1993: Quelques observations biologiques sur *Cirina butyrospermi* VUILLET (Lepidoptera, Attacidae) défoliateur du karité (*Butyrospermum paradoxum* GAERTN.F) au Burkina Faso. Thèse de Doctorat de 3ème cycle en Biologie Animale. Université Nationale de Côte d'Ivoire.
- [92] Rougeot PC. 1962: Les Lépidoptères de l'Afrique Noire Occidentale. Fascicule 4. ATTACIDES (Saturniidés). Initiation Africaines. IFAN-Dakar.
- [93] Zongo I, 1992: Le ver de karité, caviar des savanes. <http://www.syfia.info/index.php5?view=articles&action=voir&idArticle=1796>
- [94] Ntema KP. 2000: « Produits forestiers alimentaires : utilisation, transformation, conservation et demande du marché » in Programme de ressources génétiques forestières en Afrique au sud du sahara. Compte rendu de la 1ère réunion du réseau : 11-13 décembre 2000, CNSF Ouagadougou, BF, pp 196- 205.
- [95] Son D. 2007: Effets des insecticides sur les insectes non cibles : cas particulier des chrysalides de *Cirina butyrospermi* Vuillet dans la zone cotonnière de Pò au Burkina Faso. Mémoire de fin d'études, Ingénieur du Développement

- Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso.
- [96] Bignell DE & Eggleton P. 2000: Termites in Ecosystems. In: T. Abe, editor. Termites: Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology. Pp 363-387. Kluwer Academic Publishers.
- [97] Mando AL, Brussaard & Stroosnijder L. 1999: Termite and mulch-mediated rehabilitation of vegetation on crusted soil in West Africa. *Restoration Ecology* 7, 33-41.
- [98] Mando A & Van Rheenen T. 1998: Termites and agricultural production in the Sahel: from enemy to friend? *Netherlands Journal of Agricultural Science* 46, 77-85.
- [99] Hölldobler B & Wilson EO. 1990: In *The ants*, pp 1-86, Harvard University Press, Cambridge.
- [100] Jones CG, Lawton JH & Shachak M. 1994: Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69, 373-386.
- [101] Davies RG, Eggleton P, Dibog L, Lawton JH, Bignell DE, Brauman A, Hartmann C, Nunes L, Holt J & Rouland C. 1999: Successional response of a tropical forest termite assemblage to experimental habitat perturbation. *Journal of Applied Ecology* 36, 946-962.
- [102] Gasse PP. 1986: *Termitologia. Tome III : Comportement, socialité, écologie, évolution, systématique*. Masson, Paris.
- [103] Holt JA & Lepage M. 2000: Termites and Soil Properties. In: T. Abe, editor. Termites: Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology. Pp 389-407, Kluwer Academic Publishers.
- [104] Rouland-Lefevre C, Diouf MN, Brauman A & Neyra M. 2002: Phylogenetic relationships in Termitomyces (family Agaricaceae) based on the nucleotide sequence of ITS: A first approach to elucidate the evolutionary history of the symbiosis between fungus-growing termites and their fungi. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 22, 423-429.
- [105] Heim R. 1936: Aperçu sur la flore mycologique malgache III. Trois bolets gigantesques d'Afrique et de Madagascar ; *Rev. Mycol. (Paris)* 1, 1-18, pl. 1-4.
- [106] Sanon KB. 1997: La symbiose mycorhizienne chez quelques Césalpiniciées et Euphorbiacées de Forêts du sud-ouest du Burkina Faso. Etude morphologique et cytologique, mycorhization contrôlée et étude de la diversité inter et intra spécifique de sclérodermes ectomycorhiziens. Thèse Université Henri Poincaré-Nancy 1, Biologie végétale et forestière.
- [107] Guissou KML. 2005: Les Macromycètes du Burkina Faso : inventaire, ethnomycologie, valeurs nutritionnelle et thérapeutique de quelques espèces. Thèse Doctorat unique, Université de Ouagadougou, Burkina Faso.
- [108] JBNB. 1989: Flore iconographique des champignons du Congo. Ministère de l'agriculture, Belgique.
- [109] Verbeken A. 2000: Studies in tropical African Lactarius species 8. A synopsis of the subgenus Plinthogali. *Persoonia* 17, 3, 377-406.
- [110] Van Rooij P, De Kesel A & Verbeken A. 2003: Studies in tropical African Lactarius Species (Russulales, Basidiomycota) 11. Records from Benin. *Nova Hedwigia* 77, 1, 221-251.
- [111] Härkönen M, Niemelä T & Mawasumbi L. 2003: Edible, harmful and other fungi. The Finnish-Tanzanian Friendship Society. Norrlinia 10.
- [112] De Kesel A, Codja JTC & NS Yorou. 2002: Guide des champignons comestibles du Bénin. Jardin Botanique National de Belgique, Meise (Belgium) et Cotonou (Bénin), CECODI.
- [113] MCE-CI. 1999: Diversité biologique de la Côte d'Ivoire. Rapport de synthèse, République de Côte d'Ivoire.
- [114] Rammeloo J & Walley R. 1993: The edible fungi of Africa south of the Sahara. *Scripta Botanica Belgica* 5, 1-62.
- [115] Schmidt M. 2006: Pflanzenvielfalt in Burkina Faso – Analyse, Modellierung und Dokumentation. Doctoral thesis JWGoethe University, Frankfurt/Main, pp. 188.
- [116] Ouédraogo AP. 1996: Collecte des informations relatives à la diversité entomologique connue du Burkina Faso. Monographie nationale sur la diversité biologique au Burkina. PNUD-Ministère de l'Environnement et de l'Eau.
- [117] Ake Assi L. 2001: Flore de la Côte d'Ivoire: catalogue systématique, biogéographie et écologie. I.
- [118] Ake Assi L. 2002: Flore de la Côte d'Ivoire: catalogue systématique, biogéographie et écologie. II. Geneva.
- [119] Berhaut J. 1971: Flore illustrée du Sénégal. Ministère du Développement rural et de l'hydraulique, Direction des Eaux et Forêts, Dakar.
- [120] Brunken U, Schmidt M, Dressler S, Janssen T, Thiombiano A & Zizka G. 2008: West African plants – A Photo Guide. www.westafricanplants.senckenberg.de. – Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt/Main, Germany.
- [121] Le Bourgeois T & Merlier H. 1995: Adventrop. Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne. CIRAD-CA éditeur, Montpellier.
- [122] Poilecot P. 1995: Les Poaceae de Côte-d'Ivoire. Conservatoire et Jardins Botaniques, Geneva.
- [123] Poilecot P. 1999: Les Poaceae du Niger. Conservatoire et Jardins Botaniques, Geneva.
- [124] Thiombiano A, Schmidt M, Dressler S, Ouedraogo A, Ouedraogo O, Hahn-Hadjali K & Zizka G. (unpublished): Checklist of the Vascular Plants of Burkina Faso.
- [125] Clayton WD, Harman KT & Williamson H.: GrassBase - The Online World Grass Flora. <http://www.kew.org/data/grassbase/index.html>
- [126] van Oudtshoorn F. 1999: Guide to grasses of southern Africa. Briza Publications, Pretoria.

SOURCES CARTOGRAPHIQUES

MAP SOURCES

- [127] Direction Générale des Eaux et Forêts. 2003.





7 Zones d'importance particulière pour la conservation de la biodiversité au Burkina Faso

Areas of special importance for biodiversity conservation in Burkina Faso

L'utilisation durable de la biodiversité sous-entend qu'il faut un équilibre écologique entre les besoins de l'Homme et les possibilités de régénération des ressources biologiques. On assiste graduellement à « une course à la surexploitation des ressources » tout en violant les règles de gestion qui limitent souvent l'accès à ces dernières. Depuis des décennies des politiques de mise en défens ont pris place, donnant naissance aux aires protégées et la protection de certaines zones sensibles comme les cours d'eau et les zones d'élévation (collines, falaises, etc.).

Face à la forte pression exercée de nos jours sur la biodiversité, les plus grandes potentialités se retrouvent effectivement dans ces zones dites de conservation où l'impact de l'Homme est moindre. La sauvegarde des aires de conservation est un challenge où il faut concilier la survie de l'Homme et le maintien de la biodiversité. Dans cette partie de l'atlas, nous passons en revue les principales zones de conservation de la biodiversité, en mettant en évidence leurs potentialités et les facteurs de menace pour leur survie.

En outre, nous ouvrons des fenêtres sur certaines catégories d'aires de conservation en vue de valoriser les acquis et les expériences acquises dans la gestion de ces entités.

Sustainable use of biodiversity describes the ecological equilibrium between human needs and the regeneration capacities of the biological resources. We are faced with "an increase of overexploitation of resources" violating management rules which often limit their access. Subsequently, for some decades policies of protection have been adopted, leading to the creation of protected areas and certain sensitive zones like watercourses and elevated areas (hills, cliffs, etc.). Facing the high pressure on biodiversity nowadays, the biggest potential is actually in the conservation zones where human pressure is lowest. The protection of conservation areas, however, is a challenge needing to reconcile human survival and maintenance of biodiversity. In this part of Atlas, we review the principal zones of biodiversity conservation, by highlighting their potentials and the factors threatening their survival. Additionally, in certain categories of conservation areas we will open windows in order to evaluate experiences in the management of these entities.

Fig. 7.0: Cascade de Banfora. | Waterfall at Banfora. ATH

7.1

Historique et mécanismes de gestion des aires protégées

Urbain BELEMSOBGO
Pierre KAFANDO
Basile A. ADOUABOU
Somanegré NANA
Sia COULIBALY
Assan GNOUMOU

HISTORIQUE ET EVOLUTION DE LA GESTION DES AIRES PROTEGEES

Avant la colonisation, la gestion des ressources forestières et fauniques était régie par des règles communautaires dont leur application était suivie par les chefs de terres aidés des responsables des confréries de chasseurs. Il existait une certaine harmonie et un plus grand respect de la nature. Avec l'avènement de la colonisation, il y a eu l'introduction de nouvelles formes de gestion qui ignoraient celles traditionnelles des peuples dits indigènes ou autochtones. C'est le classement des espaces et de leurs ressources au profit du pouvoir central. Pendant ces périodes coloniales, des villages entiers ont été déguerpis pour asseoir les différentes aires protégées, ce qui n'est pas resté sans conséquence sur leur bonne gestion. Les populations qui se sont vues exproprier leurs terres, ont développé des formes de résistance, toute chose qui a justifié les premières méthodes de

répression utilisées par les autorités. On est passé progressivement de ces méthodes dites « dures » à celles plus « douces » à partir des années 1980.

Les premières zones ont été classées par le colonisateur en vue d'une exploitation de la **faune**⁹ notamment à travers la chasse. Ce n'est qu'en 1925 qu'il y a eu la prise d'arrêtés réglementant la chasse et instituant par la même occasion des parcs de refuges pour la faune. En application de ce décret, il a été créé par arrêté du 16 avril 1926 les premières aires de conservation de la faune en Haute-Volta aujourd'hui Burkina Faso : un parc refuge dans le cercle de Gaoua, un parc refuge dans le cercle de Fada N'Gourma et trois parcs refuges dans le cercle de Koudougou.

Les parcs refuges du cercle de Koudougou correspondent aux actuelles forêts classées de Baporo, Kalio et Laba. Le parc National du West né du parc de Fada N'Gourma.

Devant l'importance du braconnage, le législateur a aussi instauré de nombreuses aires classées à statuts diversifiés, pour protéger et exploiter la faune.

Quant au secteur des forêts, leur classement fait suite à l'adoption du Décret du 4 juillet 1935, portant constitution d'un domaine forestier dans l'Ex – Afrique Occidentale Française (AOF)

History and management mechanisms of protected areas

HISTORY AND DEVELOPMENT OF THE MANAGEMENT OF PROTECTED AREAS

Before colonization, the management of forest and **fauna**⁹ resources was governed by community rules whose application was monitored by land chiefs, assisted by the supervisors of hunter fraternities. A certain harmony existed and a great respect for nature. With the arrival of colonization, new forms of management were introduced which were ignorant of the traditional ways of the so-called indigenous or native peoples. This meant classification of the spaces and their resources for the profit of central power. During these colonial periods, entire villages were cleared off in order to establish the various protected areas, which was not without consequence for their good management. The people who found their lands being expropriated developed forms of resistance, something which

justified the initial methods of repression used by the authorities. These so-called “tough” methods soon gave way to “gentler” ones from the 1980s.

The first zones were classified by the colonists with a view to exploiting the fauna, notably through hunting. It was only in 1925 that decrees were created to regulate hunting, setting up refuge parks for the fauna at the same time. With the application of this order, on April 16th 1926 the first fauna conservation areas were created by decree in Upper Volta, known as Burkina Faso today: a refuge park in the circle de Gaoua, a refuge park in the circle de Fada N'Gourma and three refuge parks in the circle de Koudougou.

The refuge parks in the circle de Koudougou correspond to the current classified forests of Baporo, Kalio and Laba. The National Park of W arose from the park of Fada N'Gourma.

Faced with the scale of poaching, the legislator also set up numerous classified areas with various statutes to protect and exploit the fauna.

As for the forest sector, this was classified by adopting the Decree dated July 4th 1935, concerning the creation of a forest domain in the former French East Africa (AOF) which constitutes

comprenant l'actuel territoire du Burkina Faso avec pour principaux objectifs la mise en place de barrières végétales climatiques destinées à atténuer les influences des vents desséchants venant du nord (l'**harmattan**⁷), la protection des principaux cours d'eau, la constitution de réserves de bois, de charbon de bois, de bois d'œuvre et de bois de service et la création de réserves de faune pour l'exercice de la chasse. Aujourd'hui, la gestion des aires protégées est régie par la loi n° 006/97/ADP du 31 janvier 1997, portant Code Forestier au Burkina Faso [1].

IMPORTANCE DES AIRES PROTEGEES

La croissance de la population humaine et sa pression sur les ressources naturelles conduisent globalement à la **dégradation**⁷ continue des systèmes écologiques et de leurs services, qui se manifeste par des taux alarmants de la perte de **biodiversité**⁷. Pratiquement, les aires protégées sont donc considérées comme les unités de base d'un succès minimum ou maximum de la conservation de cette biodiversité à long terme et représentent de nos jours l'une des formes les plus importantes de l'utilisation des terres. La science et la politique de la conservation mènent une course contre le temps avec essentiellement deux types de questions. La première est: où

the current territory of Burkina Faso, with the main objectives of putting in place climatic plant barriers aimed at reducing the influences of the drying winds coming from the north (the **harmattan**⁷), the protection of the main watercourses, the constitution of wood, charcoal, timber and utility wood reserves and the creation of fauna reserves for carrying out hunting. Today the management of protected areas is governed by law n° 006/97/ADP of January 31st 1997, relating to the Forest Code in Burkina Faso [1].

IMPORTANCE OF PROTECTED AREAS

Ever growing human population and exploitation pressures lead globally to ongoing **degradation**⁷ of ecological systems and their services, manifested by alarming rates of **biodiversity**⁷ loss. Pragmatically, protected areas are therefore seen as the core units of successful conservation of a minimum – or maximum – of this biodiversity in the long term and represent one of the most important forms of land use today. Conservation science and politics struggle in a race against time with basically two kinds of questions. The first is: where to set up these last refuges to conserve a maximum of different landscapes, species

and gene pools? The second is at least as complex as the first, and probably still more important: how to manage these areas so that they fulfill their original purpose and do not suffer their fates as mere paper parks?

Since the 1980s, the state of Burkina Faso has demonstrated its willingness to act upon these challenges by accepting its national and international obligations concerning the preservation of biodiversity. It signed several international treaties and conventions, like the Convention on Biodiversity (CBD) or the Convention to Combat Desertification. At the same time it has integrated fundamental social and ecological principles of modern protected area management like the participation of local communities or the **ecosystem**⁷ approach in its legislation, policies and programs. More than 39 000 km², which approximately corresponds to 14 % of its national territory, have been designated as protected area (WDPA 2008). Furthermore, international financial and technical donors have been attracted and actively taken part in ambitious programs to implement policies into effective management of these classified areas. The fauna protection areas, as components of the natural ecosystems, constitute a source of supply of forest and fauna

and gene pools? The second is at least as complex as the first, and probably still more important: how to manage these areas so that they fulfill their original purpose and do not suffer their fates as mere paper parks?

Since the 1980s, the state of Burkina Faso has demonstrated its willingness to act upon these challenges by accepting its national and international obligations concerning the preservation of biodiversity. It signed several international treaties and conventions, like the Convention on Biodiversity (CBD) or the Convention to Combat Desertification. At the same time it has integrated fundamental social and ecological principles of modern protected area management like the participation of local communities or the **ecosystem**⁷ approach in its legislation, policies and programs. More than 39 000 km², which approximately corresponds to 14 % of its national territory, have been designated as protected area (WDPA 2008). Furthermore, international financial and technical donors have been attracted and actively taken part in ambitious programs to implement policies into effective management of these classified areas. The fauna protection areas, as components of the natural ecosystems, constitute a source of supply of forest and fauna

Les aires de protection de la faune en tant que composantes des écosystèmes naturels constituent une source d'approvisionnement en produits forestiers et fauniques pour les populations locales, mais également de recettes aussi bien pour le trésor public que les acteurs locaux. L'aménagement et l'exploitation des aires protégées ont permis de générer annuellement environ 1 500 000 000 FCFA (environ 3 000 000 US\$) de recettes directes, la création de plus de 15 000 emplois permanents et saisonniers, le renforcement de la coopération décentralisée à travers les contacts avec les chasseurs touristes, l'amélioration de l'alimentation des populations par l'apport de 200 tonnes de viande de gibier [2].

En outre, les aires protégées constituent les derniers sites de conservation de la biodiversité du pays, de pérennisation des pratiques socioculturelles.

MECANISMES DE GESTION DES AIRES DE PROTECTION FAUNIQUE

La gestion des aires de protection de la faune consiste à mettre en œuvre des actions d'aménagement de l'**habitat**⁷, de la protection contre les activités illégales, du suivi écologique et de la valorisation de leurs ressources (chasse, capture, **écotourisme**⁷, ...).

products for the local inhabitants, but also revenue both for the public treasury and local people. Development and exploitation of the protected areas allow for generating 1 500 billion CFA francs (3 million US\$) of direct annual revenue, creating over 15 000 permanent and seasonal jobs, strengthening decentralized cooperation by means of contacts with hunting tourists, and improving food supply for the populations by provision of 200 tons of game meat [2].

Above all, the protected areas constitute the last sites of biodiversity conservation in the country, and of the perpetuation of socio-cultural practices.

MANAGEMENT MECHANISMS OF THE FAUNA PROTECTION AREAS

The management of the Fauna Protection Areas consists of putting into practice actions for developing the **habitat**⁷, for protection against illegal activities, ecological monitoring and promotion of their resources (hunting, tracking, eco-tourism ...). Since 1995, Burkina Faso has undertaken an extensive reform of its fauna management policy which favours a tri-party State-Private-Local Inhabitants approach by turning the protected areas

Depuis 1995, le Burkina Faso a entrepris une réforme profonde de sa politique de gestion de la faune qui privilégie une approche tri-partite Etat-Privé-Populations locales à travers la concession des aires protégées avec des objectifs de gestion bien définis en fonction du statut des zones concernées. Le secteur privé est composé de personnes physiques ou morales de droit privé burkinabé chargées de créer les conditions pour une exploitation durable des ressources des concessions. Il existe des concessions de chasses (grande et petite chasses) et des concessions de tourisme de vision. En outre, une bonne gestion d'une aire protégée requiert une bonne connaissance de celle-ci à travers le suivi écologique, accompagné un plan d'aménagement qui est validé par le Ministre en charge de la faune après avis du comité provincial d'aménagement du territoire (CPAT). Le plan d'aménagement est un document d'orientation et de planification dont se dotent les gestionnaires (Etat, concessionnaires et populations riveraines) pour l'utilisation et la conservation durable des ressources de l'aire protégée.

L'aménagement de l'aire de protection faunique doit tenir compte des besoins d'espaces de migration pour certaines espèces, et aussi de la nécessité d'une **connectivité**⁷ entre les différentes aires protégées voisines.

into concessions with well-defined management objectives, by way of statutes for the zones concerned. The private sector is composed of individuals or corporate bodies under private Burkinabé law charged with creating the conditions for sustainable exploitation of the resources of the concessions. There are hunting concessions (large and small game hunting) and viewing tourist concessions. Besides this, good management of a protected area requires good knowledge of it through ecological monitoring and should be accompanied by a development plan validated by the Minister for Fauna, based on the advice of the provincial development committee of the territory (CPAT). The development plan is an orientation and planning document which the managers (state, concessionaires and local inhabitants) are equipped with for the use and sustainable conservation of the resources of the protected area.

The development of the Fauna Protection Area must take into account the space requirements for the migration of certain species, and also the need for **connectivity**⁷ between the various neighbouring protected areas.

The four management regimes are basically: management controlled by state services, the concessions with private operators,

Les quatre régimes de gestion sont essentiellement : la gestion en régie par les services étatiques, les concessions aux opérateurs privés, les concessions aux communautés locales organisées en association ou aux collectivités territoriales et les concessions aux ONG écologistes.

La gestion en régie par les services étatiques concerne les zones qui n'ont pas été concédées. Ce sont ces services qui sont chargés de l'aménagement, de la surveillance et de l'exploitation. Cependant, certains volets de l'exploitation peuvent être contractés avec le privé. Un exemple de ce type de gestion concerne le **ranch**⁷ de gibier de Nazinga où seules la chasse et la pêche sont confiées à des opérateurs privés.

La concession aux opérateurs privés qui sont chargés des aménagements et de l'exploitation des différentes ressources de l'aire protégée. Le rôle des services étatiques étant l'encadrement et la surveillance de la zone. L'opérateur privé est tenu de participer au financement des actions de développement des villages riverains. A ce jour, 15 aires fauniques sont concédées à des opérateurs privés.

La concession aux ONG est similaire à celle avec les opérateurs économiques privés, à la différence que les ONG ne recherchent pas un profit financier dans leurs interventions. Elles

développement des initiatives pour accompagner les populations riveraines et surtout leur implication dans la gestion des aires. Une seule expérience a été faite avec une ONG nationale au niveau du parc national de Pô dit Kaboré Tambi.

L'association inter-villageoise de gestion des ressources naturelles et de la faune (AGEREF) de Comoé-Léraba, structure faitière de 17 villages est attributaire depuis 2001 de la forêt classée et réserve partielle de faune de la Comoé-Léraba. C'est une expérience de gestion directe d'une aire protégée par les communautés riveraines.

En plus des structures de conception de politiques au niveau national comme la Direction générale chargée des forêts et de la faune, on note la création récente de l'Office National des Aires Protégées (OFINAP) qui a pour vocation la prise en charge de la gestion des aires protégées qui lui seront confiées et de l'accompagnement des concessionnaires dans la mise en œuvre des contrats et des cahiers de charge régissant la gestion des concessions.

local community concessions organized as associations or territorial collectivities and the concessions of NGO ecologists.

Management controlled by state services concerns the zones which have not been offered as concessions. It is these services who are given the task of development, surveillance and exploitation. However, certain sections of exploitation can be contracted privately. One example of this type of management concerns the game **ranch**⁷ of Nazinga, where only hunting and fishing are conceded to private operators.

Concessions are given to private operators who are responsible for development and exploitation of the various resources of the protected area. The role of the state services is the supervision and surveillance of the zone. The private operator is obliged to participate in the financing of development actions for the local villages. To date, 15 fauna areas have been given to private operators as concessions.

The concession to the NGOs is similar to that for private commercial operators with the difference that the NGOs are not looking for financial gain from their involvement. They are developing initiatives to assist the local people, especially for involving them in managing the areas. A single experiment was

made with a national NGO at the National Park of Pô called Kaboré Tambi.

The inter-village association for the management of natural resources and fauna (AGEREF) of Comoé-Léraba, an executive structure of 17 villages has been a contributor to the listed forest and partial fauna reserve of Comoé-Léraba since 2001. It is an experiment in the direct management of a protected areas by the local communities.

In addition to the policy conception structures at national level, such as the General Management responsible for forest and fauna, we have seen the recent creation of the National Office for Protected Areas (OFINAP) whose role is taking on the management of the protected areas which have been conferred to it and helping the concessionaires in putting into practice contracts and specifications for controlling the management of the concessions.

7.2

Le réseau d'Aires Protégées

Urbain BELEMSOBGO
Pierre KAFANDO
Basile A. ADOUABOU
Somanegré NANA
Sia COULIBALY
Assan GNOUMOU
Tillmann KONRAD

Les aires protégées dans ce chapitre regroupent essentiellement les zones classées à vocation forestière et/ou faunique établies par l'Etat et les Collectivités Territoriales. Il s'agit des parcs nationaux, des réserves totales et partielles de **faune**⁷, des **ranches**⁷ de gibier, des zones **cynégétiques**⁷, des forêts classées, des refuges locaux (Bois sacrés) et des zones villageoises d'intérêt cynégétique (ZOVIC). Les correspondances entre ces catégories et celles de l'UICN [3] ont été établies dans le tableau 7.1.

Le domaine forestier classé de l'Etat couvre une superficie totale estimée à 3,9 millions d'hectares, soit environ 14 % de la superficie du territoire national. Il est composé de soixante dix sept (77) aires classées. A ce domaine de l'Etat s'ajoute celui des collectivités territoriales composé essentiellement de refuges locaux et de zones villageoises d'intérêt cynégétique (ZOVIC) (Tab. 7.2). Le souci de la gestion participative a permis la mise en place de Zones

villageoises d'intérêt cynégétique (ZOVIC) qui jouent le rôle de zones tampons mais qui sont aussi exploitées pour la chasse au profit des villages.

LES AIRES DE PROTECTION FAUNIQUE

Les aires protégées à vocation faunique constituent un ensemble d'espaces classés représentatifs des différents **écosystèmes**⁷ burkinabé. Elles représentent les principaux sites de conservation de la **biodiversité**⁷ faunique et floristique du Burkina Faso. La carte 7.1 illustre la répartition des ces aires de protection de la faune en fonction des unités **phytogéographiques**⁷ du Burkina Faso.

LES PARCS NATIONAUX

Le Burkina Faso compte deux parcs nationaux légalement constitués dont les formes de valorisation sont essentiellement l'**écotourisme**⁷ au regard de leurs potentialités et de leur statut. Il s'agit du parc national du W (235 000 ha) situé dans la province de la Tapoa au sud-est du Pays, et du parc national de Pô dit parc national Kaboré Tambi (PNKT) avec une superficie de 155 500 ha.

Network of Protected Areas

The protected areas in this chapter include all the zones classified as having a forest and/or **fauna**⁷ purpose established by the State and Territorial Community Groups. This involves national parks, total and partial fauna reserves, game **ranches**⁷, hunting zones, classified forests, local refuges (sacred woods) and village zones of hunting interest (ZOVIC). The connections between these categories and those of IUCN [3] are shown in table 7.1.

The listed State forest domain covers a total area estimated at 3.9 million hectares, being around 14 % of the area of the national territory. It is composed of seventy-seven (77) listed areas. To this State domain we can add those territorial collectivities composed of local refuges and village zones of hunting interest (ZOVIC) (Tab. 7.2). The concern of the participative management has allowed village zones of hunting interest (ZOVIC) to

be set up as buffer zones, but which are also used for hunting for the benefit of the villages.

FAUNA PROTECTION AREAS

The protected areas intended for fauna constitute the main classified area of the different Burkinabé **ecosystems**⁷. They represent the main conservation sites of fauna and **flora**⁷ **biodiversity**⁷ in Burkina Faso. Map 7.1 illustrates the distribution of these fauna protection areas distributed over the **phytogeographical**⁷ units of Burkina Faso.

THE NATIONAL PARKS

Burkina Faso has two legally constituted national parks for which the forms of promotion are essentially eco-tourism in view of their potential, and their status. These are the W national park (235 000 ha) located in the province of Tapoa in the south-east of the country, and the national park of Pô, called *parc national Kaboré Tambi* (PNKT) with 155 500 ha.

LES RESERVES TOTALES DE FAUNE

Elles sont constituées d'aires protégées que sont la réserve totale de faune d'Arly (76 000 ha), la réserve totale de faune de Madjoari (17 000 ha), la réserve totale de faune de Singou (192 800 ha) et la réserve totale de faune de Bontioli (12 700 ha). Les réserves totales d'Arly et de Madjoari sont aujourd'hui gérées comme un parc

national et des démarches sont en cours pour créer le futur Parc National d'Arly. Quant à la réserve totale du Singou, une partie est gérée comme ranch de gibier (151 800 ha) et l'autre est annexée à une partie de la réserve partielle d'Arly pour former la concession de chasse de Konkombouri.

Tab. 7.1: Caractéristiques des aires protégées du Burkina Faso et leurs statuts suivant la base de données WDPA de l'UICN.

Characteristics of the protected areas of Burkina Faso and their status according to the WDPA database from the IUCN.

Classification	Nom	Année	Superficie (ha)	Catégories UICN
Classification	Name	Year	Area (ha)	IUCN Categories
Dénominations nationales				
National denominations				
Parcs nationaux (chasse interdite)	W	1957	235	II
National parks (hunting forbidden)	Kaboré Tambi	1976	156	II
	Arly	1954	76	I
Réerves totales de faunes (chasse interdite)	Singou	1955	193	I
Total faunal reserves (hunting forbidden)	Bontioli	1957	13	I
	Madjoari	1970	17	I
	Arly	1954	90	IV
Réerves partielles faunes	Pama	1955	224	IV
(autorisation de chasse avec permis)	Bontioli	1957	30	IV
Partial faunal reserves (hunting authorized with permit)	Nabéré	1957	37	IV
	Kourtiagou	1957	51	IV
	Comoé Leraba	2001	125	IV
Forêts classées gérées comme réserves de faunes	12			IV
Classified forests managed as fauna reserves				
Réserve sylvo-pastorale et réserve partielle de Faune	Sahel	1970	1 600 000	VI
Sylvopastoral reserve and partial fauna reserve				
Ranch Ranch	Nazinga	2000	94	VI
Forêts classées (droits d'usages traditionnels autorisés)	>70		> 1 112 7471	IV
Classified forests (traditional usage rights authorized)				
Zones villageoises de chasse (ZOVIC)	ca. 60			VI
Village hunting zones (ZOVIC)				
Dénominations internationales				
International denominations				
Réerves de biosphère	Mare aux Hippopotames	1986	19	
Biosphere reserves	W (transfrontalier trans-boundary)	2002	235	
	Mare d'Oursi	1990	45	
Sites RAMSAR	W	1990	235	
RAMSAR sites	Mare aux Hippopotamus	1990	19	

LES RESERVES PARTIELLES DE FAUNE

Le Burkina compte sept réserves partielles de faune qui sont distribuées dans trois zones géographiques.

À l'Est il y a la réserve partielle de faune d'Arly (130 000 ha), la réserve partielle de la Kourtiagou (51 000 ha) et la réserve partielle de faune de Pama (223 700 ha).

Au Sud et au Sud-Ouest il y a la réserve partielle de faune de Bontioli (29 500 ha), la réserve partielle de faune de Nabéré (36 500 ha) et la forêt classée et réserve partielle de faune de la Comoé – Léraba (124 500 ha).

Au Nord il y a la réserve sylvo-pastorale et partielle de faune du Sahel (1 600 000 ha) qui comporte cinq aires de protection de la faune (AFP). Il s'agit des aires de protection de faune du Béli, de Nassoumbou, d'Oursi, de Seno-Mango et de Darkoye.

À l'exception des APF du Sahel, toutes les réserves de faune sont concédées à des privés pour gestion. La forêt classée et réserve partielle de faune de la Comoé – Léraba est une particularité, puisqu'elle a été concédée à une organisation communautaire qu'est l'Association inter-villageoise de gestion des ressources naturelles et de la faune (AGEREF).

TOTAL FAUNA RESERVES

These consist of the total fauna reserve of Arly (76 000 ha), the total fauna reserve of Madjoari (17 000 ha), the total fauna reserve of Singou (192 800 ha) and the total fauna reserve of Bontioli (12 700 ha). The total reserves of Arly and Madjoari are now managed as a national park and steps are underway to create the future national park of Arly. As for the total reserve of Singou, part of it is managed as a game ranch (151 800 ha) and the other part is attached to part of the partial reserve of Arly to form the Konkombouri hunting concession.

PARTIAL FAUNA RESERVES

Burkina has seven partial fauna reserves which are distributed over three geographical zones.

In the East there is the partial fauna reserve of Arly (130 000 ha), the partial reserve of Kourtiagou (51 000 ha) and the partial fauna reserve of Pama (223 700 ha).

In the South and South-West there is the partial fauna reserve of Bontioli (29 500 ha), the partial fauna reserve of Nabéré (36 500 ha) and the listed forest and partial fauna reserve of Comoé-Léraba (124 500 ha).

RANCH DE GIBIER

La forêt classée et ranch de Gibier de Nazinga (91 300 ha) est unique au Burkina Faso de par son statut et son mode de gestion.

LES FORETS CLASSEES A VOCATION FAUNIQUE

Treize forêts classées sont gérées comme réserves fauniques. Il s'agit de celles des Deux Balé (57 000 ha), de Dibon (24 000 ha), la réserve de la Biosphère⁷ de la mare aux hippopotames (19 200 ha), la forêt classée de la Sissilli (32 700 ha), de Pâ (15 625 ha), de la Mou (34 000 ha), du Sourou (14 000 ha), de Sâ (5 400 ha), de Gonsé (6 000 ha), de Boulon (12 000 ha), de Koflandé (30 000 ha) et de Dida (75 000 ha) et de Koulbi (40 000 ha).

AUTRES ZONES CYNEGETIQUES

Ce sont des aires protégées qui sont gérées comme telle en raison de leurs potentialités fauniques, mais qui n'ont pas de textes de classement. Elles sont situées dans la région de l'Est autour des réserves de faune et autres parcs nationaux. Il s'agit de la zone cynégétique de Pagou-Tandougou (35 000 ha), de la zone cynégétique de Wamou (64 246 ha), la zone cynégétique de Tapoa-Djerma (30 000 ha) et de la zone cynégétique de Koakrana (25 000 ha).

In the North there is the sylvopastoral and partial fauna reserve of the Sahel (1 600 000 ha) which comprises five Fauna Protection Areas (AFP): the fauna protection areas of Béli, Nassoumbou, Oursi, Seno-Mango and Darkoye.

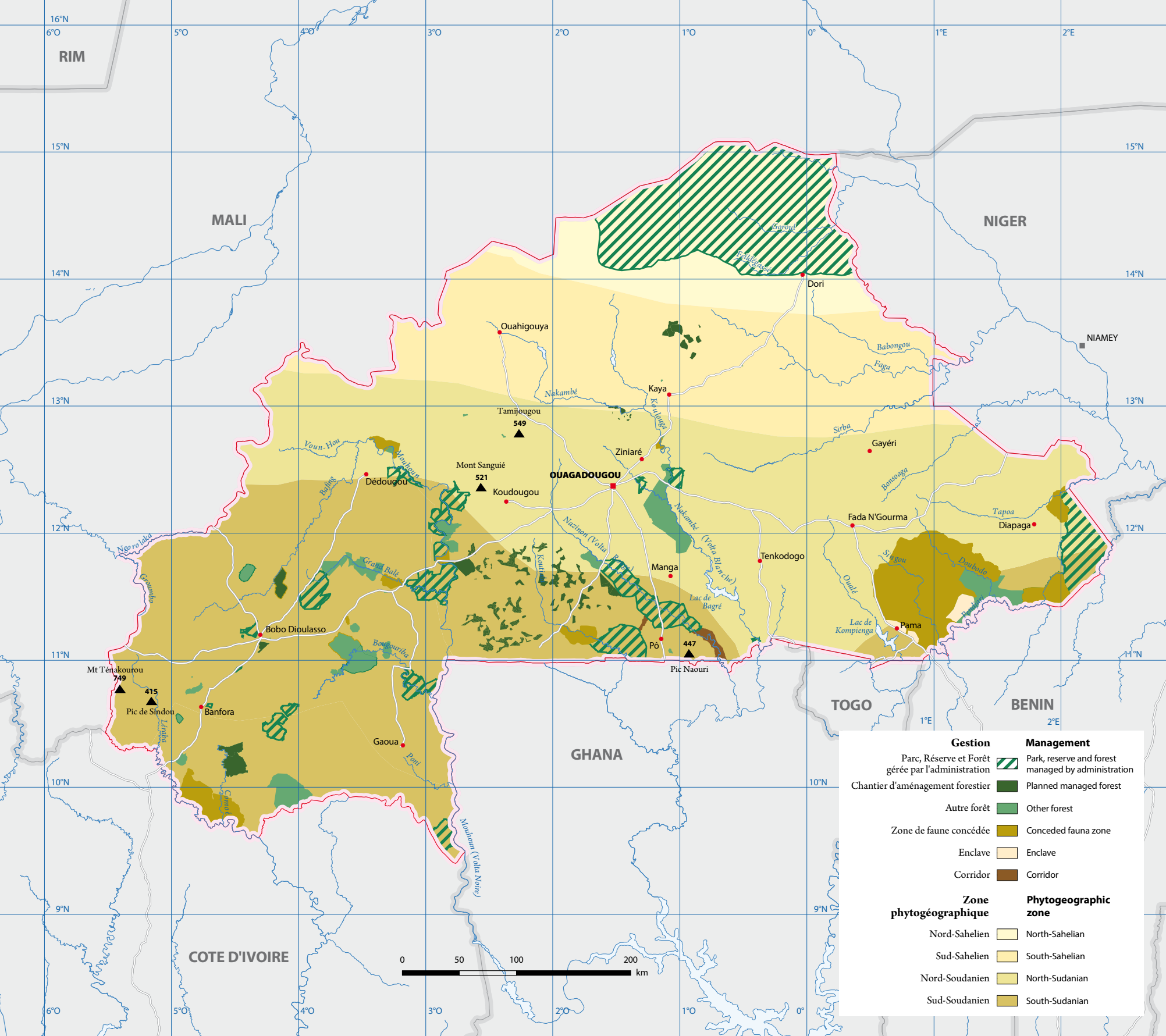
With the exception of the APFs of the Sahel, all the fauna reserves have been conceded to private individuals for management. The listed forest and partial fauna reserve of Comoé-Léraba is a special case since it was conceded to a community organization, which is the inter-village Association for the Management of Natural Resources and Fauna (AGEREF).

GAME RANCH

The listed forest and game ranch of Nazinga (91 300 ha) is unique in Burkina Faso both for its status and its management methods.

THE LISTED FOREST INTENDED FOR FAUNA

Thirteen classified forests are managed as fauna reserves: Deux Balé (57 000 ha), Dibon (24 000 ha), the biosphere⁷ reserve of the hippopotamus pool (19 200 ha), the classified forests of Sissilli (32 700 ha), Pâ (15 625 ha), Mou (34 000 ha),



Carte 7.1: Typologie de la gestion des aires protégées au Burkina Faso [28].

Map 7.1: Typology of the management of protected areas in Burkina Faso [28].

Tab. 7.2: Situation des ZOVIC au Burkina Faso.
Situation of the ZOVICs in Burkina Faso.

Province Province	ZOVIC délimitées reconnues ou en voie de reconnaissance ZOVIC delineated acknowledged or in the course of being acknowledged		Zones potentielles identifiées mais non délimitées Potential zones identi- fied but not delineated
	Villageoise Village	Inter-villageoise Inter-village	
Gourma	10	1	26
Tapoa	9	3	3
Kompienga	3	2	0
Sous total est Sub-total east	22	6	29
Sud Ouest	16		
Centre Est	5		
Centre Sud	7		
Centre Ouest	4		
Boucle du Mouhoun	10		
Total	64	6	29

Sourou (14 000 ha), Sâ (5 400 ha), Gonsé (6 000 ha), Boulon (12 000 ha), Koflandé (30 000 ha) and Dida (75 000 ha) and Koulbi (40 000 ha).

OTHER HUNTING ZONES

These are protected areas which are managed because of their fauna potential but which have no classification documents. They are situated in the region of the East around the fauna reserves and other national parks including the hunting zone of Pagou-Tandougou (35 000 ha), the hunting zone of Wamou (64 246 ha), the hunting zone of Tapoa-Djerma (30 000 ha) and the hunting zone of Koakrana (25 000 ha). These zones were conceded by private operators for organizing **safari**⁷ hunts.

LOCAL REFUGES AND VILLAGE ZONES OF HUNTING INTEREST (ZOVIC)

The local refuges and village zones of hunting interest are fauna areas listed under the name of territorial collectivities (local refuges) or basic communities (ZOVIC). The characteristics of the ZOVICs are shown in table 7.2.

Ces zones ont été concédées à des opérateurs privés pour l'organisation de la chasse **safari**⁷.

REFUGES LOCAUX ET LES ZONES VILLAGEOISES D'INTERET CYNEGETIQUE (ZOVIC)

Les refuges locaux et les zones villageoises d'intérêt cynégétique sont des aires de faune classées au nom des collectivités territoriales (refuge local) ou des communautés de base (ZOVIC). La situation des ZOVIC se présente comme suit (Tab. 7.2).

LES FORETS CLASSEES ET LES FORETS PROTEGEES

Le Burkina Faso compte 77 forêts classées dont 27 à vocation faunique et 50 à vocation forestière; 4 zones cynégétique et 9 forêts protégées.

Au terme de la loi, la forêt protégée est tout espace du domaine forestier des collectivités territoriales décentralisées qui n'a pas fait l'objet de classement au nom de l'Etat ou de personnes privées.

Comme toutes les aires protégées, ces forêts protégées regorgent plus de diversité par rapport aux terroirs environnants.

Cette diversité floristique varie en fonction de la superficie et de la

CLASSIFIED FORESTS AND PROTECTED FORESTS

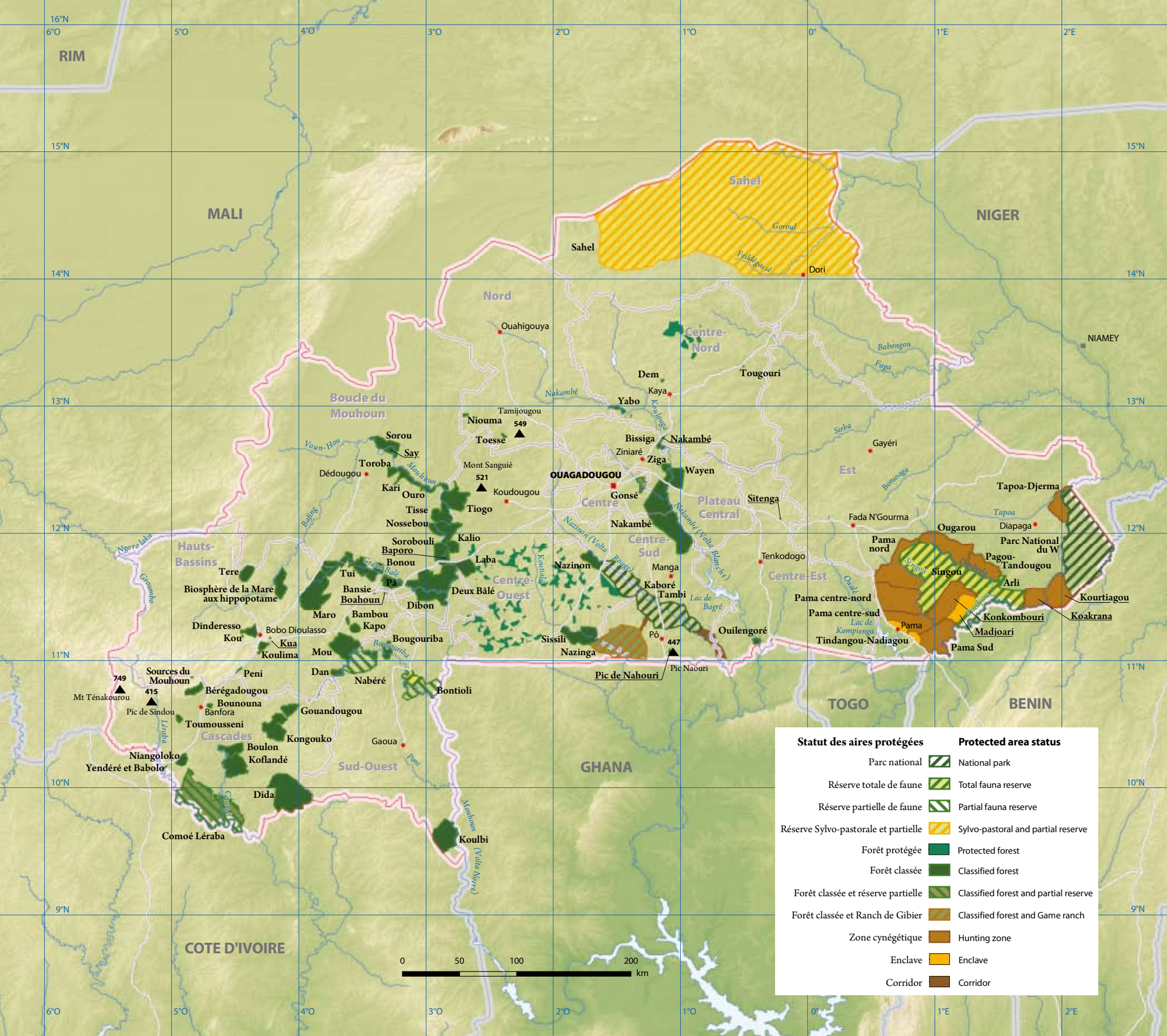
Burkina Faso has 77 classified forests of which 27 are intended for fauna and 50 are intended for forestry; 4 hunting zones and 9 protected forests.

Under the terms of law a protected forest is the entire area of the forest domain of the decentralized territorial collectivities which has not been subject to classification in the name of the State or any private individual.

Like all the protected areas, these protected forests show more diversity compared to their surroundings. This floristic diversity varies based on the area and the diversity of the **habitats**⁷ of each classified forest.

In Burkina Faso sustainable development of the forests is supported by the involvement of the inhabitants, self-financing (total or partial) the forest management and the application of a type of forestry which accounts for the dynamic of forest formations and socio-economic necessities. Forest development does not exclusively concern the State classified forests, but also the forests in the protected domain.

The majority of classified forests today are experiencing destruction of a magnitude which varies from one location to



Carte 7.2: Aires protégées du Burkina Faso [29].

Map 7.2: Protected areas of Burkina Faso [29].

diversité des **habitats**⁷ de chaque forêt classée.

Au Burkina Faso l'aménagement durable des forêts est sous – tendu par la participation des populations, l'autofinancement (total ou partiel) de la gestion forestière et l'application d'une sylviculture qui tienne compte de la dynamique des formations forestières et des impératifs socio-économiques. L'aménagement forestier ne concerne pas exclusivement les forêts classées de l'Etat, mais également des forêts du domaine protégé.

La plupart des forêts classées connaissent de nos jours une **dégradation**⁷ dont l'ampleur varie d'une localité à une autre. Faute de moyens (humains, financiers et matériels) et d'intérêt marqué, elles sont moins entretenues comparativement aux aires fauniques et presque toutes sont soumises aux pressions agricoles, pastorales, aux feux de brousse. Certaines doivent leur existence que par leur nom. Par contre celles qui bénéficient de financement sont mieux entretenues et présentent une diversité importante.

another. Due to lack of means (human, financial and material) and lack of strong interest they are less maintained in comparison with the fauna areas and almost all are subject to agricultural, pastoral and bush fire pressures. Some exist only as a name. In contrast, those which benefit from financing are better maintained and display great diversity.

Tab. 7.3: Liste des aires classées du Burkina Faso. | List of the classified sites of Burkina Faso.

Aires à vocation faunique Protected area for fauna conservation	Superficie (ha) Area (ha)	Zone climatique Climatic zone	Secteur phytogéographique Phytogeographic sector	Région administrative Administrative region
Parcs nationaux National parks	391			
Pô (dit called Kaboré Tambi)	156	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Centre Sud
W	235	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Est
Réserves totales de faune Total fauna reserves	12 986			
Arly	76	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Est
Bontioli	12 700	Soudanien Sudanian	Nord soudanien North Sudanian	Sud-Ouest
Madjoari	17	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Est
Singou	193	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Est
Réserves partielles de faune Partial fauna reserves	1 600 603			
Arly	130	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Est
Bontioli	30	Soudanien Sudanian	Sud-Soudanien South Sudanian	Sud-Ouest
Comoé - Léraba (Forêt classée et réserve partielle de faune Classified forest and partial fauna reserve)	125	Soudanien Sudanian	Sud-Soudanien South Sudanian	Cascades
Gonsé (Forêt classée et réserve partielle de faune Classified forest and partial fauna reserve)	6	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Centre
Kourtiagou	51	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Est
Nabéré	37	Soudanien Sudanian	Sud-Soudanien South Sudanian	Sud-Ouest
Pama	224	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Est
Sahel (Réserve sylvo-pastorale et partielle de faune Sylvopastoral and partial fauna reserve)	1 600 000	Soudanien Sudanian	Nord soudanien North Sudanian	Sahel
Ranch de gibier Game ranch	91			
Nazinga (Forêt classée et ranch Classified forest and game ranch)	91	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Centre Sud
Forêt classée à vocation faunique Classified forest for fauna	319			
Boulon	12	Soudanien Sudanian	Sud-Soudanien South Sudanian	Cascades
Deux Balé	57	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Boucle du Mouhoun
Dibon	24	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Hauts-Bassins
Dida	75	Soudanien Sudanian	Sud-Soudanien South Sudanian	Cascades
Koflandé	30	Soudanien Sudanian	Sud-Soudanien South Sudanian	Cascades
Koulbi	40	Soudanien Sudanian	Sud-Soudanien South Sudanian	Sud-Ouest
La Mou	34	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud-Soudanien South Sudanian	Hauts-Bassins
Mare aux hippopotames	19	Soudanien Sudanian	Sud-Soudanien South Sudanian	Hauts-Bassins
Pà	16	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud-Soudanien South Sudanian	Boucle du Mouhoun
Sâ	5	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Boucle du Mouhoun
Sissili	33	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud-Soudanien South Sudanian	Centre-Ouest
Sourou	14	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Boucle du Mouhoun
Zones cynégétiques Hunting zones	154			
Koakrana	25	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Est
Ouamou (Ougarou)	64	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Est
Pagou-Tandougou	35	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Est
Tapoa Djerma	30	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Est
Total	3 454 671			

Aires à vocation forestière Protected area for plant conservation	Superficie (ha) Area (ha)	Zone climatique Climatic zone	Secteur phytogéographique Phytogeographic sector	Région administrative Administrative region
Forêts classées Classified forests				
Babolo	550	Soudanien Sudanian	Sud soudanien South Sudanian	Cascades
Bahon	1 600	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Hauts-Bassins
Bambou	1 800	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Hauts-Bassins
Bansié	300	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Hauts-Bassins
Baporo	4 800	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Centre-Ouest
Barrage de Ouagadougou	260	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Centre
Bérégadougou	5 000	Soudanien Sudanian	Sud soudanien South Sudanian	Cascades
Bissaga	4 100	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Plateau Central
Bougouriba	8 500	Soudanien Sudanian	Sud soudanien South Sudanian	Sud-Ouest
Bonou	1 700	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Boucle du Mouhoun
Bounouna	1 300	Soudanien Sudanian	Sud soudanien South Sudanian	Cascades
Dan	4 300	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Hauts-Bassins
Dem	350	Sahélien Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Centre-Nord
Dindéresso	8 500	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Hauts-Bassins
Gouandougou	9500	Soudanien Sudanian	Sud soudanien South Sudanian	Cascades
Kalyo	12 000	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Centre-Ouest
Kapo	9 900	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Hauts-Bassins
Kari	13 000	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud et Nord soudanien South and North Sudanian	Boucle du Mouhoun
Kongouko	27000	Soudanien Sudanian	Sud soudanien South Sudanian	Cascades
Kou	117	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Hauts-Bassins
Koua	350	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Hauts-Bassins
Koulima	2 150	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Hauts-Bassins
Laba	16 750	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Centre-Ouest
Maro	50 000	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Hauts-Bassins
Nakanbé	2 000	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Centre-Nord
Nakambé (Ex-Volta rouge)	98 000	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Centre-Sud
Nazinon	35 000	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Centre-Ouest
Niangoloko	6 654	Soudanien Sudanian	Sud soudanien South Sudanian	Cascades
Niouma	735	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Nord
Nosébou	14 000	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Boucle du Mouhoun
Ouilingoré	6 850	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Centre-Est
Ouoro	14 000	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Boucle du Mouhoun
Péni	1 200	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Hauts-Bassins
Pic Nahouri	836	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Centre-Sud
Sitenga	840	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Centre-Est
Sorobouly	5 800	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Boucle du M ouhoun
Source du Mouhoun	100	Soudanien Sudanian	Sud soudanien South Sudanian	Cascades
Téré	10 700	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Hauts-Bassins

Aires à vocation forestière Protected area for plant conservation	Superficie (ha) Area (ha)	Zone climatique Climatic zone	Secteur phytogéographique Phytogeographic sector	Région administrative Administrative region
Forêts classées Classified forests				
Tiogo	37 600	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud et Nord soudanien South and North Sudanian	Centre-Ouest
Tissé	21 500	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud et Nord soudanien South and North Sudanian	Boucle du Mouhoun
Toroba	2 700	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Boucle du Mouhoun
Tougouri	40	Sahélien Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Centre-Nord
Toumousséni	2 500	Soudanien Sudanian	Sud soudanien South Sudanian	Cascades
Tuy	50 000	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Hauts-Bassins
Twessé	490	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Nord
Wayen	12 000	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Plateau Central
Yabo	1 000	Sahélien Sahelian	Sud soudanien South Sudanian	Centre-Nord
Yakala	1 600	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Centre-Est
Yendéré	700	Soudanien Sudanian	Sud soudanien South Sudanian	Cascades
Ziga	9 000	Soudano-sahélien Sudano-Sahelian	Nord soudanien North Sudanian	Plateau Central
Total	519 672			

GROS PLAN

Le Parc National du W du Burkina Faso : un parc aux énormes potentialités

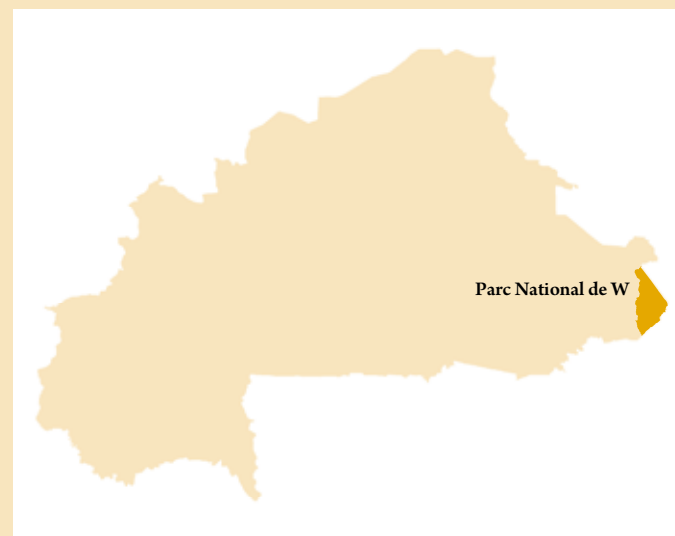
Blandine M.I. NACOULMA, Oumarou OUEDRAOGO

Le Parc National du W fait partie d'un réseau transfrontalier d'aires protégées entre le Burkina Faso, le Bénin et le Niger. D'une superficie totale de 1 023 000 hectares, dont 220 000 hectares pour la partie nigérienne, 568 000 hectares pour la partie béninoise et 235 000 hectares pour la partie burkinabé, ce réseau constitue le plus vaste domaine de conservation de la biodiversité⁷ pour l'Afrique de l'Ouest. Le Parc National du W du Burkina Faso est localisé dans la province de la Tapoa, située dans la partie orientale du pays et s'étend entre les parallèles 11°30' et 12°25' de latitude Nord et les méridiens 1°55' et 2°30' de longitude Est.

Créé le 4 août 1954, son statut a connu beaucoup de modifications entre 1926 et 1954. Ainsi, l'arrêté du 16 avril 1926 précisait la création d'un parc de refuge constitué par l'actuel Parc National du W du Burkina Faso (Fig. 7.1) et celui du Niger. Ensuite, l'arrêté N°2606 du 14 avril 1953 devrait annuler le précédent en ce qui concerne la partie du parc de refuge située en territoire burkinabé et fut transformée en réserve totale de faune. Cette réserve est transformée en Parc National le 04 août 1954 par l'arrêté N°6009 SET.



Fig. 7.1: A l'entrée du Parc National du W (Poste forestier de Kabougou). | At the entrance to the W National Park (Forest post at Kabougou). BNA



Son nom W, vient de la forme du lit du fleuve Niger qui constitue sa limite nord. Aussi, le parc W représente depuis le 11 Novembre 2002, le seul exemple de réserve de Biosphère⁷ Transfrontalière (RBT) du continent africain. Toutefois, son mode de gestion diffère toujours d'un pays à l'autre.

Statut et mode de gestion

Le parc national du W du Burkina Faso appartient à la catégorie II des aires protégées de l'UICN. Bien que la fauche de la paille et la cueillette des fruits de baobab y soient autorisées et régulées, cette aire protégée conserve toujours son statut suivant la dénomination de l'UICN. Toutefois, ces permissions pour la subsistance des populations riveraines ne devraient en aucune manière avoir d'incidences négatives sur les objectifs de gestion.

Les stratégies de gestion se résument en deux points fondamentaux à savoir:

La surveillance et le suivi écologique

Ce programme s'exécute à travers les patrouilles, l'entretien de certaines infrastructures, la réfection du réseau de pistes et la mise des feux d'aménagement. La surveillance est assurée par les forestiers qui sont appuyés par des pisteurs (Fig. 7.2) et des éclaireurs résidant dans les villages riverains. L'ouverture des pistes se fait annuellement à la fin de la saison pluvieuse et après les feux précoces.

Le tourisme de vision

Le tourisme de vision constitue la principale activité génératrice de revenus dans le parc du W. La grande faune⁷ et l'avifaune⁷ constituent le principal objet d'attraction des visiteurs. La période de vision se situe entre les mois de Décembre et Mai. Dans le cadre de l'éducation environnementale, des visites guidées sont organisées chaque année au niveau du scolaire et du secondaire dans le cadre du programme ECOPAS (Écosystèmes Protégés en Afrique Soudano-Sahélienne).

Toutefois l'activité touristique reste à promouvoir car les recettes générées actuellement sont insignifiantes pour la gestion des parcs comparativement

Fig. 7.2: Des pisteurs en route pour la patrouille. | Rangers going on patrol. BNA



aux ressources financières générées par la chasse sportive pratiquée dans les réserves partielles. Par conséquent, depuis leur création, les parcs comme celui du W sont souvent perçus comme étant contre l'intérêt des populations riveraines.

La biodiversité du parc national du W

La faune

La faune du parc W est très diversifiée. On y rencontre près d'une centaine d'espèces de **mammifères**⁷ [4] dont presque tous les géants de la savane. La grande faune est représentée essentiellement par les Hippotragues (*Hippotragus equinus koba*), les bubales (*Alcelaphus buselaphus major*), les buffles (*Syncerus caffer savanensis*), les éléphants (*Loxodonta africana*), les lions (*Panthera leo*), les hippopotames (*Hippopotamus amphibius*), les cobs defassa (*Kobus ellipsiprymnus defassa*), les cobs de buffon (*Kobus (Adenota) kob kob*), les guïbs harnachés (*Tragelaphus scriptus scriptus*), les phacochères (*Phacochœrus africanus*) et les cynocéphales. Il y aurait également environ 534 espèces d'oiseaux [5].

Végétation et flore

La végétation est constituée majoritairement de savanes arborées, arbustives et herbeuses et localement de forêts claires ainsi que de forêts **ripicoles**⁷. Elle renferme environ 500 espèces de **plantes supérieures**⁷ [6] et de grands arbres emblématiques comme le baobab (*Adansonia digitata*), le rônier (*Borassus aethiopum*), le néré (*Parkia biglobosa*), le karité (*Vitellaria paradoxa*), le kapokier à fleurs rouges (*Bombax costatum*), le bouleau d'Afrique (*Anogeissus leiocarpa*), le lingué (*Azzeria africana*), le doka (*Isobertinia doka*). En outre, on y trouve de nombreuses espèces menacées de disparition dans les villages riverains dont notamment certaines plantes médicinales telles que l'ébène de l'ouest africain (*Diospyros mespiliformis*), le caïlcédrat (*Khaya senegalensis*), le saucissonnier (*Kigelia africana*), le cèdre de zone sèche (*Pseudocedrela kotschyi*) et l'arbre à encens (*Boswellia dalzielii*). Enfin, il existe une **flore**⁷ particulière renfermant des espèces du secteur **phytogéographique**⁷ sud-soudaniennes comme *Kigelia africana*, *Monotes kerstingii*, *Syzygium guineense*, *Dombeya multiflora*, etc.

Interaction faune-flore

Il existe une symbiose entre la faune et la végétation. Les animaux tels que les oiseaux, les éléphants, les chauves souris et les singes sont des grands disséminateurs des **diaspores**⁷ des espèces végétales et catalysent la germination de certaines graines consommées. Fréquemment on rencontre dans les déjections d'éléphant des graines de plusieurs espèces de plantes telles que *Adansonia digitata*, *Acacia gerrardii*, *Acacia sieberiana*, *Acacia gourmaensis*, *Balanites aegyptiaca*. D'une grande mobilité, les singes, les chauves souris et les oiseaux disséminent surtout les graines des espèces à fruits sucrés (*Annona senegalensis*, *Sclerocarya birrea*, *Adansonia digitata*, *Detarium microcarpum*, *Tapinanthus sp.*, *Vitellaria paradoxa*, *Lannea microcarpa*, *Ficus sp.* et *Parinari curatellifolia*). Toutefois, les impacts de la grande faune notamment les

éléphants sur les formations et certaines espèces (*Adansonia digitata*, *Acacia sieberiana*, *Pterocarpus erinaceus*) sont aussi très remarquables. Les dégâts sont beaucoup concentrés dans les **écosystèmes**⁷ humides en l'occurrence les galeries forestières et les forêts claires où les éléphants restent le plus souvent toute la journée, du fait de l'ombrage et de la proximité de l'eau.

Des écosystèmes exceptionnels

Les paysages du parc W sont divers et exceptionnels; on y rencontre de vastes étendues de prairies aquatiques et de savanes herbeuses (Fig. 7.9), sans oublier les massifs rocheux (Gobnangou, Atakora) ainsi que les nombreuses collines du haut desquelles on a une vue impressionnante sur l'ensemble du parc. C'est dans les environs du parc W que le Gobnangou la plus importante chaîne gréseuse de la partie Est du Burkina Faso prend sa source.



7.3

Fig. 7.3: Eléphant. | Elephant. OOU

Fig. 7.4: Cob de buffon. | Buffon kob. ATH

Fig. 7.5: Babouin doguera. | Dog-face baboon. OOU



7.4



7.5

ZOOM

W National Park of Burkina Faso: a park with enormous potential

Blandine M.I. NACOULMA, Oumarou OUEDRAOGO

W National Park is part of a transboundary network of protected areas between Burkina Faso, Benin and Niger. With a total area of 1 023 000 hectares, of which 220 000 hectares are in Niger, 568 000 hectares in the Benin part and 235 000 hectares in the Burkina Faso part, this network constitutes the largest domain of **biodiversity**⁷ conservation in West Africa. W National Park of Burkina Faso is located in the province of Tapoa, located in the eastern part of the country and extends between the parallels 11°30' and 12°25' of latitude North and the meridians 1°55' and 2°30' of longitude East.

Created on August 4th 1954, its status was subject to many modifications between 1926 and 1954. Thus, the decree of 16th April 1926 specified the creation of a refuge park constituted by the current W National Park of Burkina Faso (Fig. 7.1) and that of Niger. Then decree N°2606 of the 14th April 1953 cancelled the previous one as far as the part of the refuge park situated in Burkinabé territory was concerned and it was transformed into a total **fauna**⁷ reserve. This reserve was converted into a National Park on the 4th August 1954 by decree N°6009 SET. Its name W comes from the shape of the bed of the river Niger which constitutes its northern boundary. Also, since November 11th 2002, the W Park represents, the only Transboundary **Biosphere**⁷ Reserve (TRB) on the African continent. However its management mode still differs from country to country.

Status and management mode

The W National Park of Burkina Faso belongs to IUCN category II of protected areas. Even though the exploitations of straw and the baobab fruit are authorized and regulated, this protected area still maintains its status according to the IUCN denomination. However, these permissions for the subsistence of local inhabitants should not have any kind of negative impact on the management objectives.

The management strategies can be summed up in two fundamental points, which are:

Supervision and ecological monitoring

This program is carried out by patrols, the maintenance of certain infrastructures, repair of the track network and starting controlled fires.



Fig. 7.6: Cob de fassa. | Waterbuck. PKA



Fig. 7.7: Guib hanarché. | Bushbuck. PKA



Fig. 7.8: *Gladiolus dalenii* BNA

The supervision is ensured by the foresters and the rangers (Fig. 7.2) who are supported by scouts who live in the surrounding villages. The tracks are opened annually at the end of the rainy season and after the early fires.

Visual tourism

Visual tourism constitutes the main activity generating incomes in the W Park. The large fauna and **avifauna**⁷ constitute the main attraction for visitors. The period of vision lies between the month of December and May. Environmental education guided tours are yearly organized for primary and secondary schools within the framework of the ECOPAS (Protected **Ecosystems**⁷ in Sudano-Sahelian Africa) program. However, the activity of visual tourism still needs to be promoted because the revenue it currently generates is insignificant for the management of the parks compared to the financial resources generated by sports hunting practised in partial reserves. Consequently, since their creation, parks like the W are often perceived as conflicting with the interests of local inhabitants.

The biodiversity of the W National Park

The fauna

The fauna in W park is highly diversified. Almost a hundred species of large **mammals**⁷ can be found there [4] including all the giants of the savanna. Large fauna is essentially represented by the Western Roan antelope (*Hippotragus equinus koba*), the hartebeest antelope (*Alcelaphus buselaphus major*), the buffalo (*Syncerus caffer savanensis*), the elephant (*Loxodonta africana*), the lion (*Panthera leo*), the hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*), the waterbuck (*Kobus ellipsisprymnus defassa*), the Kobus Kob antelope (*Kobus (Adenota) kob kob*), the bushbuck antelope (*Tragelaphus scriptus scriptus*), the warthog (*Phacochoerus africanus*) and the baboons. There are also around 534 bird species [5].

Vegetation and flora

The vegetation is predominantly composed of woodland, shrub and grass savannas and locally of dry forests, as well as riparian forests. It includes around 500 species of **vascular plants**⁷ [6] and large emblematic trees such as the baobab tree (*Adansonia digitata*), the African fan palm (*Borassus aethiopum*), the locust bean tree (*Parkia biglobosa*), the shea tree (*Vitellaria paradoxa*), the red flowered silk-cotton (*Bombax costatum*), the African birch (*Anogeissus leiocarpa*), the African oak (*Azelia africana*), and the doka (*Isobertlinia doka*). Also, numerous species threatened by extinction in the local villages are found there, in particular certain medicinal plants such as West African ebony (*Diospyros mespiliformis*), the African mahogany (*Khaya senegalensis*), the sausage tree (*Kigelia africana*), the dry area cedar tree (*Pseudoce-drela kotschyi*), and the incense tree (*Boswellia dalzielii*). Finally, a

particular **flora**² exists which includes South-Sudanian **phytogeographical**² sector species such as *Kigelia africana*, *Monotes kerstingii*, *Syzygium guineense*, *Dombeya multiflora*, etc.

Fauna-flora interaction

There is a symbiosis between the fauna and the vegetation in the Park. Animals such as birds, elephants, bats and monkeys are great disseminators of the **diaspores**² of plant species and start off germination in the grains they eat. The seeds of several plant species such as *Adansonia digitata*, *Acacia gerrardii*, *Acacia sieberiana*, *Acacia gourmaensis* and *Balanites aegyptiaca* are frequently found in elephant dung. Due to their great mobility, monkeys, bats and birds scatter particularly the seeds of sweet fruit species (*Annona senegalensis*, *Sclerocarya birrea*, *Adansonia digitata*, *Detarium microcarpum*, *Tapinanthus* sp., *Vitellaria paradoxa*, *Lannea microcarpa*, *Ficus* sp. and *Parinari curatellifolia*).

However, the impact of the large fauna, notably the elephants, on the formations and some species (*Adansonia digitata*, *Acacia sieberiana*, *Pterocarpus erinaceus*) are extremely remarkable. The damage is mainly restricted to the damp ecosystems, especially the gallery and dry forests where they stay and take advantage of the shade and the proximity to water.

Exceptional ecosystems

The landscapes of W Park are diverse and exceptional; large stretches of (aquatic) grasslands (Fig. 7.9), and the sandstone chains (Gobnangou, Atakora) can be found. There are also several hills, from the peaks of which there is an impressive view over the whole park. It is in the area of the W Park that the Gobnangou starts, the most important sandstone chain in the east part of Burkina Faso.

Fig. 7.9: Savane herbeuse à *Loudetia togoensis*. | Grassland with *Loudetia togoensis*. BNA



GROS PLAN

La Réserve Partielle de faune de Pama

Oumarou OUEDRAOGO, Blandine M.I. NACOULMA, Elisée MBAYNGONE & Adjima THIOMBIANO

Historique et gestion

La Réserve Partielle de Pama est située au Sud-Est du Burkina Faso à 275 km de Ouagadougou entre les latitudes 11°22' et 11°57' Nord et les longitudes 0°39' et 1°30' Est. Avec une superficie d'environ 223 700 ha, elle est limitée au Nord-Ouest par le village Natiabouani, à l'Ouest par l'axe Fada N'Gourma-frontière Bénin, au Sud par la rivière Pendjari et à l'Est par le Singou. Cette réserve partielle de faune de Pama a été créée par Arrêté n° 6090/SE/F du 03 août 1955, puis reclassée par Décret n° 70/175 du 13 avril 1970. Elle appartient à la catégorie IV dans la nomenclature du système d'aires protégées de l'Union Mondiale pour la Nature (UICN). Son objectif principal était de promouvoir une gestion rationnelle du patrimoine naturel et d'assurer sa préservation. A cet effet, quelques droits d'usages ont été accordés à la population riveraine: la cueillette des feuilles, racines et écorces pour la pharmacopée, la fauche de paille et le ramassage de bois morts pour la consommation domestique. Ainsi 74,07 % des riverains tirent de la réserve du bois (frais ou mort) et de la paille tandis que 25,93 % cherchent uniquement la paille. Le bois et la paille servent en outre respectivement pour le chauffage et le fourrage. Toutefois, le pâturage et la chasse traditionnelle y sont interdits. Placée sous l'autorité de l'Etat depuis sa création (1955), la réserve de faune de



7.11



7.10

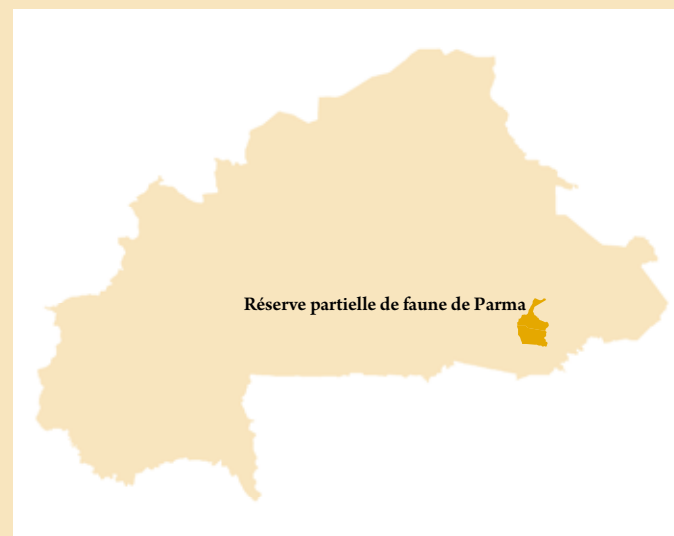
Fig. 7.10: *Cyphostemma flavicans* (Vitaceae) OOU

Fig. 7.11: *Gloriosa simplex* (Colchicaceae) OOU

Fig. 7.12: *Mukia maderaspatana* (Cucurbitaceae) OOU



7.12



Pama a été concédée à des particuliers (concessionnaires) après la réouverture de la chasse en 1985 [7]. En effet, de nombreuses réformes ont révélé l'échec de l'Etat à assurer la protection et l'exploitation de la **faune**⁷, et ont recommandé une nouvelle orientation en prônant le partenariat entre l'Etat, les populations locales et le secteur privé. Actuellement la réserve de Pama est répartie en 4 concessions de chasse à savoir: Pama Nord (Fig. 7.14), Pama Centre-Nord ou zone présidentielle, Pama Centre-Sud et Pama Sud (campement du buffle rouge).

La chasse sportive y est organisée chaque année de décembre à mai après les feux précoces utilisés par les services forestiers pour sa gestion. Cette chasse sportive attire de nombreux touristes et permet d'engranger des recettes dont 50 % sont reversés aux villages riverains et aux services forestiers. Ces revenus sont investis dans la construction des écoles, des centres de santé, de loisirs, etc. Ce qui est un apport significatif pour l'économie de la population rurale. Le gibier est issu surtout des chasses organisées dont le concessionnaire restitue 4/5 à la population. Cette dernière vend la viande pour verser le revenu dans la caisse villageoise. Ceci permet à la population de consommer de la viande sauvage et de renflouer sa caisse. Ainsi la réserve de Pama, au-delà du rôle traditionnel des aires protégées dans la conservation de la **biodiversité**⁷, constitue un outil d'appui pour le développement local.

Ressources fauniques

La réserve partielle fait partie du vaste réseau transfrontalier d'aires protégées s'étalant du Burkina Faso au Niger incluant le Bénin. Ainsi, sa faune reste sensiblement commune à l'ensemble des autres aires protégées du réseau. Elle est constituée d'oiseaux et de nombreux **mammifères**⁷. La faune aviaire renferme entre autres la Grande Outarde (*Otis tarda*), la Canne pétière (*Tetrax tetrax*), le grand Calao, l'Oie de Gambie (*Plectropterus gambensis*), la Grue couronnée (*Balearica pavonina*), les Vautours, etc.

Les mammifères les plus fréquents sont l'éléphant (*Loxodonta africana*), le lion

(*Panthera leo*), le buffle (*Syncerus caffer*), l'hippotrague (*Hippotragus equinus*), le bubale (*Alcelaphus buselaphus*), le guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*), le phacochère (*Phacochoerus aethiopicus*), le cob defassa (*Kobus ellipsiprymnus*), le cob redunca (*Redunca redunca*), le céphalophe de Grimm (*Cephalophus grimmia*), l'ouïbi (*Ourebi ourebi*), le singe rouge ou patas (*Erythrocebus patas*), le cynocéphale ou Babouin (*Papio anubis*), le singe vert ou vervet (*Cercopithecus aethiops*) et l'hippopotame (*Hippopotamus amphibius*).

Ressources floristiques

Le potentiel floristique de la réserve partielle de Pama est estimé à 450 espèces [8]. Quatre cent vingt-six (426) échantillons de plantes ou **spécimens**[°] ont été déposés à l'**Herbier**[°] de l'Université de Ouagadougou (OUA). Cette richesse floristique est due aux relatives mesures de protection dont bénéficie la réserve. Elle constitue une **flore**[°] de référence pour le secteur nord soudanien et mérite d'être préservée pour la promotion de la biodiversité. Site privilégié pour la conservation, la réserve partielle de faune de Pama renferme 73 familles d'espèces végétales. Certaines familles telles que les Poaceae, les Fabaceae et les Cyperaceae y sont représentées par des dizaines d'espèces. D'autres familles telles que les Zingiberaceae, les Cucurbitaceae (Fig. 7.12), les Vitaceae (Fig. 7.10), les Colchicaceae (Fig. 7.11) sont moins riches en espèces.

Une grande partie des espèces recensées sont peu fréquentes ou rares. Ainsi, un accent particulier devrait être mis sur le suivi écologique des espèces rares d'autant plus que certaines espèces à savoir *Andropogon chinensis*, *Andropogon gayanus* var *polycladus*, *Cymbopogon giganteus* et *Isoperlinia doka* sont perçues par les populations riveraines comme étant en voie de disparition.

Aussi la physionomie de certaines formations végétales est souvent influencée par les éléphants même si ceux-ci contribuent significativement à la **dissémination**[°] des espèces par le biais de leur régime alimentaire.

Conclusion

De nos jours, la réserve de Pama sert de site de conservation de la biodiversité et aux activités de recherche scientifique. La chasse sportive et le tourisme de vision qu'on y organise chaque année permettent d'enranger des recettes qui soulagent un tant soit peu le budget national. C'est dire que la Réserve de Pama est un cadre multifonctionnel dont il est nécessaire d'accroître les stratégies d'aménagement de gestion afin qu'elle puisse jouer son rôle de pourvoyeur de ressources pour la population locale, de centre de conservation in situ de la biodiversité, centre de recherche scientifique sur la diversité biologique et de centres de récréation (tourisme de vision) pour les générations actuelles et futures.



Fig. 7.13: Diversité faunique de l'Est du Burkina Faso – Fête Nationale du 11 décembre 2008. | Fauna diversity of eastern Burkina Faso – National holiday, December 11th 2008. ATH

ZOOM

The partial Fauna Reserve of Pama History and management

The Partial Reserve of Pama is situated in the South-East of Burkina Faso 275 km from Ouagadougou between the latitudes 11°22' and 11°57'North and the longitudes 0°39' and 1°30'East. With an area of around 223 000 ha, it is bordered to the North-West by the village Natiabouani, to the West by the axis of Fada N'Gourma and the Benin border, to the South by the Pendjari river and to the East by Singou. This Partial Fauna Reserve of Pama was created by Decree n° 6090/SE/F of August 3rd 1955, and then reclassified by Decree n° 70/175 April 13th 1970. It belongs to category IV in the nomenclature of the system for areas protected by the International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Its main objective was to promote rational management of the natural heritage and to ensure its preservation. For this purpose some usage rights were granted to the local population: picking leaves, roots and bark for pharmacopoeia, scything straw and collecting dead wood for domestic usage. Thus, 74.07 % of locals draw resources (living

or dead) from the wood reserve and straw, whereas 25.93 % only fetch straw. Wood and straw are also used for heating and fodder respectively. However, pasture and traditional hunting are forbidden there. Placed under the authority of the State since its creation (1955), the fauna reserve of Pama was conceded to private owners (cessionnaires) when hunting was reopened in 1985 [7]. In fact numerous reforms revealed the State's failure to ensure the protection and exploitation of the fauna, and a new direction was recommended which advocated a partnership between the State, the local inhabitants and the private sector. Currently the reserve at Pama is divided into 4 hunting concessions, these being: Pama Nord (Fig. 7.14), Pama Centre-North or presidential zone, Pama Centre-South and Pama South (red buffalo camp).

Sport hunting is organized there every year from December to May after the early fires set by the forestry services for control purposes. This sports hunting attracts many tourists and allows revenues to be collected, of which 50 % are put back into local villages and forestry services. This revenue is invested in the construction of schools, medical centers, leisure centers, etc. This provides significant support for the economy of the rural population.

Game also comes from organized hunts of which the concessionaire returns 4/5 to the inhabitants. They sell the meat to bring money into the village coffers. This allows the village to eat wild meat and top up its cash reserves.

So the reserve at Pama, beyond its traditional role of protected areas in the conservation of biodiversity, constitutes a support tool for local development.

Fauna resources

The partial reserve makes up part of the vast cross-border network of protected areas extending from Burkina Faso to Niger and Benin.

Therefore its fauna remains more or less common to all the other protected areas in the network. It is composed of birds and numerous mammals. Amongst others, the bird fauna includes the great bustard (*Otis tarda*), the little bustard (*Tetrax tetrax*), the large hornbill, the Gambian goose (*Plectropterus gambensis*), the crowned crane (*Balearica pavonina*), the vultures, etc.

The most prevalent mammals are the elephant (*Loxodonta africana*), the lion (*Panthera leo*), the buffalo (*Syncerus caffer*), the Western Roan antelope (*Hippotragus equinus*), the hartebeest antelope (*Alcelaphus buselaphus*), the bushbuck (*Tragelaphus scriptus*), the warthog (*Phacocoerus aethiopicus*), the waterbuck (*Kobus ellipsiprymnus*), the reedbuck



Fig. 7.14: Le campement de chasse de Pama Nord pour l'accueil et l'hébergement des chasseurs et touristes. The hunting camp of Pama Nord which welcomes and accommodates hunters and tourists. BNA



(*Redunca redunca*), the gray duiker (*Cephalophus grimmia*), the oribi (*Ourebi ourebi*), the red monkey or patas monkey (*Erythrocebus patas*), the olive baboon or anubis (*Papio anubis*), the green monkey or vervet monkey (*Cercopithecus aethiops*) and the hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*).

Floristic resources

The floristic potential of the partial reserve of Pama is estimated as being 450 species [8]. 426 specimens⁷ are stored at the Herbarium⁷ of the University of Ouagadougou (OUA). This floristic richness is due to the local measures of protection which the reserve benefits from. It is a reference flora for the North-Sudanian sector and merits preserving for the promotion of biodiversity.

A privileged conservation site, the partial fauna reserve of Pama incorporates 73 families of plant species. Certain families such as the Poaceae, the Fabaceae and the Cyperaceae are represented here by dozens of species. Other families such as the Zingiberaceae, the Cucurbitaceae (Fig. 7.12), the Vitaceae (Fig. 7.10) and the Colchicaceae (Fig. 7.11) are less rich in species.

A large proportion of the species recorded are infrequent or rare. Thus particular emphasis should be placed on ecological tracking of rare species more than certain other species, which is to say *Andropogon chinensis*, *Andropogon gayanus* var. *polycladus*, *Cymbopogon giganteus* and *Isoblerlinia doka* which are perceived by local inhabitants as being under threat of extinction.

Also, the physiognomy of certain plant formations is often influenced by the elephants even though they contribute significantly to the spreading (**dissemination⁷**) of species by the way of their diet.

Conclusion

Today the reserve of Pama acts as a site for the conservation of biodiversity and for scientific research activities. The sports hunting and viewing tourism that is organized there each year allow revenues to be collected, which eases the pressure on the national budget, even if only a little. That is to say that the reserve of Pama is a multifunctional setting whose development strategies need to be improved in order to better play its role as a keeper of resources for the local population, an *in situ* biodiversity conservation centre, a centre for scientific research on biological diversity and a recreation centre (viewing tourism) for current and future generations.

GROS PLAN

La forêt classée du Kou: une aire protégée d'importance capitale

Oumarou OUEDRAOGO, Amadé OUEDRAOGO & Adjima THIOMBIANO

Historique et gestion

La forêt classée du Kou a été classée par un décret du 4 juillet 1935 portant constitution du domaine forestier de l'ex Afrique Occidentale Française (AOF).

Le terme Kou est le nom de la rivière qui traverse la forêt. Située à 15 km au nord-ouest de la ville de Bobo-Dioulasso, elle couvre une superficie de 114 ha. Nasso et Kokorowé constituent les villages limitrophes de cette forêt.

La principale vocation de la forêt classée est la protection du Kou qui approvisionne la ville de Bobo-Dioulasso et ses environs en eau potable. Elle constitue le château d'eau de cette ville. Ainsi, un espace appelé « enclave ONEA » a été créé pour le captage d'eau de source. Le Kou constitue le principal cours d'eau qui traverse la forêt. Son affluent est la Guinguette qui est alimentée par d'innombrables sources dont le nombre se réduit à cause de la pression **anthropique**⁷ le long des abords de la baignade.

La forêt classée du Kou abrite un site touristique: « la Guinguette », qui est

Fig. 7.15: Le marigot « Guinguette », un symbole de la Forêt Classée du Kou. | "Guinguette" river, a symbol of the classified forest of Kou. ATH



une baignade naturelle. Ce site de loisir reçoit chaque année des centaines de touristes, d'élèves et d'étudiants. La forêt offre un cadre agréable pour le repos, la promenade à pied et l'expression de la curiosité des naturalistes; elle constitue également un site idéal pour l'éducation environnementale. A proximité se trouvent, l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Dindéresso et l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso; les élèves et étudiants de ces institutions y tirent profit pour leurs travaux pratiques et de recherches. En plus, cette forêt héberge un site sacré où les populations riveraines pratiquent des offices coutumiers.

Cette aire protégée figure parmi les forêts classées les mieux entretenues et regorge encore une diversité importante d'espèces en raison des actions efficaces de conservation (mise en place d'une clôture, gestion participative avec les populations riveraines, financement des activités par des projets). Des structures nationales, ONGs, associations paysannes, institutions internationales et régionales interviennent activement dans la gestion de ce patrimoine protégé.

La biodiversité de la forêt classée du Kou

La Forêt du Kou présente un relief essentiellement plat. Les sols sont pour la plupart limono-sableux avec quelques affleurements rocheux. A côté de cette monotonie du relief, se cache en réalité une diversité de **micro-habitats**⁷ offrant les conditions de développement d'un grand nombre d'espèces végétales. La diversité floristique est estimée à 277 espèces [9]. La présence des espèces telles que *Anthocleista procera*, *Berlinia grandiflora*, *Calamus deerratus* (Fig. 7.16) appelé rotin, *Elaeis guineensis* ou palmier à huile, *Costus afer* et l'abondance des espèces de sous-bois (*Anchomanes difformis* (Fig. 7.17), *Chlorophytum orchidastrum*, plusieurs orchidées, dont *Nervilia adolphii*, *N. crocifformis*, *Ococcoclades maculata*, ainsi que *Oplismenus hirtellus* (Fig. 7.18)) rappelle la composition floristique des forêts denses des zones guinéennes. Ces espèces guinéennes sont pour la plupart abritées dans les galeries





Fig. 7.16: A) Peuplement | Population; B) Inflorescences | Inflorescences; C) Tige feuillée de *Calamus deeratus* (le rotin). | Leafy stalk of *Calamus deeratus* (rattan). ATH

forestières à *Berlinia grandiflora* et *Elaeis guineensis* qui constituent le noyau de la forêt. La régénération des diverses essences est remarquable dans ces galeries en raison de l'existence d'une importante litière.

Aussi ces forêts galeries forment de véritables ceintures autour des marigots Kou et Guinguette. Leurs étendues sont variables selon les endroits mais elles restent importantes et contribuent à mieux protéger les berges. Elles sont impénétrables à de nombreux endroits en raison de la densité du sous-bois. Le taux de recouvrement atteint 95 % avec de grands arbres pouvant atteindre une hauteur de 30 m (*Ceiba pentandra*) et un diamètre du tronc de plus de 1,5 m (*Ceiba pentandra*, *Chlorophora excelsa*, *Detarium senegalense*).

Dans le lit des rivières Guinguette et Kou se rencontre une végétation aquatique caractérisée par deux espèces dominantes: *Nymphaea lotus* et *Potamogeton octandrus* (Fig. 7.20). Par ailleurs, les bancs sableux de la rivière Kou sont occupés par un faciès⁷ herbacé⁷ mono-spécifique à *Chloris robusta*. Il y a parfois des champignons⁷ supérieurs qui se développent sur les pieds de grands arbres comme *Berlinia grandifolia*, sur le bois mort, les feuilles en décomposition et dans les divers milieux humides.

Ces différentes caractéristiques floristique et physiologique font de la forêt classée du Kou un noyau de massif forestier situé dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso.

En raison de sa proximité de la ville de Bobo-Dioulasso, la Forêt classée du Kou renferme une faune peu importante constituée essentiellement de quelques antilopes, de primates, d'oiseaux et de nombreux reptiles.

Enjeux et défis pour la sauvegarde de la forêt classée de Kou

Avec une superficie réduite, la forêt classée du Kou contient un nombre élevé d'espèces végétales. Cependant de nombreuses menaces (déchets toxiques, coupe du bois, pêche, etc.) pèsent sur cette aire protégée, d'autant plus qu'elle se trouve à proximité de la grande agglomération de Bobo-Dioulasso.

Toutefois sa **dégradation**⁷ peut être évitée si l'on parvient à concilier ses multiples utilités avec les actions de protection dans le cadre d'une bonne politique de gestion durable.

ZOOM

The classified forest of Kou: a protected area of key importance

Oumarou OUEDRAOGO, Amadé OUEDRAOGO & Adjima THIOMBIANO

History and management

The classified forest of Kou was classified by a decree dated July 4th 1935 relating to the constitution of the forest domain of the former French West Africa (AOF). The term Kou is the name of the river which crosses the forest. Located at 15 km to the north-west of the town of Bobo-Dioulasso, it covers an area of 114 ha. Nasso and Kokorowé are the villages which constitute the limit of this forest.

The main purpose of the classified forest is the protection of the Kou which supplies the town of Bobo-Dioulasso and its surrounding areas with drinking water. It constitutes the water tower for this town. Thus, a space called "ONEA enclave" was created for capturing the spring water. The Kou is the main water course which crosses the forest. Its tributary is the Guinguette which is fed by innumerable sources whose number is declining due to **anthropogenic**⁷ pressure along the bathing banks.



Fig. 7.17: Peuplement de *Anchomanes difformis*. | Population of *Anchomanes difformis*. ATH

Fig. 7.18: *Oplismenus hirtellus*, une espèce rampante formant un tapis sous les formations denses. | *Oplismenus hirtellus*, a creeping species forming a carpet beneath dense formations. ATH



The classified forest of Kou is home to a tourist site: "la Guinguette", which is a natural bathing pool. This leisure site is visited by hundreds of tourists, pupils and students every year. The forest provides a pleasant setting for relaxation, walking and for satisfying the curiosity of naturalists; it is also an ideal site for environmental education. Nearby the national School of Water and Forests of Dindéréso and the University Polytechnic of Bobo-Dioulasso can be found; the pupils and students from these institutions take advantage of this for their practical work and research. In addition, this forest is home to a sacred site where local populations practise traditional customs.

This protected site is among the best maintained classified forests and still retains a large diversity of species due to the efficient conservation actions (putting fencing in place, management involving local inhabitants, financing the activities through projects).

National structures, NGOs, farmers' associations, international and regional institutions are actively involved in the management of this protected heritage.

The biodiversity of the classified forest of Kou

The relief of the Forest of Kou is mostly flat. The soils are predominately silt and sand with some rocky outcrops. Alongside this monotonous relief, in reality a diversity of **microhabitats**⁷ is hidden, providing conditions for the development of a large number of plant species. The floristic diversity is estimated at 277 species [9]. The presence of species such as *Anthocleista procera*, *Berlinia grandiflora*, *Calamus deerratus* (Fig. 7.16) called rattan, *Elaeis guineensis* or oil palm, *Costus afer* and the

abundance of sub-wood species (*Anchomanes difformis* (Fig. 7.17), *Chlorophytum orchidastrum*, several orchids, including *Nervilia adolphii*, *N. crociformis* and *Oeceoclades maculata*, as well as *Oplismenus hirtellus* (Fig. 7.18)) is reminiscent of the floristic composition of the dense forests of the Guinean zones.

These Guinean species are mostly sheltered under the gallery forests of *Berlinia grandiflora* and *Elaeis guineensis* which constitute the core of the forest. The regeneration of various **exotic tree species**⁷ is remarkable in these galleries due to the existence of considerable leaf litter.

These gallery forests also form actual belts around the Kou and Guinguette backwaters. The extents of these are variable depending on the sites but they remain significant and contribute to better protection of the banks. They are impenetrable in many places due to the density of the understory. The rate of cover reaches 95 % with large trees able to reach a height of 30 m (*Ceiba pentandra*) and a trunk diameter of more than 1.5 m (*Ceiba pentandra*, *Chlorophora excelsa*, *Detarium senegalense*).

In the Guinguette and Kou riverbeds aquatic vegetation is found, characterized by two dominant species: *Nymphaea lotus* and *Potamogeton octandrus* (Fig. 7.20). Besides this, the sandy banks of the river Kou are occupied by a mono-specific **herbaceous**⁷ **facies**⁷ of *Chloris robusta*. There are sometimes superior **fungi**⁷ which develop at the base of large trees such as *Berlinia grandifolia*, on dead wood, decomposing leaves and in various humid environments.

These different floristic and physiognomic characteristics make the listed forest of Kou a core of rain forest island situated in the south Sudanian zone of Burkina Faso.

Due to its proximity to the town of Bobo-Dioulasso, the listed forest of Kou is home to rather insignificant fauna, mainly composed of some antelopes, primates, birds and numerous reptiles.

Issues and challenges for safeguarding the classified forest of Kou

On a reduced area the classified forest of Kou shows a high number of plant species. However, many threats (toxic waste, wood cutting, fishing, etc.) put pressure on this protected site, all the more so because it is next to the large built-up area of Bobo-Dioulasso. However its **degradation**⁷ may be avoided if it is possible to reconcile its multiple uses with protective actions in the context of a proper policy for sustainable management.



7.19

Fig. 7.19: *Chlorophytum orchidastrum* ATH

Fig. 7.20: Végétation aquatique : Faciès à *Potamogeton octandrus*. | Aquatic vegetation of *Potamogeton octandrus*. ATH



7.20

GROS PLAN



Le Parc urbain BANGR-WEOOGO « Allons en brousse en plein cœur de Ouagadougou »

Marcel KOADIMA & Moustapha SARR

Au cœur de Ouagadougou, le Parc Urbain Bangr-Weoogo abrite une biodiversité remarquable avec des habitats diversifiés (savanes, forêts, mares). Il reçoit 250 000 visiteurs par an parmi lesquels on note des chercheurs, des étudiants, des scolaires, des touristes.

Autrefois, propriété de l'Empereur des Moosé, il est géré traditionnellement par les habitants de Toukin, dans l'Arrondissement de Nongr'Maasom et sous l'autorité du chef de Sourgou, village situé entre Koudougou et Saabou. On note la présence d'objets, d'animaux sacrés et vénérés (python, crocodile, et varan) et du baobab (*Adansonia digitata*) mythique et historique appelé « komber padembda » (qui signifie en langue nationale Mooré : passerelle par laquelle l'Administrateur Colonial perd toute faculté de nuisance). Sous ce baobab a eu lieu au 16ème siècle, la rencontre entre Moosé et Nyongnonsé. Événement historique qui fut à l'origine de la naissance de Ouagadougou. Classé le 09 octobre 1936, par arrêté N°2376 SE de l'AOF, sous le nom de forêt classée du Barrage de Ouagadougou, son aménagement a débuté en 1997.

Le 05 janvier 2001, transformé en Parc et baptisé : Parc Urbain « Bangr-Weoogo » (qui signifie en langue nationale Mooré : la forêt où l'on acquiert le savoir), il est rétrocédé à la Commune de Ouagadougou. Cette rétrocession

constitue la première du genre au profit des collectivités locales. Le parc urbain Bangr-Weoogo couvre une superficie de 265 ha et est situé entre les routes de Kaya et de Fada-N'Gourma.

Bien qu'ayant une superficie réduite d'une part et d'autre part au regard du contexte géographique (en pleine ville), le parc urbain abrite une végétation et une flore⁷ assez diversifiées. On rencontre les forêts denses sèches, les forêts claires, les savanes boisées, arborées et arbustives. La flore comporte 327 espèces dont 117 espèces ligneuses et 210 espèces herbacées⁷. De nombreuses espèces du parc ont complètement disparu de la province du Kadiogo ainsi que de celles voisines.

La faune⁷ est également diversifiée mais constituée essentiellement d'espèces animales introduites pour la plupart (coba ou hyppotrague, cob de Buffon, céphalophe, hyène, crocodile, tortues, serpents, poissons, batraciens, etc.) et 225 espèces d'oiseaux.

Sa Gestion est de type participatif avec une Administration, la société Civile, les autorités coutumières et religieuses. Le comité de Gestion comprend les élus municipaux, les experts en aménagement paysager et le délégué du personnel qui, par ailleurs compte 131 Gardes Verts. Il est appuyé dans ses différentes tâches par un conseil scientifique et technique.

Missions

- Conserver la biodiversité, les valeurs culturelles et traditionnelles
- Servir de poumon vert pour la ville de Ouagadougou
- Servir de cadre pour l'éducation environnementale et la recherche
- Servir d'espace de détente et de loisirs éducatifs
- Mettre en évidence la valeur esthétique de la biodiversité

Entités constitutives : jardin botanique⁷ (8 ha), parc zoologique (72 ha), espace de détente et loisirs éducatifs (140 ha), pépinière, terrain de sport, Musée - salle d'exposition centre de documentation

Activités

- Éducation environnementale
- Production de plants
- Excursions touristiques
- Appui-conseil pour la flore et la faune
- Entretien, aménagements paysagers.

Fig. 7.21: Entrée principale du Parc. | Main entrance to the Park. OOU

ZOOM

BANGR-WEOOGO Urban Park “Let’s go into the bush in the heart of Ouagadougou”

At the heart of Ouagadougou, Bangr-Weoogo Urban Park houses a remarkable biodiversity with diversified habitats (savannas, forests, pools). It receives 250 000 visitors per year amongst which are researchers, students, pupils, and tourists.

Before, it was the property of the Emperor of the Moosé. It is managed traditionally by the inhabitants of Toukin, in the Arrondissement of Nongr’Maasom and under the authority of the chief of Sourgou, a village located between Koudougou and Saabou. We can observe the presence of objects, sacred and revered animals (python, crocodile, and varanus) and the mythical and historic baobab (*Adansonia digitata*) called “Komber pademda” (which in the national language of Mooré means: path by which the Colonial Administrator loses any facility to cause harm). Under the baobab in the 16th century, a meeting took place between Moosé and Nyongnonsé. A historic event which was the origin of the birth of Ouagadougou.

Listed on 9 October 1936, by decree N°2376 SE of the AOF, under the name of the classified forest of the Barrage of Ouagadougou, its development began in 1997.

On 5 January 2001, transformed into a Park and christened: “Bangr-Weoogo” Urban Park (which in the national language of Mooré means: the forest where one acquires knowledge), it has been retroceded to the Commune of Ouagadougou. This retrocession constitutes the first of the type to benefit the local collectivities. Bangr-Weoogo Urban Park covers an area of 265 ha and is situated between the routes of Kaya and Fada-N’Gourma. Although on the one hand it has a reduced area as regards the geographical context (in the middle of town), the urban park houses fairly diverse vegetation and flora. Here we find dense dry forests, **deciduous**² forests, woody, arboreous and shrubby savanna. The flora includes 327 species of which 117 are tree species and 210 are herbaceous species. Numerous species in the park have completely disappeared from the Kadiogo province as well as from neighbouring provinces.

The fauna is equally diverse but consists essentially of animal species, mainly introduced (buck or antelope, Kobus Kob, baboon, hyena, crocodile, tortoises, snakes, fish, frogs and toads, etc.) and 225 bird species.

Its management is participative with an Administration, the civil society, the customs and religious authorities. The Management Committee

comprises municipally elected representatives, experts in landscape management and the staff delegate, who also has 131 Green Guards. He is supported in his different tasks by a scientific and technical council.

Tasks

- Conserving biodiversity and cultural and traditional values
- To act as a green voice for the town of Ouagadougou
- To act as a framework for environmental education and research
- To act as an area for relaxation and educational leisure
- To show the esthetic value of biodiversity

Constitutive bodies: botanical² garden (8 ha), zoological park (72 ha), area for relaxation and educational leisure (140 ha), plant nursery, sports ground, museum-exhibition hall, documentation centre

Activities

- Environmental education
- Plant production
- Tourist excursions
- Support advice on flora and fauna
- Maintenance works, landscape development.



7.22

Fig. 7.22: Vie sauvage en pleine ville Cob defassa (*Kobus defassa*) dans le parc. | Wildlife in the town Waterbuck in the park. MKO

Fig. 7.23: Pigeon à épaulettes violettes (*Columba guinea*) en vie sauvage dans le parc. | Pigeon with violet epaulettes living wild in the park. MKO

Fig. 7.24: Grue couronnée (*Balearica pavonina*) en vie domestiquée dans la ménagerie du parc. | Crested crane living tame in the park zoo. MKO



7.23



7.24

7.3

Les bois sacrés et les forêts communautaires

Salfo SAVADOGO
Adjima THIOMBIANO

Les bois sacrés sont des îlots de végétation situés à proximité des villages, souvent présentés comme des reliques de forêts naturelles, préservées de l'action humaine en respect aux traditions et à la crainte qu'inspirent les esprits malfauteurs qu'elles hébergent. Elles sont, comme souligné en Inde, des fragments forestiers associés à un esprit, une divinité ou un temple [10]. Ce sont des aires protégées traditionnelles, directement gérées par la population locale à des fins culturelles.

Bien que la conservation de la **biodiversité** par la population ne soit pas la première cause dans la gestion des forêts sacrées, elle constitue néanmoins une bonne voie pour atteindre cet objectif [11]. Environ 300 bois sacrés ont été recensés au Burkina Faso. La superficie moyenne de ces bois sacrés est de 1,5 ha. Ce sont en général des boisements denses où se développent des **herbacées** sciaphiles telles *Triumfetta rhomboidea*, *Achyranthes aspera*,

Chlorophytum togoensis, *Tacca leontopetaloides*, etc. Les forêts sacrées sont surtout caractérisées par la présence en leur sein de vieux objets traditionnels : pierres taillées, poteries, cauries, dabas, **habitats**, fétiches, etc.

Les forêts communautaires sont également des forêts protégées par la population locale mais ne présentent aucun caractère sacré. Les bois sacrés forment avec les forêts communautaires des zones refuges pour de nombreuses espèces animales et végétales. En fonction des domaines **phytogéographiques** du Burkina Faso [12], les forêts sacrées et les forêts communautaires présentent des caractéristiques floristiques et physiognomiques bien distinctes (Tab. 7.4, Carte 7.3).

HISTORIQUE DES BOIS SACRES

Selon les chefs de terre, les responsables des fétiches et certains sages, les bois ont une origine ancestrale ([13], [14]). Ils sont tous hérités des ancêtres qui avaient choisi ces sites pour installer leurs divinités, enterrer les morts, honorer eux aussi leurs ancêtres et permettre aux esprits de cohabiter avec les arbres. Le choix d'un site pour lieu de culte est déterminé par la réalisation d'un fait historique dans la dite localité. En général, le bois sacré prend le nom du

Sacred groves and community forests

Sacred groves are islands of vegetation located close to villages and are often presented as natural forest relics, spared from human activities out of respect for the traditions and for fear of the evil-doing spirits that they house. As underlined in India, they are forest fragments associated with a spirit, a divinity or a temple [10]. These are traditionally protected areas, directly managed by the local population for cultural ends.

Even though conservation of **biodiversity** by the population is not the first concern in sacred grove management, it nevertheless constitutes a good way to achieve this objective [11]. Around 300 sacred groves were registered in Burkina Faso. The average area of these sacred groves is 1.5 ha. In general, these are dense afforestations where shade-loving herbs like *Triumfetta rhomboidea*, *Achyranthes aspera*, *Chlorophytum togoensis*, *Tacca leontopetaloides*, etc., develop. The sacred

groves are characterized mostly by the presence of old traditional objects: carved stones, pottery, cowry shells, dabas (pickaxe), **habitats**, fetishes, etc. Community forests are also forests protected by the local population, but they do not have any sacred character. The sacred groves form refuges zones with the community forests for numerous animal and plant species. According to the **phytogeographic** areas of Burkina Faso [12], the sacred forests and community forests present very different floristic and physiognomic characteristics (Tab 7.4, Map 7.3).

HISTORY OF SACRED GROVES

According to the land chiefs, the fetish keepers and some wise men, the groves have an ancestral origin ([13], [14]). They are all inherited from ancestors who chose these sites to install their divinities, bury the dead, honour their ancestors and let the spirits cohabit with the trees. The choice of a site as a place of cult is determined by a historical act taking place in the said location. In general, the sacred grove takes the name of a place, sacred species that it shelters, a ritual ceremony or a mystical fact. Examples of the names of some sacred groves and their meaning:

lieu, de l'espèce sacrée, de ce qu'il abrite, d'une cérémonie rituelle ou d'un fait mystique. Exemples de noms de quelques forêts sacrées et leur signification :

- Konb-kango à Korsimoro: « fourré des défunts » ;
- Ko-kondi à Barsa: « celui qui cultive dans ce bois sacré meurt sans avoir consommé ses récoltes » ;
- Bendr-kango: « fourré des bendrés » (une tribu mossi) ;
- Napagb-yaado à Niangwela: « cimetière des femmes de rois » ;
- Yarsi-yaado à Guibaré: « cimetière des yarsés » (une tribu mossi).

PERCEPTION DE LA POPULATION SUR LES BOIS SACRES

Selon certains responsables coutumiers, les bois sacrés sont des intermédiaires incontournables entre les habitants et leurs ancêtres [13]. C'est ainsi qu'ils font des sacrifices pour demander santé, prospérité, maternité, pluie, bonne saison, invulnérabilité à l'égard des personnes mal intentionnées, protection contre les mauvais sorts. Tout arbre dans les bois sacrés abrite des esprits (génies) et leur destruction est soit sanctionnée par la mort du contrevenant soit par une destruction des acquis du village.

- Konb-kango in Korsimoro: "deceased thicket";
- Ko-kondi in Barsa: "who cultivates sacred grove dies without harvesting his crops";
- Bendr-kango: "thicket of the Bendrés" (a Mossi tribe);
- Napagb-yaado in Niangwela: "cemetery of the kings' wives";
- Yarsi-yaado in Guibaré: "cemetery of the Yarsés" (a Mossi tribe).

THE POPULATION'S PERCEPTION OF THE SACRED GROVES

According to some people responsible for guarding tradition, the sacred groves are the indispensable intermediaries between inhabitants and their ancestors [13]. Thus, they make sacrifices to ask for health, prosperity, maternity, rain, good weather, and invulnerability to ill-intentioned people, and protection against evil spells. Every tree in the sacred groves shelters spirits (genies) and their destruction is either sanctioned by the death of the offender or by a destruction of the village's goods.



7.25



7.26



7.27



7.28

Fig. 7.25: Formation dense à *Combretum micranthum* dans un bois fétiche à Konea/Sanmatenga. | Dense formation with *Combretum micranthum* in a fetish wood at Konea/Sanmatenga. SSA

Fig. 7.26: Formation à *Combretum micranthum* abritant une divinité à Tanpoug diga/Sanmatenga. | Formation with *Combretum micranthum* sheltering a divinity at Tanpoug diga/Sanmatenga. SSA

Fig. 7.27: Un petit bois sacré monospécifique à *Khaya senegalensis* à Yalé/Ziro. | A small sacred monospecific wood with *Khaya senegalensis* at Yalé/Ziro. SSA

Fig. 7.28: Bois monospécifique à *Balanites aegyptiaca* à Tanpoug diga/Sanmatenga. | Monospecific wood with *Balanites aegyptiaca* at Tanpoug diga/Sanmatenga. SSA

Tab. 7.4: Liste des différents bois sacrés recensés avec leur localisation administrative, leur richesse spécifique et leur superficie. | List of the different sacred groves studied with their administrative location, specific richness and surface area.

Nom du Bois sacré ou de la forêt communautaire (*)	Province	Nombre d'espèce	Superficie (ha)
Name of Sacred woodland or community forest (*)	Province	Species number	Surface (ha)
Bag Yirkango	Namentenga	25	0,17
Bannai	Mouhoun	50	1,21
Boukidbooga	Bazèga	35	1,63
Bouyeltaga	Sissili	57	0,75
Dalo-Dan	Nayala	39	1,34
Dan Goule	Nayala	42	0,10
Dan Koro	Nayala	44	0,69
Dinewontoro	Sourou	62	0,34
Forêt Communautaire *	Sissili	58	12,87
Forêt de Bissiga *	Bazèga	47	18,73
Goussala *	Bazèga	43	1,06
Kang-Paaga	Kourweogo	45	0,35
Kango	Sanmatenga	38	0,22
Kango	Ziro	43	0,39
Kan Kingo	Oubritenga	56	0,86
Kanni	Mouhoun	65	1,48
Kerkouy	Sanguié	49	0,69
Kia	Sanguié	46	0,15
Kilo	Sourou	56	2,16
Kilo de Tiongonlo	Sourou	58	5,84
Kinkirg-Weogo	Kadiogo	43	3,30
Kinkirsi-Kango	Sanmatenga	53	2,00
Kombi Yaado	Sanmatenga	43	1,16
Koniiga	Namentenga	47	0,40
Laglé *	Oubritenga	36	2,38
Loba	Mouhoun	49	1,17
Loboabani	Mouhoun	63	1,50
Louda	Sanmatenga	42	0,10
Mane Kangre	Namentenga	39	2,40
Nakimbzang-Yaogo	Kadiogo	33	0,07
Nikimb-Yaado	Kadiogo	37	0,66
Noan	Namentenga	45	0,75
Passate-Kango	Kourweogo	41	0,19
Pelson	Bazèga	37	0,76
Pind-Kango	Sanmatenga	43	0,21
Randagre	Kadiogo	29	0,50

Nom du Bois sacré ou de la forêt communautaire (*)	Province	Nombre d'espèce	Superficie (ha)
Name of Sacred woodland or community forest (*)	Province	Species number	Surface (ha)
Rande-Yende	Kourweogo	40	1,11
Saam-Yingsse	Kadiogo	38	2,32
Sangolo	Nayala	48	4,43
Sissili	Sissili	37	0,62
Souh	Kossi	54	1,00
Souh	Mouhoun	57	0,71
Soukoa	Mouhoun	55	0,83
Taakale	Nayala	41	0,26
Tafara	Ziro	42	0,12
Tanga	Kourweogo	46	0,57
Tengan Mouka	Namentenga	34	0,32
Tiebia	Ziro	57	0,55
Ting Timpelim	Ziro	63	2,39
Tinkougri	Sanmatenga	52	2,49
Tinkougri1	Oubritenga	48	0,07
Tinkougri2	Oubritenga	41	0,23
Tinkougri3	Oubritenga	39	0,18
Tinkougr Kango	Ziro	57	0,79
Tinse	Bazèga	40	0,28
Tinse Kango	Oubritenga	54	0,85
Tinsse-Kango	Kadiogo	41	1,15
Tiraog-Kango	Kourweogo	37	0,21
Toroni	Sourou	50	14,36
Wapassima	Kadiogo	37	1,70
Yaado	Oubritenga	35	0,29
Yaado	Oubritenga	35	0,51
Zom Noogo *	Sanmatenga	32	3,33

FUNCTION OF SACRED GROVES

The sacred groves of Burkina Faso generally shelter the cemeteries of land chiefs, village chiefs, children and pregnant women who died accidentally. They are initiation sites in some villages because they shelter fetishes, divinities and spirits in their hearts. They are also the places for benedictions or maledictions in other villages.

SACRED GROVES OF THE SAHELIAN AREA

The sacred groves of the Sahelian area are generally dense shrub formations, which are more or less penetrable. The average height of the species is between 4 to 6 m and their rate of coverage varies between 60 to 90 %. The dominant *ligneous*⁷

FONCTION DES BOIS SACRES

Les bois sacrés du Burkina Faso abritent généralement des cimetières de chefs de terres, chefs de village, d'enfants et de femmes enceintes décédées par suite d'accident. Ils sont les lieux d'initiations dans certains villages car abritant des fétiches, de divinités et d'esprits en leur sein. Ils sont aussi des lieux de bénédiction ou de malédiction dans d'autres villages.

LES BOIS SACRES DU DOMAINE SAHELIEEN

Les forêts sacrées du domaine sahélien sont généralement des formations arbustives denses, plus ou moins pénétrables. La hauteur moyenne des espèces est comprise entre 4 et 6 m et leur taux de recouvrement varie entre 60 à 90 %. Les espèces ligneuses dominantes sont de la famille des Combretaceae: *Combretum micranthum* (Randga), *Guiera senegalensis* (Wiliniwiiga), *Combretum glutinosum* (Koutinpagdré ou Kuiguinga), *Combretum nigricans* (kouglimiiga), *Anogeissus leiocarpa* (Siiga), des Mimosaceae: *Acacia pennata* (Kango) et des Balanitaceae: *Balanites aegyptiaca* (kèglega).

Dans tous les bois sacrés du domaine sahélien, *Acacia pennata* et *Combretum micranthum* se trouvent en peuplement naturel et leur association évoque automatiquement à l'esprit un lieu sacré dans

species are from the Combretaceae family: *Combretum micranthum* (Randga), *Guiera senegalensis* (Wiliniwiiga), *Combretum glutinosum* (Koutinpagdré or Kuiguinga), *Combretum nigricans* (Kouglimiiga), *Anogeissus leiocarpa* (Siiga), Mimosaceae: *Acacia pennata* (Kango) and Balanitaceae: *Balanites aegyptiaca* (Kèglega).

In all the sacred woods of the Sahelian area, *Acacia pennata* and *Combretum micranthum* are found in natural populations and their association automatically evokes a sacred place in several provinces of the Northern region of Burkina Faso. In the middle of some villages, we observe also small formations of *Balanites aegyptiaca*, which are the places of worship for the chiefs of land.

SACRED GROVES IN THE SUDANIAN AREA

In the Sudanian area, the sacred groves and the community forests are generally tree savannas with a coverage rate varying between 70 and 80 %. The ligneous species like *Anogeissus leiocarpa* (Siiga), *Isobertinia doka* (Kalsaka), *Detarium microcarpum* (Kagdéga), *Pterocarpus erinaceus* (Noega), *Daniellia oliveri* (Anwga), *Terminalia macroptera* (Kondr-poko), *Terminalia*



7.29



7.30



7.31

Fig. 7.29: Forêt claire à *Anogeissus leiocarpa* à Dafina/Mouhoun. | Open forest of *Anogeissus leiocarpa* at Dafina/Mouhoun. SSA

Fig. 7.30: Savane boisée (arrière plan) à *Anogeissus leiocarpa* dans un bas fond à Zoro/Sissili. | Savanna woodland (background) of *Anogeissus leiocarpa* in the valley at Zoro/Sissili. SSA

Fig. 7.31: Jeune peuplement de *Daniellia oliveri* dans une forêt communautaire à Koin/Nayala. | Juvenile population of *Daniellia oliveri* in a community forest at Koin/Nayala. SSA

plusieurs provinces de la région Nord du Burkina Faso. Au milieu de certains villages on observe également de petites formations à *Balanites aegyptiaca* qui constituent des lieux de culte pour les chefs de terre.

LES BOIS SACRES DU DOMAINE SOUDANIEN

Dans le domaine soudanien les bois sacrés et les forêts communautaires sont en général des savanes arborées avec des taux de recouvrement variant entre 70 et 80 %. Les espèces ligneuses telles *Anogeissus leiocarpa* (Siiga), *Isoberlinia doka* (Kalsaka), *Detarium micocarpum* (Kagdéga), *Pterocarpus erinaceus* (Noega), *Daniellia oliveri* (Anwga), *Terminalia macroptera* (Kondr-poko), *Terminalia avicennioides* (Kondré), *Khaya senegalensis* (Kouka) sont les espèces dominantes dans 80 % des bois sacrés de ce secteur. Outre les savanes on rencontre aussi des forêts claires dominées par *Anogeissus leiocarpa*, *Isoberlinia doka*, *Khaya senegalensis* et *Mitragyna inermis* (Yilga).

BOIS SACRES ET CONSERVATION DES ESPECES

Les bois sacrés sont des zones refuges pour de nombreuses espèces végétales. La preuve est que l'on rencontre dans certains bois sacrés et forêts communautaires plusieurs espèces devenues rares ou

avicennioides (Kondré), *Khaya senegalensis* (Kouka) are dominant species in 80 % of the sacred groves of this sector. Aside from

Fig. 7.32: Peuplement de *Detarium micocarpum* dans une forêt communautaire à Tiagao/Ziro. | Population of *Detarium micocarpum* in a community forest in Tiagao/Ziro. SSA



disparues dans les terroirs environnants. Il s'agit notamment :

- Dans le domaine sahelien, de *Manilkara multinervis*, *Celtis integrifolia*, *Boscia salicifolia* et *Azelia africana*
- Dans le domaine soudanien, de *Nauclea latifolia*, *Borassus aethiopum*, *Elaeis guineensis*, *Ceiba pentandra*, *Spondias mombin*, *Celtis integrifolia*, *Costus spectabilis*, *Trichilia emetica* et *Allophylus africanus*.

Chaque forêt héberge un nombre limité d'espèces (de 25 pour les plus pauvres à 65 pour les plus riches). Cependant, prises dans leur ensemble, les forêts sacrées et les forêts communautaires renferment plus de deux cent espèces végétales.

La crainte de certains bois sacrés en l'occurrence les bois cimetières et la perception favorable qu'ont les habitants quant aux valeurs magico-religieuses de certaines espèces (espèces sacrées), sont des supports incontournables pour une conservation des espèces végétales en milieu rural. De peur de ne pas subir les mêmes sorts que ceux qui y ont été enterrés, les forêts cimetières ne sont pas fréquentées en dehors des jours de sacrifices, de cérémonies rituelles et d'enterrements ; ce qui épargne par conséquent les ressources naturelles de toute forme d'exploitation.

the savannas, we also find open forests dominated by *Anogeissus leiocarpa*, *Isoberlinia doka*, *Khaya senegalensis* and *Mitragyna inermis* (Yilga).

SACRED GROVES AND SPECIES CONSERVATION

Sacred groves are refuge zones for numerous plant species. The proof is that we can find several species that have become rare or extinct in the surrounding lands in sacred woodlands and community forests. Notably, it consists of:

- In the Sahelian area, *Manilkara multinervis*, *Celtis integrifolia*, *Boscia salicifolia* and *Azelia africana*;
- In the Sudanian area, *Nauclea latifolia*, *Borassus aethiopum*, *Elaeis guineensis*, *Ceiba pentandra*, *Spondias mombin*, *Celtis integrifolia*, *Costus spectabilis*, *Trichilia emetica* and *Allophylus africanus*.

Each forest shelters a limited number of species (25 for the poorest to 65 for the richest). However, taken all together, the sacred groves and community forests hold more than two hundred plant species.

The fear of some sacred groves, cemetery groves and the favourable perception that the inhabitants have as to the magical



Carte 7.3: Localisation des différents bois sacrés inventoriés au Burkina Faso.
Map 7.3: Location of different sacred groves inventoried in Burkina Faso.

Cependant, beaucoup de facteurs concourent à la **dégradation**⁷ des forêts sacrées : pression humaine exercée sur les ressources naturelles, pressions agricole et pastorale, **changements climatiques**⁷, etc.

GESTION LOCALE DES BOIS SACRES ET DES FORÊTS COMMUNAUTAIRES

Le système de gestion des ressources naturelles des bois sacrés du Burkina Faso est traditionnel. Les personnes chargées de la gestion de ces entités sont : le chef de village, le chef de terre, les conseillers des chefs, les gardiens et autres personnes. Les agents des Eaux et Forêts ne sont pas impliqués dans la gestion des forêts sacrées car leur main mise sur ces forêts sacrées serait interprétée par les habitants comme une usurpation de leur bien. Ils interviennent le plus souvent dans la gestion des forêts communautaires. Ce système de gestion qui est directement assuré par la population locale répond au souci de préserver les coutumes, les traditions et les secrets du village. Dans certains villages, toute activité dans les bois est interdite par les règles coutumières même le ramassage de bois mort.

and religious values of some species (sacred species), are indispensable supports for a conservation of plant species in a rural environment. For fear of not being subjected to the same fate as those who are buried there, the cemetery groves are not frequented outside sacrifice days, ritual ceremonies and burials, which consequently spares the natural resources from all forms of exploitation.

However, many factors lead to the **degradation**⁷ of sacred groves: man's pressure on the natural resources, agricultural and grazing pressures, **climate change**⁷, etc.

LOCAL MANAGEMENT OF SACRED GROVES AND COMMUNITY FORESTS

The management system of natural resources of sacred woods in Burkina Faso is traditional. The persons in charge of managing these are: the village chief, land chief, chief's advisors, guards and other people. The Water and Forests Ministry agents are not involved in the management of sacred groves because the inhabitants would interpret their interference in these sacred groves as usurpation of their goods. Most often, they intervene in the management of community forests. This system of

Les prélèvements se font dans les forêts communautaires dont la gestion incombe au délégué du village et à ses conseillers. Ce qui n'est pas le cas chez d'autres où le prélèvement d'espèces médicinales, la cueillette des fruits, la fauche d'herbe et le ramassage de bois mort sont autorisés par le responsable des sacrifices. Mais celui-ci ne donne son accord que si les plantes recherchées n'existent plus dans les savanes.

management is ensured directly by the local population and responds to the concern for preserving village customs, traditions and secrets. In some villages, all activity in the groves is forbidden by the rules of custom even the gathering of dead wood. Harvesting is done in community forests where the management is incumbent on the village delegate and his advisors. This is not the case for others where the sampling of medicinal species, collection of fruit, cutting of grass and collection of dead wood are authorized by the person responsible for sacrifices, but this person only agrees if the plants sought no longer exist in the savannas.



7.33



7.34

Fig. 7.33: Bois sacré (arrière plan) menacé par les cultures de sésame à Kondia/Mouhoun. | Sacred grove (background) threatened by the sesame plantations at Kondia/Mouhoun. SSA

Fig. 7.34: Forêt communautaire menacée par le pâturage à Lan /Sissili. | Community forest threatened by grazing in Lan /Sissili. SSA

Fig. 7.35: (A) & (B) Du bois mort restant intact dans des forêts sacrées en société Samo (province du Sourou). | Intact dead wood in the sacred groves in the Samo society (Sourou province). SSA



7.35 (A)



7.35 (B)

7.4

Dégradation et perspectives

Tillmann KONRAD
Basile A. ADOUABOU

LES FACTEURS DE DEGRADATION DES AIRES PROTEGEES

La préservation de la **biodiversité**[?] et la gestion des aires protégées du Burkina Faso rencontre toujours des obstacles majeurs et des défis à relever. Il y a différentes contraintes judiciaires, institutionnelles, socio-économiques et biophysique qui entravent le succès des actions mentionnées ci-dessus.

De nombreux intérêts conflictuels sévissent autour des différentes aires protégées. En effet, en même temps qu'il est nécessaire d'assurer un espace vital pour une utilisation durable et une meilleure conservation de la biodiversité dans ces entités, il est également indispensable de promouvoir une agriculture vivrière et de rente avec une demande croissante en terres cultivables et de garantir enfin un espace approprié pour les besoins de pâturage. Face à une telle situation, les aires protégées qui constituent les derniers refuges sont

fortement convoitées par tous les acteurs. Inévitablement, dans un contexte de pauvreté et d'analphabétisme extrêmes des populations riveraines, ces entités se fragilisent de plus en plus à la faveur de comportements illégaux de certains acteurs.

En dépit des nombreux acquis enregistrés dans la gestion des différentes filières : bois-énergie (bois et charbon de bois), bois d'œuvre, produits forestiers non **ligneux**[?] (PFNL) et, d'une manière générale en matière de protection et de régénération des ressources forestières, de nombreuses menaces persistent parmi lesquelles, on retiendra :

- Le braconnage qui se limitait jusque là aux petits **mammifères**[?], concerne désormais les plus gros (y compris les éléphants) ;
- La conversion des terres forestières en terres agricoles;
- Le pâturage illégal dans les aires protégées surtout en saison sèche ;
- La surexploitation des ressources forestières ;
- La fragmentation des formations végétales et le développement des paysages agraires ;
- L'exploitation des ressources minières dans certaines forêts classées ;
- Les feux tardifs ;

Degradation and perspectives

FACTORS OF DEGRADATION OF PROTECTED AREAS

Biodiversity[?] preservation and management of protected areas in Burkina Faso still faces major obstacles and challenges. There are various judicial, institutional, socioeconomic as well as biological and physical constraints that impede the success of above-mentioned actions.

Numerous conflicting interests are rampant in the different protected areas. Indeed, while it is necessary to ensure a vital space for a sustainable use and better conservation of biodiversity in these entities, it is also indispensable to promote food agriculture and income with the growing demand for cultivatable lands and guarantee an appropriate area for the needs of grazing fields. Faced with such a situation, the protected areas that constitute the last refuges are strongly desired by all actors. Inevitably, in a context of extreme poverty and illiteracy of the

neighbouring populations, these entities are made increasingly fragile in favour of the illegal behaviour of some actors.

Despite numerous acquisitions recorded in the management of different sectors: wood-energy (wood and wood charcoal), timber, Non-Timber Forest Products (NTFP) and, in general numerous threats persist in protecting and regenerating forest resources, among these we note:

- Poaching that was limited to small **mammals**[?], now concerns the largest (including elephants);
- Conversion of forest lands into agricultural lands;
- Illegal grazing in protected areas especially during the dry season;
- The over-exploitation of natural resources;
- Fragmenting of plant formations and development of agrarian landscapes;
- The exploitation of mining resources in some classified forests;
- Destructive late fires;
- The recurrent droughts that make certain hydrophilic species fragile.

- les sécheresses récurrentes qui fragilisent certaines espèces hydrophiles.

Le braconnage, le pastoralisme et l'empiètement agricole représentent ainsi les pressions les plus répandues sur les aires protégées (APs) du Burkina Faso. La Figure 7.36 montre un haut niveau de pression des APs dans la région Est. Les images satellitaires de 1972/73 à 2005 montrent des changements dramatiques du taux de recouvrement des sols dans les alentours et dans les réserves partielles et les concession de chasse adjacentes de Pama et Arly aussi bien au niveau de réserves totales de Singou, Arly et de Madjoari.

PERSPECTIVES POUR UNE MEILLEURE CONSERVATION

De nos jours, la gestion des aires protégées au Burkina Faso est caractérisée par une approche participative et d'où une division des droits, tâches et revenus associés à la conservation et l'exploitation des ressources des APs. Le cadre institutionnel est constitué de trois groupes internes d'acteurs: les services gouvernementaux, les privés (les concessionnaires) et les communautés locales aux alentours des aires protégées. De plus, des partenaires externes jouent un rôle important par leur soutien financier et technique qui est

Poaching, pastoralism and agricultural encroachment thus represent the most widespread and urgent pressures on some of the most important PAs in Burkina Faso. Figure 7.36 further demonstrates a high degree of pressure on PAs in the eastern region. Satellite images from 1972/73 and 2005 show dramatic land cover alterations in the Pama and Arly Partial Reserve and surroundings as well as in Singou, Arly and Madjoari Total Reserve and adjacent hunting concessions.

PERSPECTIVES FOR BETTER CONSERVATION

Protected Area management in Burkina Faso today is characterized by a collaborative approach and hence a division of rights, duties and revenues associated with conservation and exploitation of PA resources. The institutional setting is made up of three internal groups of actors: the governmental services, the privates (the concessionaires) and local communities adjacent to protected areas. Furthermore, external partners do play an important role in financial and technical support which is usually implemented in the form of projects.

The actual function of each actor strongly varies according to his formal legitimation associated with the category of the PA

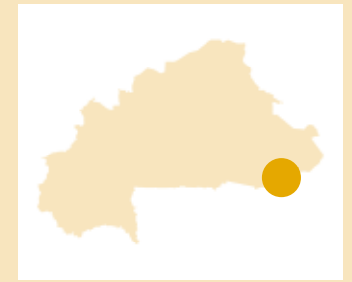
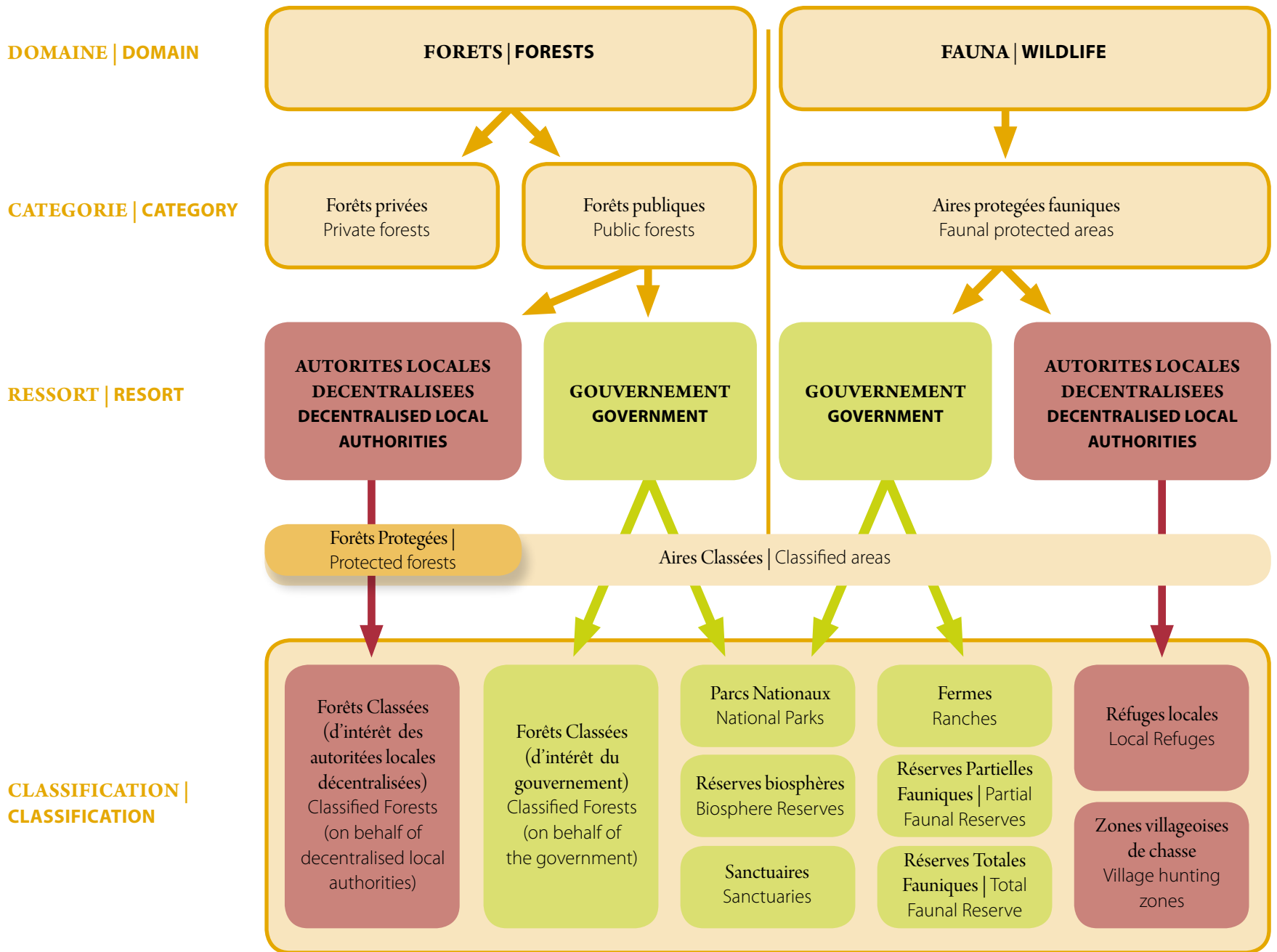


Fig. 7.36: Images satellitaires montrant le changement significatif du taux de recouvrement des alentours et du Park d'Arly au Burkina Faso entre 1972/73 et 2005 [30].



Satellite images show significant land cover change around the Arly-block in Burkina Faso between 1972/73 and 2005 [30].

Fig. 7.37: Catégorisation des aires protégées au Burkina Faso d'après le décret forestière du 1997. Les aires sous aménagement du gouvernement en vert et sous aménagement des autorités locales en rouge. | Categorization of protected areas in Burkina Faso according to the Forestry act of 1997. Areas managed under the authority of the government in green, areas managed under the authority of local authorities in red.



habituellement exécuté sous forme de projets. La fonction actuelle de chaque acteur varie beaucoup selon la légitimation formelle lié à la catégorie d'AP d'une part et le contexte qui détermine l'exécution d'autre part.

Les services gouvernementaux jouent un rôle clé dans toutes les catégories d'AP. Leurs services centraux, en particulier le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie et ses départements forment le haut niveau de gestion et détermine les politiques nationales de conservation. Ils établissent et restent en contact avec les donateurs internationaux, qui font la promotion et exécutent les programmes nationaux de conservation. Dans une histoire récente, on assiste à un changement continu du cadre institutionnel à ce niveau. Le résultat est la multitude de différents acteurs et la fragmentation des compétences et des responsabilités. Il existait une branche institutionnelle (UPC) qui est strictement organisé d'une manière paramilitaire et principalement en charge de la surveillance des aires protégées.

Comme solution à la précédente approche qui est prouvée être difficile, une nouvelle institution de loi public (OFINAP – Office National des Aires Protégées) a été crée en 2008 qui est supposée réunir toutes les différentes responsabilités et réorganiser le secteur,

on the one, and the context that determines implementation on the other hand.

Governmental services play a key role for any category of PA. Their central services, in particular the Ministry of Environment and its departments form the top-level management and determine national conservation policies. They establish and keep contact with international donors and promote and implement national conservation programs. In recent history, there have been ongoing changes in the institutional setup on this level. The result is a multitude of different actors, and a fragmentation of competences and accountabilities. There was an institutional branch (UPC) that is strictly organized in a paramilitary way and mainly in charge of the surveillance of the protected areas.

As solution of the previous approaches, which proved to be difficult, a new public-law institution (OFINAP – “Office National des Aires Protégées”) was established in 2008 that is supposed to reunite the different responsibilities and reorganize the sector, including the relationship to local communities and their decentralized governance bodies, the private sector and international donor organizations.

Moreover, though highly threatened, Burkina Faso still

notamment la relation entre les communautés locales et les conseils de direction décentralisé, le secteur privé et les organisations internationales de donateurs.

De plus, bien que hautement menacé, le Burkina Faso possède toujours un patrimoine naturel qui offre divers possibilités d'exploitation durable pour le futur, avec la mégafaune qui représente une forme de capital naturel.

Sur la base des atouts naturels du Burkina Faso, les aires protégées transfrontalières, respectivement coordonnées par des approches internationales de gestion, stimuleraient la coopération ouest africaine et catalyseraient le processus d'apprentissage et de la création des institutions. Le projet ECOPAS financé par l'Union Européenne (UE) dans la région du Park W, a été entrepris, bien qu'avec des succès limités. L'intensification de ces approches et l'engagement des donateurs cependant est indispensable pour les efforts de conservation à long terme, par exemple dans la région de la Comoé (Burkina Faso et Côte d'Ivoire) ou le complexe WAP (W-Arly-Pendjari au Burkina Faso, Niger et Bénin).

possesses a natural heritage that offers diverse possibilities of sustainable exploitation for the future, with charismatic megafauna representing just one form of natural capital.

Based on the natural assets of Burkina Faso, transboundary protected areas, respectively coordinated international approaches of management, could stimulate regional cooperation in West Africa and catalyze the process of learning and institution building. First steps, like the EU-funded ECOPAS project in the W region, have been undertaken, though with rather limited success so far. Intensification of these approaches and donor engagement, however, is indispensable for long-term conservation efforts, e.g. in the Comoé region (Burkina Faso and Côte d'Ivoire) or the WAP Complex (W-Arly-Pendjari in Burkina Faso, Niger and Benin).

7.5

Chaînes gréseuses Formations saxicoles

Oumarou OUEDRAOGO
Marco SCHMIDT

La savane ouest africaine est en grande partie caractérisée par un relief plus ou moins plat interrompu quelquefois par des élévations montagneuses. Les régions à relief accidenté comme les massifs rocheux ou les chaînes de collines sont considérées comme des **écosystèmes**[?] relativement peu perturbés avec une conservation plus importante de la **biodiversité**[?].

LOCALISATION DES PRINCIPAUX MASSIFS GRESEUX

Au Burkina Faso, les massifs gréseux les plus impressionnants s'observent dans la région orientale (la chaîne de montagne du Gobnangou, Fig. 7.38) et au sud-ouest (les falaises de Banfora, les pics de Sindou et le mont Ténakourou). On peut ajouter à ces ensembles gréseux, les inselbergs disséminés dans les différentes parties du pays, qui ont la même origine **précambrienne**[?] avec des

Sandstone chains Saxicolous formations

The West African savanna is characterized in large part by a more or less flat relief, sometimes interrupted by mountain elevations. The regions with a more pronounced relief like rocky massifs or hill chains are considered relatively undisturbed **ecosystems**[?] with an important contribution to the conservation of the **biodiversity**[?].

LOCATION OF THE MAIN SANDSTONE MASSIFS

In Burkina Faso, the most impressive sandstone massifs can be seen in the Eastern region (the Gobnangou mountain chain, Fig. 7.38) and to the South-West (the Banfora cliffs, Sindou peaks and Mount Ténakourou). We can add the inselbergs that have the same **Precambrian**[?] origin with smaller dimensions distributed in the different parts of the country to these sandstone groups. These rocky massifs are sites of strong touristic interest.

dimensions plus petites. Ces massifs rocheux constituent des sites hautement touristiques.

Le massif gréseux du Sud-Ouest

La couverture sédimentaire de grès primaire domine le socle environnant des provinces des Hauts Bassins, des Cascades et de la Léraba par des **escarpements**[?] impressionnants auxquels on donne le nom de « falaises ». De la région de Bobo-Dioulasso à celle de Banfora, le plateau se termine par une falaise de 150 m de hauteur. Le Mont Tnakourou qui appartient à ce vaste ensemble, culmine à 749 m.

Les massifs gréseux du Sud-Est

Quant aux reliefs du Sud-Est, ils forment un petit massif « le massif de Gobnangou ». Cette chaîne de montagnes est constituée de grès précambrien.

A son point culminant, elle atteint 365 m, alors que le paysage environnant s'élève à 200-300 m. Sur son versant nord, le grès forme une pente raide, sur le versant sud, les falaises alternent avec des dorsales de grès. De nombreux ravins entrecoupent la chaîne sur les deux versants. Sur le plan pédologique il y a une prédominance des

South-West sandstone massif

The sediment cover of primary sandstone dominates the surrounding base of the provinces of Hauts Bassins, Cascades and Léraba with impressive **escarpments**[?] to which we give the name "cliffs". In the Bobo-Dioulasso and Banfora regions, the plateau ends with a 150 m high cliff. Mount Tnakourou belongs to this vast group culminating at 749 m.

South-East sandstone massifs

As for the reliefs of the South-East, they form a small massif, the "Gobnangou massif". This mountain chain is made of Precambrian sandstone. At its culminating point, it reaches 365 m, whereas the surrounding landscape rises to 200-300 m. On its North side, the sandstone forms a steep slope, on the South side, the cliffs alternate with sandstone dorsals. Numerous ravines cut the chain on both sides. From a pedological perspective, there is a predominance of shallow sandy soils with very high content in coarse gravel.

sols sableux peu profonds et souvent avec une très forte teneur en gravillons.

LES INSELBERGS

Il existe une pluralité de définitions des inselbergs [14]. Certains auteurs considèrent les massifs rocheux à l'échelle du Gobnangou comme étant un inselberg. Toutefois, dans cet atlas, nous retenons simplement comme inselberg (Fig. 7.39), les entités rocheuses, les buttes rocheuses ayant les mêmes origines précambriennes, plus petites et qui ne forment pas de chaînes de montagnes. Ces inselbergs sont souvent exploités pour la production de graviers (Fig. 7.40) par les compagnies de voirie.

LES CHAINES GRESEUSES: UNE PLURALITE D'HABITATS AVEC UNE DIVERSITE D'ESPECES

Avec un sol squelettique, les conditions environnementales des reliefs rocheux varient des stations très sèches à températures élevées et une importante évapotranspiration⁷ à des stations très humides avec écoulement et stagnation de l'eau [15]. Ainsi il y règne une variabilité de microhabitats⁷ où les conditions écologiques contrastent avec les paysages environnants. En raison de leur utilisation

INSELBERGS

There exist multiple definitions for inselbergs [14]. Some authors consider the rocky massifs of the scale of the Gobnangou as being an inselberg. Nonetheless, in this atlas, we retain as inselbergs (Fig. 7.39), rocky entities, rocky hillocks with the same Precambrian origins, which are smaller and do not form mountain chains. These inselbergs are often exploited for gravel production (Fig. 7.40) by roadway companies.

THE SANDSTONE CHAINS: A MULTIPLICITY OF HABITATS WITH A DIVERSITY OF SPECIES

With a skeletal soil, the environmental conditions of rocky reliefs vary between very dry sites at high temperatures and significant évapotranspiration⁷ and very humid sites with run-on and stagnation of water [15]. Thus, a variability of microhabitats⁷ reigns where the ecological conditions contrast to the surrounding landscapes. Due to their limited use for agriculture and grazing, the vegetation that develops on the sandstone is often closer to the natural state [16].

The rocky isolated habitats are occupied by a flora⁷ adapted to this special environment that differs almost completely from



7.38

Fig. 7.38: Vue de profil de la chaîne gréseuse du Gobnangou. | Profile view of the Gobnangou sandstone chain. OOU

Fig. 7.39: Vue des Domes de Fabédougou. | View of Domes of Fabédougou. ATH

Fig. 7.40: Exploitation d'un inselberg. | Exploitation of an inselberg. ATH



7.39



7.40

limitée à des fins agropastorales, la végétation qui se développe sur les grès est souvent plus proche de l'état naturel [16].

Les habitats rocheux isolés sont occupés par une **flore**[?] adaptée à ce milieu particulier qui diffère presque complètement de la végétation environnante [17]. La flore des reliefs rocheux n'apparaît pas **systematiquement**[?] plus ou moins riche que celle des substrats voisins, par contre elle possède souvent un taux d'**endémisme**[?] supérieur [18]. Ces milieux peuvent constituer également des sites refuges à la fois aux espèces xériques (adaptées aux conditions climatiques sèches) et hydrophiles (inféodées à la présence de l'eau) pendant les grands **changements climatiques**[?].

La biomasse réduite sur les rochers amenuise l'impact du feu. En effet, les espèces sensibles au feu y trouvent alors un habitat plus favorable que dans les savanes environnantes.

Les espèces qui sont très fréquentes et se retrouvent à la fois sur ces reliefs dans les différentes régions écologiques du Burkina Faso sont essentiellement les **herbacées**[?] telles que *Loudetia simplex*, *Cyanotis lanata* (Fig. 7.41), *Andropogon tectorum*, *Andropogon schirensis*, *Loudetia togoensis*, *Andropogon pseudapricus* et *Indigofera omissa*.

On rencontre également plusieurs autres espèces de tailles et de formes diverses confinées aux fissures dans les roches : les

the surrounding vegetation [17]. The flora of rocky reliefs does not appear more or less rich than that of neighbouring substrates **systematically**[?]; however, it often possesses a higher rate of **endemism**[?] [18]. These environments can also constitute refuge sites both for xeric species (adapted to dry climatic conditions) and hydrophiles (requiring the presence of water) during the great **climate changes**[?]. The reduced biomass on the rocks reduces the impact of fire. Indeed, the fire-sensitive species find a more favourable habitat here than in the surrounding savannas.

The species that are very frequent and are found throughout the reliefs in different ecological regions of Burkina Faso are essentially grasses like *Loudetia simplex*, *Cyanotis lanata* (Fig. 7.41), *Andropogon tectorum*, *Andropogon schirensis*, *Loudetia togoensis*, *Andropogon pseudapricus* and *Indigofera omissa*.

We also find several other species of different sizes and forms confined to the fissures in the rocks: the **chamaephytes**[?] *Tephrosia mossiensis* and *Hibiscus scotellii*, shrubs *Gardenia sokotensis* and *Combretum nioroense* and often trees like *Ficus abutilifolia* (Fig. 7.42). We find succulent species there often in dense populations like *Euphorbia sudanica*, *Caralluma dalzielii* and *Aloe*

chaméphytes[?] *Tephrosia mossiensis* et *Hibiscus scotellii*, les arbustes comme *Gardenia sokotensis* et *Combretum nioroense* et souvent des arbres tels que *Ficus abutilifolia* (Fig. 7.42). On y trouve des espèces succulentes parfois en populations denses telles que *Euphorbia sudanica*, *Caralluma dalzielii* et *Aloe macrocarpa* (Fig. 7.43).

Dopatrium longidens (Fig. 7.44) est une espèce typique des petites retenues d'eaux temporaires qui se forment dans les inselbergs.

La très rare Rubiaceae *Batopedina tenuis* est aussi rencontrée dans ces habitats rocheux (Pics de Sindou, Dômes de Fabédougou, Mont Karou) et est présent en dehors du Burkina Faso seulement dans une localité au Ghana.

Dans les lisières de la falaise de Banfora, les bowé sont souvent couvertes de basses strates herbacées, riches en Cyperaceae et plusieurs plantes carnivores telles que *Drosera indica* (Fig. 7.45), *Genlisea africana* et plusieurs espèces d'*Utricularia* (Fig. 7.47). Le genre *Xyris* est aussi exclusivement rencontré dans ces habitats.

Dans les ravins et les gorges profondes des roches se crée un habitat exceptionnellement humide et frais. Ainsi les fougères (Fig. 7.46), habituellement rares dans la plupart des formations végétales, présentent une certaine diversité dans ces milieux. Les mousses sont aussi présentes avec une diversité légèrement élevée que dans les

macrocarpa (Fig. 7.43).

Dopatrium longidens (Fig. 7.44) is a typical species of temporary rock pools on the inselbergs, which form into the inselbergs. The very rare Rubiaceae *Batopedina tenuis* is also found in these rocky habitats (Sindou peaks, Fabédougou domes, Mount Karou) and is known outside Burkina Faso in only one place in Ghana.

At the borders of the Banfora cliffs, the Bowé are often covered with low herb layer, rich in Cyperaceae and several carnivorous plants like *Drosera indica* (Fig. 7.45), *Genlisea africana* and several species of *Utricularia* (Fig. 7.47). The genus *Xyris* is also found exclusively in these habitats.

In the ravines and deep gorges of the rocks an exceptionally humid and fresh habitat is created. Thus, ferns (Fig. 7.46), habitually rare in the majority of Burkina's plant formations, present a certain diversity in these environments. Mosses are also present a slightly higher diversity than in savannas.

Grottos, present at the level of the rocky reliefs, constitute secure shelters for several animal species. We can find vipers, cobras, hyenas, porcupines, rock hyraxes, etc.

savanes. Les grottes, présentes au niveau des reliefs rocheux, constituent des gîtes sûrs pour plusieurs espèces animales. On peut y rencontrer des serpents vipères, des cobras, des hyènes, des porcs-épics, des damans de rochers, etc.

LES FORMATIONS SAXICOLES

En raison de la diversité des microhabitats présents dans les chaînes gréseuses ou sur les inselbergs, presque tous les types de formations des régions soudano sahéliennes allant des savanes steppiques aux îlots de forêts denses sèches s'y développent.

Dans la zone sahélienne, les chaînes de montagnes couvrent une superficie totalement insignifiante bien que ces formations géologiques soient des éléments manifestes du paysage de cette région [19]. Les communautés végétales (associations) colonisant ces inselbergs sont quasiment composées d'espèces annuelles. On peut citer entre autres l'association à *Pandiaka angustifolia* et *Aristida funiculata*, l'association à *Andropogon fastigiatus* et celle à *Cleome viscosa* et *Brachiaria lata*. En général, ces associations sont pauvres en espèces. La diversité moyenne varie de 6,6 à 11,5 espèces.

Par ailleurs, en zone soudanienne, la diversité est beaucoup plus élevée et peut atteindre en moyenne 29,70 espèces dans les

SAXICOLOUS FORMATIONS

Because of the diversity of microhabitats present in the large sandstone chains or on inselbergs, almost all types of formations of the Sudano-Sahelian regions going from steppe savannas to small islands of dense dry forests develop there.

In the Sahelian zone, the mountain chains cover a totally insignificant surface area although these geological formations are manifest elements in the landscape of this region [19]. Plant communities (associations) colonizing these inselbergs are completely composed of annual species. Among others, we can cite the association with *Pandiaka angustifolia* and *Aristida funiculata*, the association with *Andropogon fastigiatus* and that with *Cleome viscosa* and *Brachiaria lata*. In general, these associations are poor in species. The average diversity varies from 6.6 to 11.5 species.

Moreover, in the Sudanian zone, the diversity is higher and can reach 29.70 species on average in the plant communities. Also the ligneous cover becomes more significant.

The ravines of the sides of the Gobnangou cliffs are occupied by dry forests with *Manilkara multinervis* (dense dry forests). Tree savannas with *Burkea africana* and *Detarium microcarpum* are



7.41

Fig. 7.41: *Cyanotis lanata* sur les grès. | *Cyanotis lanata* on sandstone. OOU

Fig. 7.42: *Ficus abutilifolia* se développant sur grès avec un système racinaire très spécialisé. | *Ficus abutilifolia* developing on sandstone with a very specialized root system. OOU



7.42



7.43

Fig. 7.43: *Aloe macrocarpa* et *Euphorbia sudanica*, deux espèces succulentes liées aux reliefs gréseux. | *Aloe macrocarpa* and *Euphorbia sudanica*, two succulent species tied to sandstone reliefs. OOU

Fig. 7.44: *Dopatrium longidens*, une espèce typique des étangs sur roche. | *Dopatrium longidens*, a typical species of rock pools. MSC



7.44

communautés végétales. Aussi le couvert **ligneux**⁷ devient plus important.

Les ravins de versants de la falaise du Gobnangou, sont occupés par des forêts sèches à *Manilkara multinervis* (forêts denses sèches). Les savanes arborées à *Burkea africana* et *Detarium microcarpum* y sont aussi présentes. En effet, les formations **saxicoles**⁷ caractérisées par *Burkea africana* et *Detarium microcarpum* sont les plus répandues dans la zone soudanienne. Par contre, les formations à *Boswellia dalzielii* (espèce à haute valeur médicinale) sont réparties principalement dans le secteur nord soudanien.

Quant aux savanes arbustives clairsemées à *Combretum niroense*, elles ont été rencontrées dans deux régions (au sud-ouest dans la région de Bobo-Dioulasso particulièrement à Fô et au sud-est sur la chaîne du Gobnangou) [20 & 21].

Comme formation saxicole très confinée, il y a le groupement à *Lannea fruticosa* (Fig. 7.48) qui a été rencontré uniquement sur les collines rocheuses qui surplombent les localités de Namounou et de Madaga dans la province de la Tapoa [22].

Tout comme la flore des reliefs non gréseux, les formations saxicoles montrent une grande variabilité floristique suivant les zones climatiques du Burkina Faso. La particularité de la **phytodiversité**⁷ (flore typique) de ces habitats gréseux fait d'eux, des sites à privilégier dans le cadre des stratégies de conservation de la biodiversité.

Fig. 7.45: *Drosera indica*: une plante carnivore (piégeant les insectes). | *Drosera indica*: a carnivorous plant (trapping insects). SPO



also present. Indeed, the **saxicolous**⁷ formations characterized by *Burkea africana* and *Detarium microcarpum* are more widespread in the Sudanian zone. However, the formations with *Boswellia dalzielii* (species with high medicinal value) are spread mainly in the north Sudanian sector.

As for the shrub savannas scattered with *Combretum niroense*, they are met in two regions (in the South-West of the Bobo-Dioulasso region especially in Fô and in the South-East on the Gobnangou chain) [20 & 21].

As a very confined saxicolous formation, there was the *Lannea fruticosa* community (Fig. 7.48) that was met uniquely on the rocky hills above Namounou and Madaga in the province of Tapoa [22].

Just like the flora on the non-sandstone reliefs, the saxicolous formations show a large floristic variability following the climate changes in Burkina Faso. The unique **phytodiversity**⁷ (typical flora) of these sandstone habitats made them sites to be privileged within the framework of the strategies for the conservation of biodiversity.



Fig. 7.46: *Adiantum schweinfurthii*, une espèce de fougère de la Forêt Classée de Péni. | *Adiantum schweinfurthii*, a fern species of the Forêt Classée de Péni. MSC

Fig. 7.47: *Utricularia inflexa* var. *stellaris* MSC

Fig. 7.48: Peuplement de *Lansea fruticosa* dans les environs de Namounou. | Population of *Lansea fruticosa* in the surroundings of Namounou. OOU



7.47



7.48

7.6

Cascades, galeries forestières, zones humides

Oumarou SAMBARE
Adjima THIOMBIANO

Le Burkina Faso est parcouru par un important réseau hydrographique représenté par des eaux courantes et des eaux stagnantes. L'ensemble du réseau hydrographique se rattache à trois bassins versants internationaux. Ce sont les bassins versants de la Volta, de la Comoé et du Niger avec des superficies respectives de 178 000 km², de 17 000 km² et de 79 000 km². Les eaux courantes sont constituées par les principaux fleuves et rivières et les eaux stagnantes par les mares, les lacs, les retenues d'eaux et les barrages. Trois de ces plans d'eau à savoir la mare d'Oursi, la mare aux hippopotames et le parc national du W désigné comme site Ramsar témoigne de l'importance des zones humides pour la conservation de la **biodiversité**⁹ au Burkina Faso. Selon la convention de Ramsar, les zones humides sont soit « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, **saumâtre**⁹

Waterfalls, gallery forests, wetlands

Burkina Faso is covered by an important hydrographic network represented by running water and stagnant water. The entire hydrographic network is connected to three international river basins. These are the Volta, Comoé and Niger River basins with respective areas of 178 000 km², 17 000 km² and 79 000 km². The running water is made up of the main rivers and stagnant waters by pools, lakes and reservoirs and dams. Three of these watercourses, namely the Mare d'Oursi, the Mare aux hippopotames and the W National Park designated as the Ramsar site testify to the importance of wetlands for the conservation of **biodiversity**⁹ in Burkina Faso. According to the Ramsar convention, the wetlands are either "stretches of swamp, fens, peat-bogs or natural and artificial water, permanent or temporary where the water is stagnant or running, freshwater, **brackish**⁹ or salty, including stretches of marine water where the depth

ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ». Il est associé aux zones humides plusieurs types de formations végétales adaptées aux perturbations fréquentes provoquées par les inondations. L'une de ces formations végétales à savoir la forêt galerie retient plus l'attention par sa physionomie et le rôle écologique qu'elle joue dans la conservation d'espèces rares. La physionomie de ces galeries forestières ainsi que les espèces constitutives sont influencées par le gradient pluviométrique nord-sud du pays. Ce sont en général des formations forestières fréquentées par les populations riveraines à la recherche de terres plus fertiles et de sources de revenus. La forêt galerie est une végétation localisée sur les berges ou sur des plateaux à proximité des cours d'eau, des plans d'eau douce, sur des sols fournissant une humidité excessive. Elle est adaptée à l'humidité excessive et est distincte de la savane adjacente et des autres formations des zones sèches par sa composition floristique et sa structure [23].

IMPORTANCE ECOLOGIQUE

Les zones humides et les formations végétales qui leur sont associées jouent des rôles divers dans le maintien des équilibres écologiques. Certaines espèces des savanes soudaniennes ne se retrouvent

at low tide does not exceed six meters". Several types of plant formations adapted to the frequent disturbances provoked by flooding are associated with wetlands. One of these plant formations, the gallery forest, holds more attention due to its physiognomy and the ecological role that it plays in the conservation of rare species. The physiognomy of these gallery forests and the species found there are influenced by the country's North-South rainfall gradient. In general, these are forest formations frequented by the people of neighbouring settlements seeking land more fertile and sources of income. The gallery forest is vegetation situated on the banks or on plateaus near waterways, bodies of freshwater, on overly humid soils. It is adapted to excessive humidity and is different by its floristic composition and structure from the adjacent savanna and other formations of the dry zones [23].

ECOLOGICAL IMPORTANCE

The wetlands and plant formations that are associated to gallery forests play different roles in the maintenance of ecological balances. Some Sudanian savanna species can only be found in the wetlands of the Sahel zone where they benefit from more

au niveau du secteur sahélien, que dans les zones humides où elles bénéficient encore de sols plus humides et plus fertiles. C'est le cas de *Combretum micranthum* et d'*Anogeissus leiocarpa* [24]. Les zones humides sahéliennes sont des lieux où de nombreuses espèces à distribution soudanienne arrivent à se développer, témoignant ainsi leur caractère refuge. De même, de nombreuses espèces guinéennes se rencontrent encore au Burkina Faso dans les galeries forestières du secteur sud-soudanien. Par leur écologie particulière (absence de feux de brousse), ce sont des zones de concentration de la **faune** grâce à l'**habitat** particulier contre les **prédateurs**. Les galeries forestières le long de la Kompienga ou de la Pendjari sont occupées par des peuplements de *Borassus aethiopicum* qui sont généralement les lieux de prédilection des éléphants.

IMPORTANCE SOCIO-ECONOMIQUE

L'intérêt des zones humides est lié à leurs ressources : fertilité et humidité du sol, l'eau, le bois de chauffe et le bois de construction pour satisfaire les besoins de base et comme source de revenus. Les galeries forestières abritent souvent des espèces aux grandes potentialités économiques. C'est le cas de *Elaeis guineensis* (Palmier à huile) qui est une espèce beaucoup commercialisée pour ses fruits

humid and fertile soils. This is the case for *Combretum micranthum* and *Anogeissus leiocarpa* [24]. The Sahelian wetlands are places where many species with Sudanian distribution start to develop, thus showing their refuge character. Also, numerous Guinean species can still be found in Burkina Faso in the gallery forests of the south Sudanian sector. Due to their particular ecology (lack of brushwood fires), these are zones where, thanks to this special **habitat** unfavourable for **predators**, the **fauna** concentrates. The gallery forests along the Kompienga or the Pendjari are occupied by populations of *Borassus aethiopicum* which are generally favourite places of elephants'.

SOCIOECONOMIC IMPORTANCE

The interest in wetlands is connected to their resources: soil fertility and humidity, water, heating wood and timber to satisfy the basic needs and as a source of revenue. The galleries often shelter species with great economic potentialities. This is the case for *Elaeis guineensis* (oil palm) that is a highly commercialized species for its fruits and *Khaya senegalensis* (African Mahogany) for its wood. The pulp of the *Elaeis guineensis* fruit is used in the preparation of a sauce. This species has many usages for

et de *Khaya senegalensis* (Caïllédrat ou acajou du Sénégal) pour son bois. La pulpe du fruit de *Elaeis guineensis* est utilisée dans la préparation de la sauce. Cette espèce présente beaucoup de vertus alimentaire, médicinale et usages divers. *Tamarindus indica* (Tamarinier) fait partie des habitudes alimentaires des populations rurales du Burkina Faso. Les fruits de *Vitex doniana* (Prunier noir) et *Detarium microcarpum* (Petit détar) sont comestibles. *Oxythenanthera abyssinica* (Bambou) est une espèce utilisée dans l'artisanat. Des ressources sont aussi générées à travers le tourisme au niveau des zones humides. Certains plans d'eau, de par la beauté de leur paysage et des espèces animales et végétales qu'ils abritent, sont devenus de véritables sites touristiques. Les exemples sont nombreux parmi lesquels on peut citer les cascades de Karfiguéla à Banfora, la mare aux hippopotames à Bala, la mare d'Oursi.

LES FORMATIONS VEGETALES DES COURS D'EAU

Les galeries forestières, les cordons **ripicoles**, les forêts marécageuses, les prairies aquatiques et semi-aquatiques sont les formations couramment associées aux cours d'eau. Ces formations à l'instar des autres formations végétales du Burkina Faso sont soumises à une forte **dégradation** due aux **changements climatiques** et

foods, medicines and other diverse applications. *Tamarindus indica* (tamarind) is part of the diet of the rural populations of Burkina Faso. The fruits of *Vitex doniana* (black plum) and *Detarium microcarpum* (tallow tree) are edible. *Oxythenanthera abyssinica* (bamboo) is a species used in crafts.

Tourism also generates resources through the wetlands. Due to the beauty of their landscape and the animal and plant species that they shelter, some watercourses have become real tourist sites. Examples are numerous, among these are the Karfiguéla Falls in Banfora, the hippopotamus pool in Bala, and the Oursi pool.

PLANT FORMATIONS OF WATERWAYS

Gallery forests, riparian strips, swampy forests, aquatic and semi-aquatic prairies are the formations currently associated with waterways. Like other plant formations in Burkina Faso, these formations are submitted to strong **dégradation** due to **climate change** and **anthropogenic** activities. The total area of the gallery forests was estimated at 835 000 ha in 2002, which is 3 % of the national territory [25]. The gallery forests and the riparian strips develop on the banks of waterways. They are

à l'action **anthropique**⁷. La superficie totale des galeries forestières était estimée en 2002 à 835 000 ha soit 3 % du territoire national [25]. Les galeries forestières et les cordons ripicoles se développent sur les berges des cours d'eau. Ces formations sont aussi rencontrées au niveau des cascades. La différence entre galeries forestières et cordons ripicoles réside dans l'importance quantitative et qualitative des espèces végétales. Les premières sont de véritables forêts et sont rencontrées essentiellement dans le secteur **phytogéographique**⁷ sud-soudanien du Burkina Faso [12]. Les cordons ripicoles sont des bandes minces de végétation qui balisent les cours d'eau moins importants et généralement temporaires. La largeur de la bande diminue le long du gradient climatique sud-nord. Les forêts marécageuses quant à elles se développent dans de grandes dépressions où l'eau stagne plus ou moins longtemps [26]. La prairie aquatique se développe aussi bien dans les mares de vallée que les mares de plateau, à des profondeurs variables. La végétation aquatique est dominée par *Nymphaea lotus* (le nénuphar) qui couvre souvent la quasi-totalité de la surface des mares. La végétation semi-aquatique se développe surtout sur le pourtour des mares où elle forme une strate continue. Elle est le plus souvent formée par des espèces de riz sauvage *Oryza longistaminata*, *Oryza barthii*, de

also found near waterfalls. The difference between gallery forests and riparian strips lies in the quantitative and qualitative importance of the plant species. The first are true forests and are found essentially in the **phytogeographic**⁷ South Sudanian sector of Burkina Faso [26]. The riparian strips are slim bands of vegetation that mark the less significant and generally temporary waterways. The width of the band diminishes along the climatic South-North gradient. Temporarily inundated forests develop in large depressions where water stagnates over a shorter or longer time period [27]. The aquatic prairie develops as well in the valley pools as also in the plateau pools with varying depths. The aquatic vegetation is often dominated by *Nymphaea lotus* (the water lily), which often covers almost all of the ponds' surface. The semiaquatic vegetation mostly develops around the pools where it forms a continuous stratum. It is most often formed by wild rice species *Oryza longistaminata*, *Oryza barthii*, *Vetiveria nigritana*, *Echinochloa colona* and many Cyperaceae species. It is periodically submitted to submersions during the rainy season.

Vetiveria nigritana, d'*Echinochloa colona* et beaucoup d'espèces de la famille des Cyperaceae. Elle est périodiquement soumise à des submersions ponctuelles en hivernage.

LA FLORE DES ZONES HUMIDES EN FONCTION DES SECTEURS PHYTOGEOGRAPHIQUES

Certaines espèces des galeries forestières sont spécifiques à des secteurs phytogéographiques et d'autres sont rencontrées sur l'ensemble des secteurs phytogéographiques.

Le domaine sahélien

Dans ce domaine, les reliques de galeries forestières et cordons ripicoles associés aux nombreux cours d'eau temporaires tels que Gourouol, Feildégassé, Maraboulé, Feto, Nakambé, Faga et Yali sont des milieux potentiellement conservateurs de la biodiversité. Ainsi certaines espèces telles que *Anogeissus leiocarpa* (Bouleau d'Afrique) et *Combretum micranthum* (Kinkéliba) ne se rencontrent que sur des sites dont le temps d'inondation est relativement court mais le sol reste frais. Ces deux espèces sont le plus souvent accompagnées de *Crataeva adansonii* (Crateva sacré), *Diospyros mespiliformis* (ébène de l'ouest africain), *Celtis integrifolia* (Micocoulier africain),

WETLAND FLORA IN DEPENDANCE OF PHYTOGEOGRAPHIC SECTORS

Some gallery forest species are specific to certain phytogeographic sectors, others are found in all phytogeographic sectors.

Sahelian domain

In this domain we find environments which are potential biodiversity conservators: the relics of gallery forests and riparian strips associated with numerous temporary waterways like Gourouol, Feildégassé, Maraboulé, Feto, Nakambé, Faga and Yali. Thus, some species such as *Anogeissus leiocarpa* (African birch) and *Combretum micranthum* (Kinkéliba) can only be found on sites where the flooding time is relatively short, but the soil remains moist. These two species are most often accompanied by *Crataeva adansonii* (garlic pear tree), *Diospyros mespiliformis* (African ebony), *Celtis integrifolia* (African hackberry), and *Mitragyna inermis*. On the Yali in the Sub-Saharan sector, we find a gallery forest with large *Daniellia oliveri* (African copaiba balsam tree), *Vitex doniana* (black plum), *Diospyros mespiliformis* (African ebony) and *Anogeissus leiocarpa* (African

et *Mitragyna inermis*. Sur le Yali dans le secteur sub-sahélien, on rencontre une galerie forestière avec de grands pieds de *Daniellia oliveri* (Copalier africain de balsam), de *Vitex doniana* (Prunier noir), de *Diospyros mespiliformis* (ébène de l'ouest africain) et d'*Anogeissus leiocarpa* (Bouleau d'Afrique) qui ont toutes presque disparu des zones environnantes.

Le secteur nord-soudanien

Dans ce secteur, les reliques de galeries forestières rencontrées sur le Mouhoun, le Nazinon, le Nakambé et le Bonsoaga permettent de distinguer : des espèces telles que *Pterocarpus santalinoides*, *Cola laurifolia* (Cola feuille de laurier), qui sont de grands arbres atteignant souvent 25 m de haut et très abondant le long du fleuve Mouhoun. Aussi, de petits arbres tels que *Vitex chrysocarpa*, *Syzygium guineense*, *Morelia senegalensis* sont rencontrés.

Le secteur sud-soudanien

Dans ce secteur phytogéographique des espèces comme : *Vitex chrysocarpa*, *Cola laurifolia*, *Syzygium guineense*, *Morelia senegalensis*, *Mallotus oppositifolius*, *Parinari congensis* sont rencontrées sur le Singou et le Nazinon qui sont des cours d'eau temporaires mais qui

birch) which have almost all disappeared from the surrounding zones.

North Sudanian sector

In this sector, in the relics of gallery forests found in the Mouhoun, Nazinon, Nakambé and Bonsoaga we encounter species like *Pterocarpus santalinoides*, *Cola laurifolia* (laurel-leaved kola), that are large trees that often reach 25 m and are very abundant along the Mouhoun River. Also, small trees like *Vitex chrysocarpa*, *Syzygium guineense*, *Morelia senegalensis* are found.

South Sudanian sector

In this phytogeographic sector, species like *Vitex chrysocarpa*, *Cola laurifolia*, *Syzygium guineense*, *Morelia senegalensis*, *Mallotus oppositifolius* and *Parinari congensis* are found on the Singou and the Nazinon, which are temporary waterways, but which still remain permanent at places. *Dialium guineense* (black tamarind), *Cassipourea congoensis*, *Manilkara obovata*, *Hymenocardia heudelotii* and *Berlinia grandifolia* are found on the banks of the Comoé which is a permanent waterway in the Folonzo



7.49



7.50



7.51



7.52

Fig. 7.49: Galerie forestière à Folonzo. | Gallery forest at Folonzo. OSA

Fig. 7.50: Galerie forestière à Samogohiri. | Gallery forest at Samogohiri. OSA

Fig. 7.51: Cordon ripicole à Kou. | Riparian strip at Kou. OSA

Fig. 7.52: Les cascades de Karfiguéla. | The waterfalls at Karfiguéla. OSA

restent tout de même permanents par endroit. *Dialium guineense* (Tamarinier noir), *Cassipourea congoensis*, *Manilkara obovata*, *Hymenocardia heudelotii*, *Berlinia grandifolia* sont rencontrées sur les berges de la Comoé qui est un cours d'eau permanent dans la forêt classée et réserve partielle de faune de Folonzo (Fig. 7.49). A Samogohiri une galerie forestière d'une très grande diversité se trouve sur un affluent de la Léraba : Les espèces telles que *Berlinia grandifolia*, *Carappa procera*, *Albizia zygia*, *Tetracera alnifolia*, *Xylopia parviflora*, *Uvaria chamae* y sont très abondantes (Fig. 7.50). Au niveau des cascades de Karfiguéla on rencontre *Pandanus candelabrum* qui est une espèce rare au Burkina Faso (7.52). Dans les cours d'eau il existe une espèce particulière de plante appelée *Tristicha trifaria* qui se développe sur les roches et qui est une plante haute ressemblant aux mousses. *Breonadia salicina* qui affectionne aussi les cours d'eau avec un substrat rocheux, est une espèce abondante au niveau des cascades de Karfiguéla. Elle est accompagnée par beaucoup d'autres espèces qui restent confinées à cet habitat spécifique parmi lesquelles on cite *Combretum racemosum*, *Raphia sudanica*.

Une étude menée dans les forêts galeries de la Leyessa et de Bala dans la réserve de **biosphère**⁷ de la Mare aux Hippopotames classée par l'UNESCO comme patrimoine mondial depuis 1987 [27]

classified forest and partial reserve (Fig. 7.49). At Samogohiri, a gallery forest with a very large diversity is found on the Léraba affluent. Species such as *Berlinia grandifolia*, *Carappa procera*, *Albizia zygia*, *Tetracera alnifolia*, *Xylopia parviflora* and *Uvaria chamae* are very abundant there (Fig. 7.50). At the Karfiguéla Falls, we find *Pandanus candelabrum*, which is a rare Burkina Faso species (Fig. 7.52). There is also a very peculiar plant species, *Tristicha trifaria*, a **higher plant**⁷ resembling a moss growing on the rocks within the running water. *Breonadia salicina* also likes waterways with a rocky substratum and is a species that is abundant at the Karfiguéla Falls. It is accompanied by many other species that remain confined to this specific habitat among which we can cite *Combretum racemosum* and *Raphia sudanica*.

A study undertaken in the gallery forests of the Leyessa and Bala within the **biosphere**⁷ reserve of the Mare aux Hippopotames, classified by the UNESCO as world heritage site since 1987 [28], has enabled to locate eight Guinean species: *Erythrophleum suaveolens* (forest ordeal tree), *Kigelia africana* (sausage tree), *Cola laurifolia* (laurel-leaved kola), *Cola cordifolia*,

ont permis de recenser huit espèces guinéennes à savoir *Erythrophleum suaveolens* (Grand tali), *Kigelia africana* (Saucissonnier ou faux boabab), *Cola laurifolia* (Cola feuille de laurier), *Cola cordifolia*, *Elaeis guineense* (Palmier à huile), *Phoenix reclinata* (Faux dattier), *Lannea kerstingii* et *Malacantha alnifolia*.

CONCLUSION

Les zones humides du Burkina Faso renferment une diversité biologique non négligeable qui mérite plus d'attention de la part du monde scientifique. En effet, elles constituent des sites de refuges pour de nombreuses espèces végétales menacées de disparition des milieux environnants.

Elaeis guineense (African oil palm), *Phoenix reclinata* (Senegal date palm), *Lannea kerstingii* and *Malacantha alnifolia*.

CONCLUSION

Burkina Faso's wetlands hold an important biological diversity that merits more attention by the scientific world. Indeed, they are refuge sites for numerous plant species threatened by extinction in the surrounding environments.

BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE 7

BIBLIOGRAPHY CHAPTER 7

- [1] ADP. 1997: Loi n° 006/97/ADP du 31 janvier 1997, portant Code Forestier au Burkina Faso.
- [2] DFC. 2007: Rapport Bilan de dix années d'exploitation faunique au Burkina Faso.
- [3] Dudley N. 2008: Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées. Gland, Suisse : UICN.
- [4] Lamarque F. 2004: Les grands mammifères du complexe WAP.
- [5] Balança G, Cornélis D & Wilson R. 2007: Les oiseaux du complexe WAP. ECO-PAS, CIRAD.
- [6] Mahamane A. 2005: Etudes floristique, phytosociologie et phytogéographique de la végétation du Parc Régional du W du Niger. Thèse d'Etat, Univ. Libre de Bruxelles.
- [7] Mbayngone E. 2008: Flore et végétation de la réserve partielle de faune de pama sud-est du Burkina Faso. Thèse Unique, Univ. Ouaga.
- [8] Mbayngone E, Schmidt M, Hahn-Hadjali K, Thiombiano A & Guinko S. 2008: Magnoliophyta of the partial faunal reserve of Pama, Burkina Faso. Check List 4, 251–266.
- [9] Guinko S & Thiombiano A. 2005: Florule de la Forêt Classée du Kou (Burkina Faso), Université de Ouagadougou.
- [10] Garcia C, Pascal JP & Kushalappa C. 2006: Les forêts sacrées du Kodagu en Inde: écologie et religion. Bois et forêt des tropiques, 288, 5-13.
- [11] Ouadba JM., 2003: Caractéristique de la végétation des milieux anthropisés de la province du Bazéga au Burkina Faso. Thèse d'Etat, Université de Ouagadougou.
- [12] Fontes J & Guinko S. 1995: Carte de la végétation et de l'occupation du sol au Burkina Faso. Notice explicative. Ministère de la coopération Française, Toulouse.
- [13] Savadogo S. 2008: Etude de la flore et de la végétation des bois sacrés de la zone sub-sahélienne du Burkina Faso. Mémoire de DEA, Université de Ouagadougou.
- [14] Oumorou M. 2003: Etude écologique, floristique, phytogéographique et phytosociologique des inselbegs du Bénin. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Belgique.
- [15] Parmentier I, Stévert T & Hardy OJ. 2005: The inselberg flora of Atlantic Central Africa. I. Determinants of species assemblages. Journal of Biogeography 32, 685–696.
- [16] Wittig R, Hahn-Hadjali K & Thiombiano A. 2000: Les particularités de la végétation et de la flore de la chaîne du Gobnangou dans le Sud-Est du Burkina Faso. Etudes flor. Vég. Burkina Faso 5, 49-64.
- [17] Barthlott W, Porembski S, Szarkzynski J & Mund JP. 1996: Phytogeography and vegetation of tropical inselbergs. Actes du colloque international de Phytogéographie tropicale, en hommage au Professeur Raymond SCHNELL, 15-24.
- [18] Jaffré T. 1996: Etude comparative des formations végétales et des flores des roches ultramafiques de Nouvelle-Calédonie et d'autres régions tropicales du monde In: Phytogéographie tropicale: réalités et perspectives. Actes du colloque international de Phytogéographie tropicale, en hommage au Professeur Raymond SCHNELL, 137-146.
- [19] Müller J. 2008: Herbaceous and non-inundated vegetation of Sahelian inselbergs in Burkina Faso. Candollea 63, 57-79.
- [20] Thiombiano A. 2005: Les Combretaceae du Burkina Faso: taxonomie, écologie, dynamique et régénération des espèces. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Ouaga.
- [21] Ouédraogo O, Thiombiano A, Hahn-Hadjali & Guinko S. 2008: Diversité et structure des groupements ligneux du Parc national d'Arly (Est du Burkina Faso). Flora Veg. Sudano-Sambesica, 11, 5-16.
- [22] Ouédraogo A. 2006: Diversité et dynamique de la végétation ligneuse de la partie orientale du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Univ. Ouagadougou.
- [23] Belem OM. 2008: Les galeries forestières de la Réserve de la Biosphère de la Mare aux Hippopotames du Burkina Faso : caractéristiques, dynamique et ethnobotanique, Thèse d'état, Univ. Ouagadougou.
- [24] Thiombiano A. 2005: Les Combretaceae du Burkina Faso: Taxonomie, écologie, dynamique et régénération des espèces. Thèse de doctorat d'état, université de Ouagadougou.
- [25] MECV. 2006: Programme Cadre de Gestion durable des Ressources Forestières et Fauniques au Burkina Faso 2006-2015.
- [26] Mahamane A. 2005 : Etudes floristique, phytosociologique et phytogéographique de la végétation du Parc Régional du W du Niger, Thèse de Doctorat, U.L.B.
- [27] Belem OM & Guinko S. 2002: Diversité Floristique de deux forêts galeries de la réserve de biosphère de la mare aux Hippopotames du Burkina Faso, AET-FAT, Journal du Jardin Botanique de Meize, Bruxelles, 797-806.

SOURCES CARTOGRAPHIQUES

MAP SOURCES

- [28] Adouabou BA. (conception | draft) 2009: Dates de la | data of the Banque Nationale des Données Topographiques – BNDT, Institut Géographique du Burkina – IGB.
- [29] Adouabou BA & Belem A. (conception | draft) 2009: Dates de la | data of the Banque Nationale des Données Topographiques – BNDT, Institut Géographique du Burkina – IGB.
- [30] UNEP 2008: Africa: Atlas of our Changing Environment.



8 Strategies de conservation de la biodiversité au Burkina Faso

Biodiversity conservation strategies in Burkina Faso

Le Burkina Faso en réponse aux obligations internationales, a signé et ratifié des conventions et protocoles relatifs à la conservation de la biodiversité. Il a en outre développé des politiques nationales et des stratégies de mise en œuvre des diverses recommandations. Les initiatives prises par le gouvernement n'auront de succès véritable que si tous les acteurs, en particulier les différentes couches sociales étaient sensibilisées et s'engageaient résolument dans des actions concrètes en conciliant deux approches :

- Une approche préventive basée sur des principes de gestion durable de la biodiversité.
- Une approche de restauration écologique basée sur des actions directes favorisant le retour des ressources perdues ou en voie de disparition.

Cette partie de l'atlas passe en revue les principaux textes réglementaires en vigueur au Burkina Faso et les institutions de formation et/ou de recherche oeuvrant pour la conservation de la biodiversité. En outre la place très importante des règles socioculturelles qui contribuent à une meilleure conservation de la biodiversité est évoquée. Sur une soixantaine d'ethnies du Burkina Faso, une d'elles a été choisie pour montrer comment en respectant les traditions on pourrait contribuer à réduire un tant soit peu la perte des ressources biologiques.

Burkina Faso has signed and ratified conventions and protocols in response to its international obligations relating to biodiversity conservation. It has also developed national policies and strategies for the implementation of various recommendations. The initiatives taken by the government will be successful only if all the actors, in particular the different social strata, are sensitized and resolutely take concrete action by combining two approaches:

- A preventive approach based on principles of sustainable management of biodiversity.
- An ecological restoration approach based on direct actions promoting the restoration of lost or disappearing resources.

This part of the atlas reviews the principal regulatory texts in force in Burkina Faso, whilst highlighting the different biodiversity conservation strategies as well as the organizations that work in this direction, including the training and/or research institutions. Moreover, the important socio-cultural rule that contributes to better conservation of biodiversity is highlighted. Unable to take into account all ethnic groups in Burkina Faso (over sixty), one of them has been selected to show how respecting the traditions could help reduce the loss of biological resources a little.

Fig. 8.0: Savane au Parc Nationale de W. | Savanna in the W National Park. MSC



8.1

Politique nationale

Amidou GARANE

Le Burkina Faso, afin de renverser la tendance continue à l'appauvrissement de la diversité biologique (**biodiversité**²), a adopté progressivement un certain nombre de mesures qui constituent aujourd'hui les composantes d'une ébauche de politique nationale en matière de conservation de la diversité biologique. La politique nationale en matière de diversité biologique est définie dans de nombreux textes de politique et de stratégies, soit globaux soit sectoriels. Les principaux textes qui peuvent être mentionnés sont le document de politique nationale en matière d'environnement [1], le document de politique et stratégies en matière d'eau (1998) [2], la Stratégie nationale et le Plan d'action du Burkina Faso en matière de diversité biologique (1999) [3].

Comme tous les textes de politique, les trois documents définissent les objectifs de la politique nationale en la matière, les principes directeurs, déterminent les moyens et stratégies à mettre en œuvre

pour atteindre les résultats escomptés ainsi que les mécanismes de suivi et d'évaluation.

La mise en œuvre de la politique nationale en matière de diversité biologique nécessite le recours à de nombreux instruments. Il s'agit d'abord des instruments juridiques (les textes normatifs et les mécanismes institutionnels) qui forment le cadre juridique de la protection de la diversité biologique. Il s'agit ensuite des instruments opérationnels qui sont des outils opératoires pour une meilleure conservation de la diversité biologique (aires de protection, projets et programmes de développement). Parmi ces instruments de mise en œuvre de la politique nationale en matière de diversité biologique, les instruments juridiques qui se composent des normes et des institutions, sont d'une importance fondamentale. En premier lieu, les normes en matière de diversité biologique consistent en un ensemble de règles obligatoires donc contraignantes pour sa conservation et dont le non respect est sanctionné par l'autorité publique. Les règles de conservation de la diversité biologique, comme dans tout autre domaine, assurent une double fonction : la prévention et la répression. La fonction préventive consiste, par la régulation des comportements humains, à empêcher la commission d'actes préjudiciables à la diversité biologique. La prévention des dommages

National policy

To reverse the continued depletion of **biodiversity**², Burkina Faso has gradually adopted a number of measures which are now the components of a draft national policy on conservation of biodiversity. National policy with regard to biodiversity is defined in numerous policy and strategy documents, either global or sectoral. The principal texts that can be mentioned are the national policy document on the environment [1], the policy and strategy document on water (1998) [2], the National Strategy and the Burkina Faso Action Plan on biodiversity (1999) [3]. Like all policy documents, the three documents define the objectives of national policy thus: guidelines determine ways to implement strategies to achieve the desired results and the mechanisms for monitoring and evaluation.

Implementation of the national policy on biodiversity requires the use of many instruments. Firstly there are the legal

instruments (the normative and institutional mechanisms) that form the legal framework for the protection of biodiversity. Then there are operational tools for improved conservation of biodiversity (protected areas, projects and development programs). Amongst the instruments for the implementation of national policy on biodiversity, the legal instruments which consist of norms and institutions are of fundamental importance. Firstly, standards of biodiversity are a set of mandatory rules, therefore binding for its conservation; non-compliance is sanctioned by public authority. The rules for conservation of biodiversity, as in any other domain, have a dual function: prevention and repression. The preventive function is by regulating human behaviour, to prevent the commission of acts detrimental to biodiversity. The prevention of damage is, indeed, of fundamental importance in relation to the environment and remains the best form of protection, because of the irreversible nature of certain types of damage to biodiversity which make restoration uncertain and lead to the disappearance of certain components. Regarding the function of repression, it seeks to punish antisocial behaviour constituting a violation of legislation relating to biodiversity. These offences are usually qualified

est, en effet, d'une importance fondamentale en matière environnementale et demeure la meilleure forme de protection, en raison du caractère irréversible de certaines atteintes à la diversité biologique qui rend aléatoire la restauration et entraîne ainsi la disparition de certains de ses éléments constitutifs. Quant à la fonction de répression, elle vise à punir un comportement anti-social constitutif d'infraction à la législation relative à la diversité biologique. Ces infractions sont habituellement qualifiées de contraventions ou de délits punis par les sanctions pénales correspondantes.

En second lieu, et parallèlement aux normes, les institutions jouent également un rôle majeur en ce qu'elles rendent effectives les normes. En effet, ce sont les institutions qui assurent la mise en œuvre des normes destinées à la conservation de la diversité biologique. Elles conditionnent donc l'effectivité de ces normes c'est-à-dire détermine la mesure dans laquelle ces normes sont effectivement appliquées.

Il convient donc d'examiner l'ensemble du cadre juridique de la diversité biologique au Burkina Faso à travers successivement son cadre normatif et son cadre institutionnel.

as contraventions or offences punished by corresponding penal sanctions. Secondly, and parallel to the standards, institutions play a major role making the standards effective. Effectively, it is the institutions which ensure the implementation of the standards directed towards the conservation of biodiversity. They then determine the effectiveness of those standards, that is to say determine the extent to which those standards are effectively applied. It is thus advisable to examine all of the legal framework for biodiversity in Burkina Faso successively through its standards and its institutional framework.

NORMATIVE FRAMEWORKS FOR BIODIVERSITY'S CONSERVATION

This normative framework is composed of international instruments and national legislation.

International instruments

International non-conventional instruments

International non-conventional instruments are texts adopted by states at international conferences or inter-governmental organizations, with various names such as declarations,

LE CADRE NORMATIF DE LA CONSERVATION DE LA DIVERSITE BIOLOGIQUE

Ce cadre normatif est composé d'instruments internationaux et de la législation nationale.

Les instruments internationaux

Les instruments internationaux non conventionnels

Les instruments internationaux non conventionnels sont des textes adoptés par les Etats lors des conférences internationales ou au sein des organisations intergouvernementales, avec des dénominations diverses tels que les déclarations, les directives, les plans ou programmes d'action. Leur caractéristique principale est qu'ils ne sont pas obligatoires ni pour ceux qui les adoptent ni pour leurs destinataires. Bien que n'étant pas juridiquement contraignants pour les Etats, ces instruments sont d'une importance fondamentale en matière de droit et politique de l'environnement. Comportant des principes et orientations stratégiques, ils constituent un guide d'action précieux au service des Etats pour leur montrer la voie à suivre dans les divers domaines de la protection de l'environnement. Dans le domaine spécifique de la diversité biologique, il existe de nombreux instruments internationaux non conventionnels. Il s'agit

guidelines, plans or programs. Their main characteristic is that they are not mandatory neither for those who adopt them nor to their recipient. Although not being legally binding to states, these instruments are of fundamental importance in relation to environmental law and policy. Including principles and strategic directions, they are a valuable guide to action in the service of states to show the way forward in various fields of environmental protection.

In the specific domain of biodiversity, there are many international non-conventional instruments. These include the **World Charter for Nature**, the **Declaration on Forests** and the **Rio de Janeiro Action Plan** (Agenda 21).

The **World Charter for Nature**, in spite of its non-conventional character, has influenced international conventions and contributed in a decisive manner to the evolution towards the next steps including the development of the Convention on Biodiversity.

Conventional instruments

Burkina Faso is bound by many conventional instruments adopted by the international community for the conservation of

notamment de la **Charte mondiale de la nature**, de la **Déclaration sur les forêts**, ou du **Plan d'action de Rio de Janeiro** (Agenda 21).

La **Charte mondiale de la nature** malgré sa nature d'instrument non conventionnel a influencé des conventions internationales et contribué de manière décisive à l'évolution vers les étapes ultérieures notamment l'élaboration de la Convention sur la diversité biologique.

Les instruments conventionnels

Le Burkina Faso est lié par de nombreux instruments conventionnels adoptés par la communauté internationale pour la conservation de la diversité biologique. Ces conventions sont diverses par leur objet.

Les conventions de conservation globale de la diversité biologique : C'est la **Convention sur la Diversité Biologique** (CDB) qui fournit de nos jours, en tant que convention globale, le cadre le plus approprié de la gestion durable de la diversité biologique. La Convention sur la diversité biologique marque une étape décisive dans la protection de la diversité biologique, au regard de son approche globalisante en la matière. Cette approche globalisante résulte de

biodiversity. These conventions are diverse in their objectives. Conventions on global conservation of biodiversity: It is the **Convention on Biodiversity** (CBD) which provides, today, as a global convention, the most appropriate framework for sustainable management of biodiversity. The Convention on Biodiversity marks a decisive stage in the protection of biodiversity, regarding the viewpoint of its global approach to the subject. This holistic approach results from three factors. Firstly, the Convention was written in the follow-up to the World Charter for Nature (Resolution ONU/AG/37/7), organizing the protection of species in and for themselves, as an element of nature [4] and not only in regard to their usefulness to man, thus breaking definitively with **anthropocentrism**⁷ in environmental issues. It embraces biodiversity in overall size, both economically and ecologically: "Conscious of the intrinsic value of biological diversity and the value of diversity and its constituent elements on an environmental, genetic, social, economic, scientific, educational, cultural, recreational, and aesthetic basis" (Preamble). Secondly, the Convention does not protect a particular species (particularly threatened species) but all of the species of biodiversity, in order to preserve the earth's genetic viability in

trois facteurs. D'abord, la Convention s'inscrit dans les suites de la Charte Mondiale de la Nature (Résolution ONU/AG/37/7) en organisant la protection des espèces pour elles-mêmes, en tant qu'éléments de la nature [4] et non seulement au regard de leur utilité pour l'Homme, rompant ainsi définitivement avec l'**anthropocentrisme**⁷ en matière environnementale. Elle appréhende ainsi la diversité biologique dans sa dimension totale, autant économique qu'écologique: « Conscient de la valeur intrinsèque de la diversité biologique et de la valeur de la diversité et de ses éléments constitutifs sur les plans environnemental, génétique, social, économique, scientifique, éducatif, culturel, récréatif et esthétique » (Préambule). Ensuite, la Convention ne vise pas à protéger telle ou telle espèce particulière (notamment les espèces menacées) mais l'ensemble des espèces de la diversité biologique, afin de préserver la viabilité génétique de la terre conformément aux principes fondamentaux énoncés de la Charte mondiale de la Nature. Enfin, elle étend le concept de conservation aux **habitats**⁷ et **écosystèmes**⁷ dans lesquels se sont développés les éléments constitutifs de la diversité biologique.

La Convention se donne pour objectif d'assurer la gestion durable de la diversité à travers la conservation de la diversité biologique

conformity with the fundamental principles of the World Charter for Nature. Finally, it extends the concept of conservation to **habitats**⁷ and **ecosystems**⁷ in which the constitutive elements of biodiversity have developed.

The convention sets itself the objective of ensuring the sustainable management of diversity through the conservation of biodiversity (notably by *in situ* and *ex situ* conservation, its sustainable use and protection of the genetic resources through free and just access and sharing of the advantages of the utilization of genetic resources).

If conservation and sustainable use of biodiversity are important aspects, there should be some developments on access and benefit sharing arising from utilization of genetic resources because of their innovative nature. The regulation of access and sharing of benefits resulting from exploitation of the genetic resources will develop significant dimensions in the conservation of biodiversity in coming years.

Genetic resources are defined by the Convention on Biodiversity as: "genetic material having effective or potential value". It can comprise material of plant, animal, microbial or other origin, containing functional units of **heredity**⁷. Regulation of

La **Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe** s'inscrit également dans une perspective globalisante puisqu'elle couvre également la protection des habitats, la conservation des espèces et particulièrement des espèces migratrices (art.1er).

The **Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats** is written with a global perspective since it equally covers the protection of habitats, species conservation and in particular of migratory species.

(notamment par la conservation *in situ* et *ex situ*, son utilisation durable et la protection des ressources génétiques à travers l'accès et le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques).

Si la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique sont des aspects majeurs, il convient de faire quelques développements sur l'accès et le partage des bénéfices résultant de l'exploitation des ressources génétiques en raison de leur caractère innovateur. La réglementation de l'accès et du partage des bénéfices résultant de l'exploitation des ressources génétiques deviendra dans les années à venir une dimension majeure de la conservation de la diversité biologique.

Les ressources génétiques sont définies par la Convention sur la diversité biologique comme « le matériel génétique ayant une valeur effective ou potentielle ». Il peut s'agir du matériel d'origine végétale, animale, microbienne ou autre, contenant des unités fonctionnelles d'**hérédité**⁹. La réglementation de l'accès et le partage des bénéfices liés à l'exploitation des ressources génétiques ont été sans conteste, les innovations majeures du droit de la diversité biologique issu de la CNUED (Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement). Pendant longtemps, l'absence

d'une réglementation internationale en la matière avait favorisé le libre accès, de fait, aux ressources génétiques des pays en développement et du même coup, la bio-prospection anarchique ou bio-piraterie. Ces ressources génétiques qui donnent lieu à des applications industrielles (produits pharmaceutiques ou alimentaires) qui font l'objet de protection par le biais des droits de propriété intellectuelle (notamment par le brevet) pour être ensuite vendus aux pays fournisseurs de la ressource à des prix prohibitifs. Cette situation d'anarchie va prendre fin avec l'avènement de la Convention sur la diversité biologique qui vient ainsi déterminer, pour la première fois, le statut de ces ressources en consacrant le droit souverain des Etats et des peuples pourvoyeurs sur ces ressources conformément aux principes du droit international qui proclame la souveraineté permanente des Etats sur leurs ressources naturelles [5]. De même, elle organise les conditions d'accès et de partage des bénéfices liés à leur exploitation, surtout commerciale. La Convention apporte des solutions novatrices et décisives notamment avec la contractualisation de l'accès et le partage des bénéfices tirés de l'exploitation des ressources génétiques.

S'agissant d'abord de l'accès aux ressources génétiques, la CDB reconnaît le pouvoir des Etats en matière de réglementation de l'accès

access and sharing of benefits linked to the exploitation of genetic resources have been, unquestionably, major innovations of the law on biodiversity originating from the UNCED (United Nations Conference on Environment and Development). For a long time, the absence of international regulation on the subject had favoured, in practice, free access to the genetic resources of developing countries and, at the same time, uncontrolled bio-prospecting or bio-piracy. Those genetic resources which can be used industrially (pharmaceutical or food products), and which are the subject to protection by intellectual property laws (including by patent), may subsequently be sold to those countries supplying the resource, at prohibitive prices. This anarchic situation will end with the advent of the Convention on Biodiversity which thus, for the first time, determines the status of those resources by dedicating sovereign rights to the states and peoples supplying these resources, in conformity with the principals of international law which proclaims the permanent sovereignty of states over their natural resources [5]. Likewise, it sets out the conditions for access and sharing of benefits linked to their exploitation, particularly commercial. The Convention brings innovative and decisive solutions,

notably with contract-based solutions to access and sharing of the benefits drawn from exploitation of genetic resources. Turning first access to genetic resources, the CBD recognizes the power of states concerning regulation of access to their genetic resources in accordance to the principle of the sovereignty of states over their natural resources. According to article 15 of the CBD, "Recognizing the sovereign rights of states over their natural resources, the authority to determine access to genetic resources rests with the national governments and is subject to national legislation... Access to genetic resources shall be subject to prior, informed consent of the Contracting Party providing such resources, unless otherwise determined by that Party..." It is thus that access to genetic resources, when accorded, is governed by the conditions agreed by 'common accord' between the supplier state and the beneficiary state. This access is subject to the prior consent of the supplier state for the resource, given in full knowledge of the facts (Art. 15, 5). In that way, beneficiary countries must develop scientific research on their genetic resources with the full participation of the supplier countries and, to the extent possible, in their territories (Art. 15, 6).

à leurs ressources génétiques conformément au principe de souveraineté des Etats sur leurs ressources naturelles. Selon l'article 15 de la CDB, « Etant donné que les Etats ont le droit souverain sur leurs ressources naturelles, le pouvoir de déterminer l'accès aux ressources génétiques appartient aux gouvernements et est régi par la législation nationale ... L'accès aux ressources génétiques est soumis au consentement préalable donné en connaissance de cause de la Partie contractante qui fournit lesdites ressources, sauf décision contraire de cette Partie ... ». C'est ainsi que l'accès aux ressources génétiques, lorsqu'il est accordé, est régi par des conditions convenues de « commun accord » entre l'Etat fournisseur et l'Etat bénéficiaire. Cet accès est soumis au consentement préalable donné en connaissance de cause de l'Etat fournisseur de la ressource (Art. 15, 5). De même, les pays bénéficiaires doivent développer les recherches scientifiques sur ces ressources génétiques avec la pleine participation des pays fournisseurs et, dans la mesure du possible, sur leur territoire (Art. 15, 6).

La règle de l'accès réglementé a mis fin, au niveau international, à la situation d'incertitude qui prévalait jusqu'à cette époque et qui consacrait implicitement le libre accès, sinon l'accès anarchique aux ressources génétiques des pays en développement. Contrairement

At the international level, the regulation of access ended the uncertainty that prevailed until that time and implied free access, even uncontrolled access to genetic resources in developing countries. Contrary to the wishes of certain developed countries, the genetic resources have not been declared to be a part of the common heritage of humanity, an option which would have meant shared international management. The sovereign right of the state to limit access to its genetic resources is nonetheless extremely limited. Effectively, each state Party to the Convention must endeavour to create the "conditions to facilitate access to genetic resources for environmentally sound uses by other Contracting Parties" and not to impose restrictions that going to against the objectives of the Convention (Art. 15, 2). In other terms, no national legislation can adopt an absolute prohibition on access to national genetic resources. Such a clause would be contrary to the spirit of the Convention which adopts the regulated access of other Contracting Parties to those resources which, if not falling within the common heritage of humanity, are the subject of humanity's common interest. It is a matter of organization and not prevention of access. As regards the sharing of the benefits drawn from the

au souhait de certains pays développés, les ressources génétiques n'ont pas été déclarées comme relevant du patrimoine commun de l'humanité, une option qui aurait consacré la gestion commune internationale de ces ressources.

Le droit souverain de l'Etat à limiter l'accès à ses ressources génétiques est cependant fortement limité. En effet, chaque Etat partie à la Convention doit s'efforcer de créer les « conditions propres à faciliter l'accès aux ressources génétiques aux fins d'utilisation écologiquement rationnelle par d'autres Parties contractantes » et de ne pas imposer de restrictions allant à l'encontre des objectifs de la Convention (Art. 15, 2).

En d'autres termes, aucune législation nationale ne peut consacrer une interdiction absolue d'accès aux ressources génétiques nationales. Une telle clause serait contraire à l'esprit de la Convention qui consacre l'accès réglementé des autres parties contractantes à ces ressources qui, si elles ne relèvent pas du patrimoine commun de l'humanité, font l'objet d'un intérêt commun de l'humanité. Il s'agit d'organiser l'accès et non de l'empêcher.

En ce qui concerne le partage des bénéfices tirés de l'exploitation des ressources génétiques, la CDB consacre également le principe du partage juste et équitable des avantages tirés de l'exploitation des

exploitation of genetic resources, the CBD also adopts the principal of the sharing those same resources, in a fair and equitable way, and also in accordance with 'mutually agreed' terms. The Contracting Parties have the obligation to take the internal measures necessary to ensure a fair and equitable sharing of the benefits drawn from research and development, in addition to all the advantages resulting from commercial and other uses of the genetic resources, with the Contracting Party which supplies those resources (Art. 15, 7). They must also assure them access to the technology for using those resources and the transfer of that same technology in accordance with mutually agreed terms, in respect however of the rights of intellectual property, all things which greatly limit the scope of such rights. The implementation of international rules at the national level for access and sharing of benefits calls for internal enforcement measures. Article 15 of the Convention explicitly states that national legislation determines the conditions of access and of the sharing of benefits. Despite the ratification of the Convention by Burkina Faso, it has not yet changed national legislation on access and benefits sharing related to the exploitation of genetic resources. No specific text, legislative or regulatory, for the

ressources génétiques, également selon des modalités « mutuellement convenues ». Les parties contractantes ont l'obligation de prendre les mesures internes nécessaires pour assurer un partage juste et équitable des bénéfices tirés de la recherche, de la mise en valeur ainsi que de tous les avantages résultant de l'utilisation commerciale et autres des ressources génétiques avec la Partie contractante qui fournit ces ressources (Art. 15, 7). Elles doivent également leur assurer l'accès à la technologie utilisant ces ressources et le transfert de ladite technologie selon des modalités mutuellement convenues, dans le respect cependant des droits de propriété intellectuelle, toutes choses qui limitent énormément la portée de tels droits.

La mise en œuvre au niveau national des règles internationales d'accès et de partage des bénéfices nécessite la prise de mesures internes d'application. Ceci ressort expressément de l'article 15 de la Convention qui dispose que c'est la législation nationale qui détermine les conditions d'accès et les modalités de partage des bénéfices. En dépit de la ratification de la Convention par le Burkina Faso, celui-ci n'a pas encore adopté sa législation nationale en matière d'accès et de partage des bénéfices liés à l'exploitation des ressources génétiques. Aucun texte spécifique, législatif ou réglementaire,



Fig. 8.1: « Droit de l'environnement Burkinabé » d'Amidou GARANE et Vincent ZAKANE. | "Droit of the Environment of Burkina" by A. GARANE and V. ZAKANE. OOU

implementation of access and sharing, has yet been adopted at the national level [6], thereby preventing Burkina Faso from profiting fully from this binding instrument.

In addition to the Convention on Biodiversity, the **African Model Legislation** [7] strengthens the protection of African genetic resources. Although the Model Legislation is not a convention, but an unconventional International Instrument, it contains important principles inviting African states to adopt them. Its objective is to go beyond genetic resources and to include traditional knowledge. So, its objective is "to ensure the conservation, evaluation and sustainable use of biological resources, including agricultural genetic resources and the knowledge and technologies to preserve and improve their diversity in the context of sustaining life systems". It challenges the consensual nature, at least the principle of mutual consent prohibited by international conventions. So, it submits prospectors to the terms preset and uniform for all states of the continent. Freedom of contract is therefore replaced by a system of collective terms unilaterally imposed, which all applicants must adhere. It gives the people the right to receive, under fair and equitable sharing of benefits, the advantage of at least 50 % of the profits

from the commercial exploitation of a genetic resource or innovation, practice, knowledge or technology of a community (Art. 23). It is the same for the new revised African Convention, according to which "the Parties assure a fair and equitable sharing of the advantages resulting from the biotechnologies based on the genetic resources and closely related traditional knowledge with the suppliers of those resources" (Revised African Convention, Art. IX. 2 k).

Regarding access to biological resources, to the knowledge and technologies of local communities, the African Convention remains true to the CBD by submitting access to "conditions mutually agreed between the Parties" (Art. 15, 4). Like the CBD, it does not demand of the African states who supply the resource, the facilitation of access to their genetic resources.

The **conventions for the protection of specific habitats of biodiversity** are international conventions which conserve biodiversity through the protection of its habitats. Indeed, some features of natural habitats of biodiversity, due to their fragility, are facing many threats against which they should be protected. Into this category fall: the **Convention to Combat Desertification** (desert ecosystems), the **Convention Concerning the**

pour la mise en œuvre de l'accès et du partage, n'a encore été adopté au niveau national [6], ce qui ne permet pas au Burkina Faso de tirer pleinement profit de ce droit conventionnel.

Outre la Convention sur la diversité biologique, la **Législation modèle africaine** [7] vient renforcer la protection des ressources génétiques africaines. Bien que la Législation Modèle ne soit pas une convention, mais un instrument international non conventionnel, elle contient des principes importants en la matière dont elle invite les États africains à les adopter. Elle se fixe pour objectif d'aller au-delà des ressources génétiques pour englober les connaissances traditionnelles. Ainsi, elle se fixe pour objectif « d'assurer la conservation, l'évaluation et l'utilisation durable des ressources biologiques, y compris les ressources génétiques agricoles et des connaissances et technologies pour préserver et améliorer leur diversité dans l'optique de pérenniser les systèmes entretenant la vie » Elle conteste la nature consensuelle, du moins, le principe de commun accord défendu par les conventions internationales. Elle soumet ainsi les bioprospecteurs à des clauses préétablies et uniformes pour tous les États du continent. La liberté contractuelle fait donc place à un régime de clauses collectives, unilatéralement imposées et auxquelles tout demandeur doit adhérer. Celle-ci reconnaît aux populations,

le droit de bénéficier, au titre du partage équitable et juste des avantages, d'au moins 50 % des bénéfices tirés de l'exploitation commerciale d'une ressource génétique ou d'une innovation, pratique, connaissance ou technologie d'une communauté (Art. 23). Il en est de même de la nouvelle convention africaine révisée selon laquelle « les parties assurent un partage juste et équitable des avantages résultant des biotechnologies fondées sur les ressources génétiques et les connaissances traditionnelles connexes, avec les fournisseurs de ces ressources » (Convention africaine révisée, Art. IX, 2, k).

En ce qui concerne toujours l'accès aux ressources biologiques, aux connaissances et technologies des communautés locales, la Convention africaine reste conforme à la CBD en soumettant l'accès à des « conditions convenues de commun accord entre les parties » (Art. 15, 4). Elle n'exige pas pour autant, à l'instar de la CBD, des États africains fournisseurs de la ressource, la facilitation de l'accès à leurs ressources génétiques.

Les **conventions de protection d'habitats spécifiques de la diversité biologique** sont des conventions internationales qui procèdent à la conservation de la diversité biologique à travers la protection de leurs habitats. En effet, certains habitats naturels

Protection of World Cultural and Natural Heritage in addition to the **Convention on Wetlands**, a convention on forests being still pending.

With specific regard to wetlands, besides the fact they are economic resources, scientific and recreational resources of great value for the countries that harbour them and they provide essential ecological functions as regulators of the water regime, they also constitute habitats for many species of **fauna**⁷ and **flora**⁸. In spite of their importance as habitat of high biodiversity, the wetlands are nowadays particularly threatened not only by planning operations (expansion of towns, industrial farming, changing the water supply) which lead to the drying out of many wetlands but also by land pollution from various origins. If this deterioration continues, many elements of biodiversity would be threatened with extinction. In response to this threat the international community adopted the 'Convention on Wetlands of International Importance', particularly as habitats for waterfowl (Ramsar, 2 February 1971) with the objective to "promote the conservation and rational use of wetlands through measures taken at the national level and through international cooperation as a means of achieving sustainable development

worldwide."

Burkina Faso is full of many wetlands that can be grouped into three sets: wetlands associated with rivers (Comoé, Mouhoun, Nakanbé, Nazinon), natural lakes (Tengrela, Bam, Dem, the Ourisi and Soum pools) and artificial lakes and dams (Bagré, Ziga, Kompienga and Sourou).

Upon its accession to the Ramsar Convention, Burkina Faso has three wetlands on the Ramsar List:

- Mare aux hippopotames de Bala (Houet Province), registered under the name of the **Biosphere**⁹ Reserve of Mare aux Hippos. The forest of the pond has an area of 19 200 ha, the Biosphere Reserve covers 16 300 ha and the pond itself is 660 ha with 2.6 km long and 700 m wide. The pond is an interesting area of vegetation and aquatic fauna.
- Mare d'Oursi in Oudalan Province, with an area of 1 250 ha in the rainy season is built by the establishment of ergs dunes that formed this natural expanse of water. It is rich in biodiversity, but poor in fish.
- W National Park, located in the Province of Tapoa, was erected as a National Park on August 14th 1954. The Koudou Falls within the park have been classified a Ramsar site.

caractéristiques de la diversité biologique en raison de leur fragilité sont confrontés à de nombreuses menaces contre lesquelles il convient de les protéger. S'inscrivent dans cette catégorie, la **convention de lutte contre la désertification** (écosystèmes désertiques), la **Convention sur la protection du patrimoine naturel culturel ou naturel** (sites inscrits) ainsi que la **convention de protection des zones humides**, une convention sur les forêts étant encore en attente.

S'agissant particulièrement des zones humides, outre le fait qu'elles constituent des ressources économiques, scientifiques et récréatives de grande valeur pour les pays qui les abritent et qu'elles assurent des fonctions écologiques essentielles en tant que régulateurs du régime des eaux, elles constituent également des habitats pour de nombreuses espèces de la **faune**⁷ et de la **flore**⁷. Malgré leur importance en tant qu'habitat d'une grande diversité biologique, les zones humides sont, de nos jours, particulièrement menacées non seulement par les opérations d'aménagement (extension des agglomérations, cultures industrielles, modification du réseau hydrique) qui entraînent l'assèchement de nombreuses zones humides mais également par les pollutions telluriques d'origines diverses. Si cette situation de **dégradation**⁷ se poursuivait, de nombreux éléments

de la diversité biologique seraient menacés de disparition. C'est en réaction à cette menace que la communauté internationale a adopté la Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau (Ramsar, 2 février 1971) qui se donne pour objectif de « favoriser la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des mesures prises au plan national et par la coopération internationale comme moyens de parvenir au développement durable dans le monde entier ».

Le Burkina Faso regorge de nombreuses zones humides qui peuvent être regroupées en trois ensembles que sont les zones humides associées aux cours d'eau (Comoé, Mouhoun, Nakanbé, Nazinon), les lacs naturels (lac de Tengrela, lac Bam, lac Dem, la mare d'Oursi, la mare de Soum) et les retenues artificielles ou barrages (barrages de Bagré, Ziga, Kompienga, Sourou).

Lors de son adhésion à la Convention de Ramsar, le Burkina Faso a inscrit trois zones humides sur la Liste Ramsar :

- La Mare aux hippopotames de Bala (Province du Houet), inscrite sous le nom de Réserve de la **Biosphère**⁷ de la Mare aux hippopotames. La forêt classée de la mare a une superficie de 19 200 ha, la réserve de la Biosphère s'étend sur 16300 ha et la

Tab. 8.1: Sites de Ramsar du Burkina Faso (15 sites, 652 502 ha).

Ramsar sites of Burkina Faso (15 sites, 652 502 ha).

Site de Ramsar Ramsar site	Date de l'inscription Inscription's date	Région Administrative Administrative region	Superficie (ha) Area (ha)	Position Location
Barrage de Bagre	07/10/09	Centre-Est, Centre-Sud	36 793	11°33'N ; 0°40'W
Barrage de la Kompienga	07/10/09	Est, Centre-Est	16 916	11°08'N ; 0°40'E
Barrage de la Tapoa	07/10/09	Région de l'Est	3 419	12°07'N ; 1°43'W
Cône d'épandage de Banh	07/10/09	Région du Nord	10 003	14°10'N ; 2°33'W
Forêt Galerie de Léra (Nan, Tchèfoun)	07/10/09	Cascades	451	10°36'N ; 5°18'W
La Forêt Classée et Réserve Partielle de Faune Comoé-Léraba	07/10/09	Cascades	124 500	09°52'N ; 4°40'W
La Mare aux hippopotame	27/06/90	Hauts-Bassins	19 200	11°37'N ; 4°08'W
La Mare d'Oursi	27/06/90	Sahel	45 000	14°30'N ; 0°30'W
La Vallée du Sourou	07/10/09	Boucle du Mouhoun	20 926	13°00'N ; 3°28'W
Lac Bam	07/10/09	Centre-Nord	2 693	13°24'N ; 1°31'W
Lac de Tingrela	07/10/09	Cascades	494	10°38'N ; 4°50'W
Lac Dem	07/10/09	Centre-Nord	1 354	13°12'N ; 1°10'W
Lac Higa	07/10/09	Sahel	1 514	13°36'N ; 0°44'W
Parc National du W	27/06/90	Région de l'Est	235 000	12°00'N ; 2°30'E
Réserve Totale de Faune d'Arly (Parc National d'Arly)	07/10/09	Region de l'Est	134 239	11°35'N ; 1°27'E

CITES est le sigle anglais de

« Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora »

mare elle-même est de 660 ha avec 2,6 km de long et 700 m de large. La mare représente une zone intéressante de végétation et de faune aquatiques ;

- La Mare d'Oursi, dans la province de l'Oudalan, avec une superficie de 1 250 ha en année pluvieuse est édifée par la mise en place des ergs de dunes qui ont formé cette étendue naturelle d'eau. Elle est riche en diversité biologique, mais pauvre en poisson.
- Le Parc national W, situé dans la province de la Tapoa, a été érigé en parc national le 14 août 1954. Les chutes du Koudou à l'intérieur du parc ont été classées site Ramsar.

Le Burkina a procédé le 7 octobre 2007 à l'inscription de 12 nouvelles zones humides ce qui porte à 652 502 ha la superficie totale des zones humides inscrites par ce pays (Tab. 8.1). Dans le cadre de la mise en oeuvre de la Convention, le Burkina Faso a mis en place le Comité national Ramsar [8].

Les conventions de protection de groupes spécifiques d'éléments de la diversité biologique

Certains groupes d'éléments constitutifs de la diversité biologique font l'objet de protections conventionnelles spécifiques en raison

On October 7th 2007, Burkina Faso declared 12 new humid zones. All registered humid zones in the country have a total area of 652 502 ha (Tab. 8.1).

In the framework of implementation of the Convention, Burkina Faso has put into force the National Ramsar Committee [8].

Conventions for the protection of specific groups of elements of biodiversity

Some groups of components of biodiversity are the subject of specific treaty protections because of the magnitude of the threat to these groups. It is in this context that the international community adopted two conventions, one on species threatened by international trade and the other on Migratory Species of Wild Animals. The convention for species threatened by international trade, it is at the request of third-world countries which are mostly the main victims of the extinction of some species of fauna and flora due to international trade. It was adopted as the **Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna** (Washington, March 3rd 1973). This convention, also known as the 'Washington Convention' or CITES aims to regulate international trade of fauna

de l'ampleur de la menace qui pèse sur lesdits groupes. C'est dans cette optique que la communauté internationale a adopté deux conventions, l'une sur les espèces menacées par le commerce international et l'autre sur les espèces migratrices de la faune sauvage. S'agissant des espèces menacées par le commerce international, c'est à la demande des pays du tiers monde qui sont surtout les principales victimes de la disparition de certaines espèces de la faune et de la flore en raison du commerce international, que fut adoptée la **Convention sur le commerce international des espèces de la faune et de la flore sauvages menacées d'extinction** (03 mars 1973 à Washington). Cette convention, connue aussi sous le nom de Convention de Washington ou convention CITES a pour objet la réglementation du commerce international des espèces de la faune et de la flore, afin que ce dernier ne contribue pas à la disparition ou à la menace de disparition de ces espèces. La convention établit un niveau de protection proportionnel à la menace qui pèse sur l'espèce.

Ainsi le commerce des espèces de l'Annexe 1 (espèces gravement menacées de disparition) est interdit sauf dans des circonstances exceptionnelles (recherches scientifiques) alors que le commerce des espèces de l'annexe 2 (espèces vulnérables) et de l'annexe

and flora species, so that it does not contribute to the extinction or the threat of extinction of those species. This convention established a level of protection commensurate with the threat to the species. So, trade in species listed in Annex 1 (highly endangered species) is prohibited except in exceptional circumstances (scientific research), whereas trade in species listed in Annex 2 (vulnerable species) and Annex 3 (species specifically protected by states) is highly regulated.

For migratory species of wildlife, the entire population or any geographically separate part of the population of any species or a lower **taxon**⁷ of wild animals including a large proportion of whose members cyclically and predictably cross one or more national jurisdictional boundaries (1st Art. a; [9]), is addressed. These international seasonal migrations which can concern many animals (**terrestrial**⁸ and aquatic), particularly certain bird species, pose many threats to these species, especially because of their cyclical nature, dates, routes, places of transit and final destination may be determined in advance. If one adds to that fact, the disparity in national legal protection which is conferred on these migratory species, this threat increases more for them to make them vulnerable, endangered or extinct.

3 (espèces spécifiquement protégées par des Etats) est fortement réglementé.

S'agissant des espèces migratrices de la faune sauvage, elles désignent l'ensemble de la population ou toute partie séparée géographiquement de la population de toute espèce ou de tout **taxon**⁷ inférieur d'animaux sauvages dont une fraction importante franchit cycliquement et de façon prévisible une ou plusieurs limites de juridiction nationale [9] (Art. 1^{er}, a). Ces migrations saisonnières internationales qui peuvent concerner de nombreux animaux (**terrestres**⁷ et aquatiques) et plus particulièrement certaines espèces d'oiseaux, font courir de nombreuses menaces à ces espèces d'autant plus qu'en raison de leur caractère cyclique, les dates, les itinéraires, les lieux de transit et la destination finale peuvent être déterminés à l'avance. Si l'on ajoute à ce fait, la disparité des protections juridiques nationales qui sont conférées à ces espèces migratrices, cette menace s'accroît davantage pour elles pour les rendre vulnérables, voire menacées d'extinction.

C'est pour prévenir ces dangers que la communauté internationale a adopté la Convention pour la conservation des espèces migratrices de la faune sauvage [9] pour promouvoir la coopération interétatique dans la protection de ces espèces. Les Etats de l'aire de

répartition des espèces migratrices de la faune s'engagent à prendre les mesures nécessaires pour qu'une espèce migratrice de la faune ne devienne pas une espèce menacée (Art. 11, 2). Pour les espèces migratrices menacées d'extinction, les Etats de l'aire de répartition s'engagent à interdire le prélèvement d'animaux appartenant à cette espèce avec toutefois des possibilités de dérogations, à conserver ou restaurer les habitats importants pour écarter le danger de disparition de ladite espèce, prévenir ou éliminer les effets négatifs des activités qui entravent ou rendent impossible la migration de ces espèces et contrôler les facteurs de menaces comme l'introduction d'**espèces exotiques**⁷ de la faune (Art. 11, 4).

Les textes nationaux

Les textes législatifs

■ **La loi sur la Réorganisation Agraire et Foncière**

La loi portant Réorganisation Agraire et Foncière (RAF) [10] est une loi globale qui traite à la fois des questions foncières et des ressources naturelles au Burkina Faso. Elle contient ainsi de nombreux principes en matière de protection de la faune, de la flore. Avec l'adoption du Code de l'environnement et des lois sectorielles, de nombreuses dispositions de la RAF se trouvent

Des **dérogations** peuvent être accordées pour des prélèvements à des fins scientifiques, en vue d'améliorer la propagation ou la survie de l'espèce concernée ou de permettre la satisfaction des besoins des populations locales dans le cadre d'une économie traditionnelle de subsistance (Art. 3, 5).

To prevent these dangers the international community has adopted the Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals [9] to promote transnational cooperation in the protection of these species. The states within the ranges of migratory species of fauna shall take measures necessary to protect wildlife migratory species from endangerment (Art. 11, 2).

For migratory species threatened with extinction, the states undertake measures to conserve or restore important habitats in order to avert the danger of extinction of these species, to prevent or eliminate the adverse effects of activities which hinder or prevent the migration of these species and control the threat factors such the introduction of **exotic species**⁷ of wildlife (Art. 11, 4).

National legislations

Legislation

■ **Law on Agrarian and Land Reform**

The law on Agrarian and Land Reform (RAF) [10] is a global law that addresses both land and natural resources in Burkina Faso. It contains many principles in the protection

of fauna and flora. With the adoption of the Environmental Code and sectoral laws, many clauses of the RAF are today found to be empty of meaning and have become obsolete. It should be noted that the clauses of the RAF which are not contrary to those of the recently adopted legislation continue to be in force.

Territorial planning instruments (national master development plan, regional and provincial plans for development of the territory; Art. 3 [10]) organize space at one level and determine, amongst others, the zones of special protection (forest areas or other fragile ecosystems such as wetlands).

■ **Law on Environment Code**

The law providing for an Environment Code [11] is the basic law on environmental issues because it "seeks to establish basic principles to protect the environment and improve the living environment in Burkina Faso". It determines the normative and institutional framework for biodiversity through many obligations: Environmental Impact Studies (EIS), fight against pollution, improving of the living environment, etc.

Exemptions can be accorded for taking out for scientific ends, in order to improve the spread or the survival of the species concerned or to permit fulfilment of the needs of local populations within the framework of a traditional subsistence economy, Art. 3, 5.

aujourd'hui vidées de leur substance et sont devenues ainsi caduques. Il convient cependant de noter que les dispositions de la RAF qui ne sont pas contraires à celles de ces textes législatifs récemment adoptés continuent à être en vigueur. Les instruments d'aménagement du territoire (schéma national, régional et provincial d'aménagement du territoire ainsi que le schéma directeur d'aménagement ; Art. 3 [10]) organisent l'espace à un niveau et déterminent entre autres, les zones de protection spéciales (espaces forestiers ou autres écosystèmes fragiles comme les zones humides).

■ **La loi portant Code de l'environnement**

La loi portant Code de l'environnement [11] constitue la loi de base en matière environnementale car elle « vise à établir les principes fondamentaux destinés à préserver l'environnement et à améliorer le cadre de vie au Burkina Faso ». Il détermine le cadre normatif et institutionnel de la protection de l'environnement dont les éléments constitutifs de la diversité biologique à travers de nombreuses obligations : Etudes d'Impact Environnemental (EIE), lutte contre les pollutions, amélioration du cadre de vie, etc.

■ **Law on Forest Code**

The law providing a Forest Code [12] is at the heart of the conservation of biodiversity as it aims to ensure the sustainable management of its components.

Firstly regarding forestry resources, the Forest Code determines how to protect the forest; the most important measures are the classification of forests, regulation of the exploitation of forests (domestic, commercial and industrial exploitation), protection of particular species, fight against bushfires, regulation of clearing and controlling the introduction of exogenous species. Secondly regarding wildlife, the Forest Code establishes three major methods of protection, namely the list method (consisting of fully-protected and partially-protected species), the establishment of conservation areas with different legal regimes (national parks, total or partial reserves, village zones of hunting interest, etc.) and the regulation of hunting activity which constitutes the main threat to wildlife.

Finally, with regard to the protection of fishing resources, the Forest Code regulates fishing activities.

■ **La loi portant Code forestier**

La loi portant Code forestier [12] est au cœur de la conservation de la diversité biologique en ce qu'elle vise à assurer une gestion durable de ses éléments constitutifs. S'agissant des ressources forestières, le Code forestier détermine les méthodes de protection dont les plus importantes sont le classement des forêts, la réglementation de l'exploitation des forêts (exploitation domestique, commerciale et industrielle), la protection de certaines espèces particulières, la lutte contre les feux de brousse, la réglementation des défrichements ainsi que le contrôle de l'introduction des espèces exogènes. S'agissant ensuite de la protection de la faune, le Code forestier établit trois grandes méthodes de protection à savoir, la méthode des listes (comportant les espèces intégralement protégées et les espèces partiellement protégées), la création d'aires de conservation aux régimes juridiques différents (parcs nationaux, réserves totales ou partielles, zones villageoises d'intérêt *cynégétique*⁷, etc.) ainsi que la réglementation de l'activité de chasse qui constitue la principale menace de la faune. S'agissant enfin de la protection des ressources halieutiques, le Code forestier réglemente notamment les activités de pêche.

■ **Orientation law on water management**

The orientation law on water management [13] in Burkina Faso defines the status of water resources at national level. It advocates the sustainable management of water resources as an element of the common heritage of the nation. It recognizes the right to water. It defines the public water domain, determines the structures and the instruments of its management, priorities of use, resource protection as well as the conditions of its funding.

With particular regard to the protection of biodiversity, the orientation law on the water management devotes important measures to the conservation of the wetlands as specific habitats for many species of fauna, including wetlands of international importance. It requires a management plan and measures against pollution.

■ **Law on safety policy regarding biosecurity in Burkina Faso**

The law on the regime of biosecurity [14] determines the conditions of use of Genetically Modified Organisms (GMOs) and their derived products. It also determines the measures of biotechnology risk prevention (biosecurity), in or-

■ **La loi d'orientation relative à la gestion de l'eau**

La loi d'orientation relative à la gestion de l'eau au Burkina Faso [13] définit le statut des ressources en eau au plan national. Elle préconise la gestion durable des ressources en eau qui sont reconnues comme un élément du patrimoine commun de la nation. Elle reconnaît le droit à l'eau. Elle définit le domaine public de l'eau, détermine les structures et les instruments de gestion, les priorités d'utilisation, la protection de la ressource de même que les conditions de son financement.

S'agissant particulièrement de la protection de la **biodiversité**, la loi d'orientation relative à la gestion de l'eau consacre d'importantes dispositions à la conservation des zones humides en tant qu'habitats spécifiques de nombreuses espèces de faune, notamment les zones humides d'importance internationale. Elle impose un plan d'aménagement et des mesures de lutte contre les pollutions.

■ **La loi sur le régime de sécurité en matière de biosécurité**

La loi sur le régime de biosécurité [14] détermine les conditions d'utilisation des Organismes Génétiquement Modifiés (OGM) et de leurs produits dérivés. Elle détermine également les mesures de prévention des risques biotechnologiques (biosécurité),

der to avoid or to minimize adverse effects of GMOs on the environment, conservation and the sustainable use of biodiversity.

■ **Law on Plant Seeds**

If plant seeds are only part of biodiversity, their importance is fundamental in that they are the basis of agricultural and plant production which contribute to the food security of states. Therefore, it is imperative to protect this component of biodiversity. The law on plant seeds [15] creates a national approved catalogue of varieties and forest material in Burkina Faso, ensures protection of the traditional varieties, and organizes production and distribution of seed, notably through quality control.

■ **Law providing for the General Code for Territorial Authorities in Burkina Faso**

The law providing the General Code for Territorial Authorities in Burkina Faso [16] ordains the complete communalization of the territory, contains many dispositions relative to the competence of the local authorities regarding the management of the environment and its natural resources.

afin d'éviter ou de minimiser les effets néfastes des OGM sur l'environnement la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique.

■ **La loi sur les semences végétales**

Si les semences végétales ne constituent qu'une partie de la diversité biologique, leur importance est fondamentale en ce qu'elles sont à la base des productions agricoles et végétales qui contribuent à la sécurité alimentaire des Etats. C'est pourquoi, il est impératif de protéger cette composante de la diversité biologique.

La loi sur les semences végétales [15] crée un catalogue national des variétés et des matériels forestiers de base homologués au Burkina Faso, assure une protection des variétés traditionnelles, organise la production et la distribution des semences notamment à travers un contrôle de qualité,

■ **La loi portant Code général des collectivités territoriales au Burkina Faso**

La loi portant Code général des collectivités territoriales au Burkina Faso [16] consacre la communalisation intégrale du territoire, contient de nombreuses dispositions relatives aux

■ **Law providing for an Urban Planning and Construction Code**

The Urban Planning and Construction Code [17] has an important role environment protection and hence the biodiversity. In fact, it is up to the instruments of urban planning (development and urban master plans, land-use zoning plans) to determining the 'general land use within a given urban perimeter and locating the zones to urbanize, the non-buildable zones or those to be protected due to their distinctive character and finally "large infrastructural amenities" (Art. 56 [18]).

So, they determine the principal wooded landscapes to maintain, modify or create, as well as the zones subject to particular or specific regulation (tourist, cultural, archaeological sites and protected areas; Art. 73 [18]).

Regulations

Many regulations (orders and decrees) have been adopted for the implementation of the laws relative to biodiversity. The most important texts are:

compétences des collectivités locales en matière de gestion de l'environnement et des ressources naturelles.

- **La loi portant Code de l'urbanisme et de la construction**
Le Code de l'urbanisme et de la construction [17] joue un grand rôle en matière de protection de l'environnement et partant de la diversité biologique. En effet, c'est aux instruments d'urbanisme (schémas directeurs d'aménagement et d'urbanisme et plans d'occupation des sols) qu'il revient la détermination « la destination générale des sols dans le périmètre urbain donné et localise les zones à urbaniser, les zones non urbanisables ou à protéger en raison de leur spécificité et enfin, les grands équipements d'infrastructures » (Art. 53 [18]). Ainsi ils déterminent les principaux paysages boisés à maintenir, à modifier ou à créer, ainsi que les zones assujetties à une réglementation particulière ou spécifique (sites touristiques, culturels, archéologiques et secteurs sauvegardés ; Art. 73 [18]).

Les textes réglementaires

De nombreux textes réglementaires (décrets et arrêtés) ont été adoptés pour l'application des lois relatives à la diversité biologiques. Les textes les plus importants sont :

- Decree no. 2006-590/PRES/PM/MAHRH/MECV/MRA of 6 December 2006 on Protection of Aquatic Ecosystems (J.O, 21 December 2006, p. 1997)
- Decree no. 96-061/PRES/PM/MEE/MATS/MEFP/MCIA/MTT of 11 March 1996 Regulating the Exploitation of wildlife in Burkina Faso
- Decree no. 98-306/PRES/PM/MEE/MEF/MCIA of 15 July 1998 Regulating the Exploitation and marketing of **Ligneous**⁷ Products of Forests in Burkina Faso.

INSTITUTIONAL FRAMEWORK FOR BIODIVERSITY CONSERVATION

Ministry of the Environment and Quality of Life

If the protection and promotion of the environment are not the monopoly of a specific ministerial sector, it happens that the coordination of environmental matters is entrusted to a ministerial department whose mission is to ensure the systematic implementation of national environmental policy, together with all other sectoral departments. Today it is thus in almost all states where the responsibility for protection of the

- Le décret n° 2006-590/PRES/PM/MAHRH/MECV/MRA du 06 décembre 2006 portant protection des écosystèmes aquatiques (J.O, 21 décembre 2006, p. 1997).
- Le décret n° 96-061/PRES/PM/MEE/MATS/MEFP/MCIA/MTT du 11 mars 1996 portant réglementation de l'exploitation de la faune au Burkina Faso.
- Le décret n° 98-306/PRES/PM/MEE/MEF/MCIA du 15 juillet 1998 portant réglementation de l'exploitation et de la commercialisation des produits forestiers **ligneux**⁷ au Burkina Faso.

LE CADRE INSTITUTIONNEL DE LA CONSERVATION DE LA DIVERSITE BIOLOGIQUE

Le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie

Si la protection et la promotion de l'environnement ne sont le monopole d'aucun secteur ministériel, il n'en demeure pas moins que la coordination des questions environnementales se trouve confiée à un département ministériel ayant pour mission de veiller **systématiquement**⁷ à la mise en œuvre de la politique environnementale nationale, en collaboration avec tous les autres départements

environment is assigned to a specific ministry which dedicates the exclusivity of its activities to this topic.

The importance and prerogatives of the ministry with responsibility for the environment vary enormously from one country to another because of the degree of importance accorded to environmental matters at a national level.

In Burkina Faso, the Ministry of Environment and Quality of Life (MECV) is responsible for coordinating the actions of government in environmental issues. In Accordance with Article 6 of the Environment Code, "the Ministry of environment is the guarantor of the institutional coordination of environmental quality in Burkina Faso". The decree empowers the members of the government, the Minister of Environment and Quality of Life, to assure the implementation and monitoring of government policy with regard to the environment and improvement of the quality of life" [19].

With particular regard to biodiversity, Article 18 of the decree providing for Responsibilities of the Members of Government sets out that the MECV is responsible for:

- The constitution, classification, conservation, development and management of the national forest patrimony;

sectoriels. Il en est ainsi aujourd'hui dans presque tous les Etats où la responsabilité de la protection de l'environnement est confiée à un ministère spécifique qui y consacre l'exclusivité de ses activités. L'importance et les prérogatives du ministère chargé de l'environnement varient énormément d'un pays à un autre en raison du degré d'importance qui est accordé à la question environnementale au niveau national.

Au Burkina Faso, le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie (MECV) est chargé de coordonner l'action du gouvernement en matière environnementale. Selon l'article 6 du Code de l'environnement, « le Ministère chargé de l'environnement est le garant de la coordination institutionnelle de la qualité de l'environnement au Burkina Faso ».

Aux termes du décret portant attributions des membres du gouvernement, le ministre de l'environnement et du cadre de vie assure « la mise en oeuvre et le suivi de la politique du Gouvernement en matière d'environnement et d'assainissement du cadre de vie » [19]. S'agissant particulièrement de la diversité biologique, l'article 18 du décret portant attributions des membres du gouvernement dispose que le MECV est chargé :

- De la constitution, du classement, de la conservation, de

- The constitution, classification, conservation and management of the national parks, fauna and analogous reserves in relation to the Ministry responsible of tourism;
- Developing the potential of fauna;
- The regulation of forest resources, fauna management and control of its application;
- Protection of water in cooperation with relevant ministries and local authorities;
- The enforcement of regulations on fisheries in relation to the competent Minister.

The Ministry of Environment and Quality of Life includes:

- Three central structures that are the General Direction of Nature Conservation (DGCN), the General Direction of Life Quality Improvement (DGACV), the General Direction of waters and forests (DGEF);
- Decentralized structures which are the Regional Directions of Environment and Quality of Life (DRECV), the Provincial Directions Environment and Quality of Life (DPECV), the Departmental Services of Environment and Quality of Life (SDECV);
- Reattached structures that are the National Center of For-

l'aménagement et de la gestion du patrimoine forestier national ;

- De la constitution, du classement, de la conservation et de la gestion des réserves des parcs nationaux, des réserves de faune et des réserves analogues en relation avec le Ministère en charge du tourisme ;
- De la valorisation du potentiel faunique ;
- De la réglementation en matière de ressource forestière, faunique et du contrôle de son application ;
- De la protection des eaux en relation avec les ministres compétents et les collectivités locales ;
- Du contrôle de l'application de la réglementation en matière halieutique en relation avec le Ministre compétent ».

Le Ministère de l'environnement et du cadre de vie comporte :

- Trois structures centrales qui sont la Direction Générale de la Conservation de la Nature (DGCN), la Direction Générale de l'Amélioration du Cadre de Vie (DGACV), la Direction Générale des Eaux et Forêts (DGEF),
- Des structures déconcentrées qui sont les Directions Régionales de l'Environnement et du Cadre de Vie (DRECV), Les Directions Provinciales de l'Environnement et du Cadre de Vie

est Seeds (CNSF), the National School of Waters and Forest (ENEF), the National Office of Protected Areas (OFINAP), the National Authority of Radio-protection and Nuclear Security (ARSN).

- Structure of missions of which the Permanent Secretary of Nation Board for Environment and Sustainable Development (SP/CONEDD).

The General Direction of the Nature Conservation (DGCN) is responsible for promoting the management of fauna and flora. It ensures the protection, exploitation and development of forest and faunal resources. To carry out this mission it has as responsibilities the drawing up of development plans for the state forests and protected areas, organization of the exploitation of forests and fauna as well as the development of their products, drawing up of legal texts, coordination of actions against desertification and the management of promotional activities.

The General Direction of Life Quality Improvement (DGACV) mission is to create conditions for achieving a healthy environment for the benefit of people. It has particular responsibility for the drawing up of Environmental Code regulations, the fight against pollution and nuisance and improvement of the quality

Les textes juridiques agit, d'une part, des textes d'application de la législation sur la faune et la flore et, d'autre part, des instruments juridiques nécessaires au transfert de compétences de l'Etat aux collectivités locales et aux organisations communautaires de base dans le cadre du processus de décentralisation.

(DPECV) et Services Départementaux de l'Environnement et du Cadre de Vie (SDECV)

- Des structures rattachées qui sont le Centre National de Semences Forestières (CNSF), l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts (ENEF), l'Office National des Aires Protégées (OFINAP), l'Autorité nationale de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (ARSN)
- Des structures de missions dont le Secrétariat Permanent du Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable (SP/CONEDD).

La Direction générale de la conservation de la nature (DGCN) est chargée de la promotion de la gestion des activités de la faune et de la flore. Elle veille à la protection, à l'exploitation et à la valorisation des ressources forestières et fauniques. Pour réaliser cette mission, elle a pour attributions, l'élaboration des plans d'aménagements des forêts de l'Etat et des aires protégées, l'organisation de l'exploitation des forêts et de la faune ainsi que la valorisation de leurs produits, l'élaboration des textes juridiques, la coordination des actions de lutte contre la désertification et la conduite des activités de promotion.

La Direction générale de l'amélioration du cadre de vie (DGACV)

of life, promotion of environmental impact studies, carrying out of landscape developments for the enhancement of the quality of life, prevention of natural disasters and major technological accidents (Art. 29 [20]).

The General Direction of Waters and Forests is a structure responsible for ensuring the protection of the forest heritage of the state. As stated in its mandate, it provides the police of nature conservation. Apart of paramilitary personnel managing waters and forests, its main functions, the application of laws and regulations through the prevention and punishment of offenses committed in violation of forestry legislation (Art. 31 [20]) is also enforced. It supports the DGCN and DGACV and the Regional Directions through "operations support and support for forest protection, fauna and the environment in general".

National Office of Protected Areas

The National Office for Protected Areas (OFINAP) is a Public Administrative Establishment (EPA), with legal character and autonomous management [21, 22]. It is under the technical

a pour mission de créer les conditions pour la réalisation d'un environnement sain au profit des populations. Elle a particulièrement pour attributions l'élaboration des textes réglementaires du Code de l'environnement, la lutte contre les pollutions et les nuisances et pour l'assainissement du cadre de vie, la promotion des études d'impact environnemental, la réalisation d'aménagements paysagers pour l'embellissement du cadre de vie et la prévention des catastrophes naturelles et des risques technologiques majeurs (Art. 29 [20]).

La Direction générale des eaux et forêts est une structure chargée de veiller à la protection du patrimoine forestier de l'Etat. Tel qu'il ressort de ses attributions, elle assure la police de la conservation de la nature. En effet, outre la gestion du personnel paramilitaire des eaux et forêts, elle a essentiellement pour attributions, l'application des textes législatifs et réglementaires à travers la prévention et la répression des infractions commises en violation de la législation forestière (Art. 31 [20]). Elle vient en appui à la DGCN, à la DGACV et les Directions régionales à travers « des opérations d'appui et de soutien en matière de protection des forêts, de la faune et de l'environnement en générale ».

supervision of the ministry in charge for protected areas and under the financial supervision of the Ministry of Finance.

The creation of the OFINAP occurred in a context marked by a paradox - namely, on one hand, there is enormous potential in forestry and fauna, and on the other hand, low valuation and a gradual **degradation** irreversibility of these resources. This was mainly due to the lack of planning and the lack of a mechanism of financing for that sector. The OFINAP expected to inject new momentum to promote the conservation, enhancement and sustainable use of forest resources and wildlife in the perspective of the fight against poverty by improving living conditions of people across the fight against poverty.

OFINAP received three specific missions:

- Sustainable management of the public forests.
- Reinforcement of the participatory management of the natural faunal resources (through a state, territorial authorities, civil organizations, private sector partnership).
- Setup of a system of financing adapted to the task of conservation (Art. 3 [21]).

L'Office National des Aires Protégées

L'Office national des aires protégées (OFINAP) est un Etablissement public à caractère administratif (EPA), doté de la personnalité juridique et de l'autonomie de gestion [21,22]. Il est placé sous la tutelle technique du Ministère en charge des aires protégées et sous la tutelle financière du Ministère en charge des Finances.

La création de l'OFINAP est intervenue dans un contexte marqué par un paradoxe à savoir d'une part, l'existence d'énormes potentialités en matière forestière et faunique et d'autre part, la faible valorisation ainsi qu'une dégradation progressive et irréversible de ces ressources. Cette situation s'explique essentiellement par l'absence d'aménagement et l'inexistence d'un mécanisme de financement dudit secteur. L'OFINAP devrait permettre d'insuffler une nouvelle dynamique permettant de promouvoir la conservation, la valorisation et l'exploitation durable des ressources forestières et fauniques dans la perspective de lutte contre la pauvreté par l'amélioration des conditions de vie des populations à travers la lutte contre la pauvreté.

L'OFINAP a reçu trois missions spécifiques :

- La gestion durable des forêts publiques ;

- Le renforcement de la gestion participative des ressources naturelles et fauniques (à travers un partenariat Etat, collectivités territoriales, organisations de la Société civile, secteur privé) ;
- La mise en place d'un système de financement adapté aux missions de conservation (Art. 3 [21]).

Le Comité National d'Aménagement des Forêts

Le Comité national d'aménagement des forêts (CNAF) [23] est une structure scientifique et technique de concertation et de décision en matière d'aménagement des forêts (Art. 2). Il est chargé de la mise en œuvre du programme national d'aménagement des forêts (Art. 1) conformément au principe de gestion rationnelle et durable des forêts (Code forestier, Art. 35). A ce titre, une de ses attributions essentielles est de donner son avis sur les plans d'aménagement des forêts de l'Etat et des collectivités locales, avant leur examen par la Commission nationale d'aménagement du territoire.

Il est composé des représentants des institutions étatiques et ceux des organisations de la société civile, notamment des ONG de gestion des ressources naturelles, des groupements villageois de gestion forestière ainsi que des associations de commerçants de bois

National Forest Development Committee

The National Forest Development Committee (CNAF) [23] is a scientific and technical structure of consultation and decision on forest management (Art. 2). It is responsible for implementing the national program of forest management (Art. 1) in conformity with the principle of rational and sustainable forest management (Forestry Code, Art. 35). As such, one of its core functions is to advise on forest management plans for state and local governments, prior to consideration by the National Commission of Planning.

It is composed of representatives of state institutions and the organizations of civil society, including NGOs for the management of natural resources, village forest management groups as well as the wood traders associations (Art. 3). It is organized as the central office of forest managements and regional offices of forest managements (Art. 2).

National Organization for the Protection of Plants

The creation of a National Organization of Plant Protections (ONPV) in each member state of the UEMOA (West African Economic and Monetary Union) is an international requirement in

accordance with the International Convention for the Protection of Plants (CIPV). In fact, under the CIPV, each state must adopt an ONPV (CIPV, Art. 4, 1). Regarding its nature and its mission, the ONPV is the official national organization for the protection of plants and the management of **phytosanitary** risks, through the implementation of the phytosanitary legislation developed in conformity with international agreements, and notably the Agreement on Sanitary and Phytosanitary Measures (SPS) and the CIPV. As for its organization, it is linked to the administration or minister in charge of agriculture to collaborate in the work of the regional organization for the protection of plants, in the direction of Article IX of the CIPV. As regards the responsibilities of the ONPVs, they must conform to those described by the competent international and regional organizations operating within the CIPV. These include the delivery of phytosanitary certificates, management of the monitoring of households and the fight against pests, conducting of inspections and, as needed, disinfection of shipped plants and plant products, assurance of phytosanitary security of shipped items from certification to exportation, establishment and protection of zones free of pests and analysis of phytosanitary risk for the

A **regional organisation for plant protection** (ORPV) is an intergovernmental organisation charged with the coordination, at a regional level, of the activities of the CIPV (CIPV, Art. IX). The ORPVs participate in various activities to permit the achievement of the objectives of the Convention, diffuse information concerning the CIPV, cooperate with the Commission for Phytosanitary Measures (CMP) and the secretariat of the CIPV in the development of international standards. These days, there exist nine (09) ORPVs, one being the Inter-African Phytosanitary Council (CPI) with 53 member countries. Created in 1954 in London, its headquarters was transferred from 1967 to Yaoundé (Cameroon). It is under the supervision of the West African Union.

Une **organisation régionale de protection des végétaux** (ORPV) est une organisation intergouvernementale chargée de la coordination au niveau régional, des activités et des objectifs de la CIPV (CIPV, Art. IX). Les ORPV participent aux diverses activités pour permettre d'atteindre les objectifs de la Convention, diffusent les informations concernant la CIPV, coopèrent avec la Commission des mesures phytosanitaires (CMP) et le secrétariat de la CIPV dans l'élaboration de normes internationales. De nos jours, il existe neuf (09) ORPV dont le Conseil phytosanitaire Interafricain (CPI) avec 53 pays membres. Créé en 1954 à Londres, son siège a été transféré depuis 1967 à Yaoundé (Cameroun). Il est sous la tutelle de l'Union africaine.

(Art. 3). Il est organisé en bureau central d'aménagement des forêts et en bureaux régionaux d'aménagement des forêts (Art. 2).

L'Organisation Nationale de la Protection des Végétaux

La création d'une Organisation nationale de la protection des végétaux (ONPV) dans chaque Etat membre de l'UEMOA est une exigence internationale au titre de la Convention internationale pour la protection des végétaux (CIPV). En effet, aux termes de la CIPV, chaque Etat doit se doter d'une ONPV (CIPV, Art. 4, 1). S'agissant de sa nature et de sa mission, l'ONPV est l'organisation nationale officielle chargée de la protection des végétaux et de la gestion des risques **phytosanitaires**⁷, à travers la mise en œuvre de la législation phytosanitaire élaborée en conformité avec les accords internationaux, et notamment l'Accord sur les Mesures Sanitaires et Phytosanitaires (SPS) et la CIPV. Quant à son organisation, elle est nécessairement rattachée aux autorités administratives ou ministérielles chargées de l'Agriculture qui collaborent aux travaux de l'organisation régionale de la protection des végétaux, au sens de l'article IX de la CIPV. Quant aux attributions des ONPV, elles doivent être conformes à celles décrites par les organisations internationales et régionales compétentes opérant dans le cadre de la CIPV. Il s'agit

development of phytosanitary measures (CIPV, Art. IV, 2). The DPVC is a direction of the General Direction of Plant Production (DGPV) of MAHRH. It was also established a multidisciplinary team to conduct the pest risk analysis (ARP) [24, 25].

National Agency of Biosecurity

The National Agency of Biosecurity (ANB) is the national authority competent with regard to biosecurity in conformity with Article 19 of the Cartagena Protocol on the Prevention of Biotechnological Risks related to the Convention on Biodiversity. It is under the Ministry of Secondary and Higher Level Education and of Scientific Research (MESSRS). It is the deliberative apparatus on the subject with the mission to ensure security with regard to biotechnology at the national level by adopting and applying measures appropriate to that end. In fulfilling that mission, the National Agency of Biosecurity relies on the advisory bodies. The Agency is supported in its mission by the advisory bodies consisting of the National Biosecurity Monitoring Organization (ONB) in charge of monitoring and education regarding biosecurity, the National Scientific Committee for Biosecurity (CSNB) charged as appraisal body, to conduct the scientific

notamment de la délivrance de certificats phytosanitaires, la gestion de la surveillance de foyers et de la lutte contre des organismes nuisibles, la conduite d'inspection et, au besoin, la désinfestation des envois de végétaux et produits végétaux, l'assurance de la sécurité phytosanitaire des envois depuis la certification jusqu'à l'exportation, l'établissement et la protection de zones exemptes d'organismes nuisibles, l'analyse du risque phytosanitaire pour l'élaboration de mesures phytosanitaires (CIPV, Art. IV, 2). La DPVC est une direction de la Direction Générale des productions végétales (DGPV) du MAHRH. Il a été par ailleurs créé une équipe pluridisciplinaire chargée de conduire l'analyse du risque phytosanitaire (ARP). Cette équipe est composée des représentants du MAHRH (05 membres), du MESSRS (03 membres) et du MECV (01 membre) [24, 25].

L'Agence Nationale de Biosécurité

L'Agence nationale de biosécurité (ANB) est l'autorité nationale compétente en matière de biosécurité conformément à l'article 19 du Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques relatifs à la Convention sur la diversité biologique. Elle est placée sous la tutelle du Ministère des Enseignements Secondaire,

evaluation of the biotechnological risks and finally the Internal Scientific Committee on Biosecurity (CSIB) in the ministerial departments concerned with promotion of biosecurity issues.

Supérieur et de la Recherche Scientifique (MESSRS). C'est l'organe délibérant en la matière dont la mission est d'assurer la sécurité en matière de biotechnologie au niveau national en adoptant et en appliquant les mesures appropriées à cette fin. Dans la réalisation de cette mission, l'Agence Nationale de Biosécurité s'appuie sur des organes consultatifs. L'Agence est appuyée dans sa mission par des organes consultatifs constitués de l'Observatoire National de Biosécurité (ONB) chargé de la veille et de l'éducation en matière de biosécurité, du Comité Scientifique National de Biosécurité (CSNB) chargé, en tant qu'organe d'expertise, de procéder à l'évaluation scientifique des risques biotechnologiques et enfin du Comité Scientifique Interne de Biosécurité (CSIB), institué dans les départements ministériels concernés pour la promotion des questions de biosécurité.

8.2

Importance de la recherche scientifique dans la conservation

Souleymane GANABA

La conservation de la **biodiversité**⁷ constitue surtout une préoccupation majeure pour les pays sahéliens. Mais, dans les médias, les interventions portent le plus souvent sur les beautés vivantes de la nature. Bien peu, trop peu, s'intéressent à la dépendance des sociétés humaines vis-à-vis de cette diversité biologique que l'on retrouve à travers les principales activités telles que l'agriculture, l'élevage, la pêche, l'exploitation des forêts, la cueillette, la pharmacie, les cosmétiques, l'alimentation et les industries agro-alimentaires, du bois, des fibres, etc.

Compte tenu de son importance, la préservation de la biodiversité est une nécessité vitale pour le monde de demain.

La stratégie de conservation de la biodiversité par la recherche scientifique est basée sur des études de connaissance des espèces et de leurs milieux, de collecte et conservation, de sélection et amélioration des variétés. Elle consiste également en des suivis

écologiques des milieux, de tests de restauration des zones dégradées, et de gestion de ressources naturelles. Ces travaux sont menés par différents programmes de recherche de différents instituts du Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (C.N.R.S.T), des Universités (Université de Ouagadougou, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, Université de Koudougou), du Centre National de Semences Forestières (C.N.S.F), des organismes internationaux de recherche (CIFOR, CIRAD, CIRDES, ICRAF, I.R.D, IUCN, etc.) et de structures particulières (NATURAMA).

CONSERVATION *IN SITU*

La conservation *in situ* désigne la conservation « sur site ». C'est une technique de conservation de la **faune**⁷ et de la **flore**⁷ sauvages qui intervient sur le terrain dans le milieu naturel (réserves naturelles, parcs naturels, aires protégées traditionnelles). C'est le processus de protection des espèces animales ou végétales en voie d'extinction dans leur milieu naturel, soit par protection ou assainissement de l'**habitat**⁷ lui-même, soit en défendant les espèces contre les **prédateurs**⁷. L'avantage de la conservation *in situ* est qu'elle favorise la restauration des populations dans leur milieu écologique.

Importance of scientific research in conservation

Biodiversity⁷ conservation is a major concern especially for the Sahelian countries. But, in the media, contributions usually focus on the beauty of living nature. Very few are interested in the dependence of human societies on this biodiversity that is being regained through primary activities, such as agriculture, animal rearing, fishing, forestry activities, gathering, pharmaceuticals, cosmetics, food supply and the agro-food industries, wood, fibers, etc.

Taking into account its importance, the preservation of biodiversity is a vital necessity for the world of tomorrow.

The strategy of biodiversity conservation through scientific research is based on knowledge of species and their **habitats**⁷, of collection and conservation and of the selection and improvement of varieties. It also consists of the ecological monitoring of habitats, restoration of degraded zones, and the management

of natural resources. These activities are conducted by the different research programs of different institutes of the National Centre for Scientific and Technological Research (C.N.R.S.T), Universities (Ouagadougou University, Bobo Dioulasso Polytechnic University, Koudougou University), National Centre for Forest Seeds (C.N.S.F), international research organizations (CIFOR, CIRAD, CIRDES, ICRAF, I.R.D, IUCN, etc.) and certain structures (NATURAMA).

***IN SITU* CONSERVATION**

In situ conservation means 'on site' conservation. It is a technique of conservation of wild **fauna**⁷ and **flora**⁷ in the field, e.g. in the natural habitat itself (nature reserves, nature parks, traditional protected areas). Endangered animal or plant species are protected either by protection or improvement of the habitat itself, or by supporting the species against **predators**⁷. The advantage of *in situ* conservation is that it favours the restoration of populations in their ecological environment.

Specific habitats like the gallery forests of western Burkina Faso, the Gobnangou and Banfora cliffs, the **Birimian**⁷ hillocks, the tiger bush and the Sahelian ponds etc. contain elements of

Des habitats particuliers comme les galeries forestières de l'Ouest Burkina Faso, la falaise du Gobnangou, les falaises de Banfora, les buttes cuirassées **birrimiennes**[?], les brousses tigrées et les mares sahéliennes, etc. contiennent des éléments d'une biodiversité particulière à chaque site et constituent des sites de conservation *in situ*. Les réserves naturelles comprennent les forêts classées et les réserves de **biosphère**[?] et celles de faune.

Les classements à l'époque coloniale avaient certes pour but de sauvegarder les ressources naturelles, mais ils étaient d'abord fondés sur la mise en valeur de celles-ci, précisément leur exploitation économique. L'analyse de la composition floristique montre que les aires protégées contiennent en abondance des espèces rares, originelles des savanes qui n'existent nulle part ailleurs dans les milieux périphériques. L'introduction du bétail domestique dans les aires protégées peut participer au re-enrichissement des périphéries comme à la banalisation de la flore des aires protégées et à la lutte contre les feux de brousse [26].

Le Burkina Faso dispose de deux réserves de biosphère dont celle de la mare aux Hippopotames qui s'étend sur 16 000 ha. De nombreux travaux de recherche y sont menés sur les plantes et les

biodiversity specific to each site and constitute *in situ* conservation sites. Nature reserves consist of classified forests as well as **biosphere**[?] and fauna reserves.

During the colonial period the classification certainly aimed at the protection of natural resources, but firstly on the basis of putting them to good use, specifically their economic exploitation. Analysis of the flora composition shows that the protected areas contain, in abundance, rare species originally from the savanna which do not exist anywhere else in the peripheral habitats. The introduction of domestic cattle into protected areas can contribute to the re-enrichment of the peripheral areas, i.e. by the spread of flora species from the protected areas and by the fight against bush fires [26].

Burkina Faso has two biosphere reserves, one being the Hippopotamus Pond which extends to 16 000 ha. Much research on plants and animals and the relationship with human society is carried out there. Inventories of its gallery forests have permitted the counting of 324 plant species divided into 164 **lig-neous**[?] species and 185 **herbaceous**[?] species belonging to 73 families and 210 genera. The galleries constitute habitats for

animaux et les relations avec les sociétés humaines. Les inventaires de ses galeries forestières ont permis de recenser 324 espèces végétales réparties en 164 espèces ligneuses et 185 **herbacées**[?] appartenant à 73 familles et 210 genres. Les galeries constituent des habitats pour des espèces guinéennes situées à la limite nord de leur zone de distribution naturelle. Il s'agit de *Calyptrochilum christianum*, *Erythrophleum suaveolens*, *Kigelia africana*, *Cola laurifolia*, *Cola cordifolia*, *Elaeis guineensis*, *Phoenix reclinata*, *Lannea kerstingii* et *Malacantha alnifolia* [27].

Les mares sahéliennes comme la mare d'Oursi sont des sanctuaires **ornithologiques**[?] de concentration d'une **avifaune**[?] d'un patrimoine mondial en **hibernation**[?]. Ainsi 67 espèces d'oiseaux d'eau ont été identifiées. La richesse spécifique du peuplement comprend 20 espèces purement africaines, 28 espèces migratrices du Paléarctique et 19 espèces à la fois paléarctiques et africaines. Ce peuplement se caractérise par l'abondance des canards et des limicoles (43 % et 37 %) et des migrateurs paléarctiques (44 %) [28]. Les mares contiennent également des témoins d'une flore ancienne. En effet, les études du pollen y ont révélé la nature de la flore 3 000 ans avant Jésus Christ, constituée essentiellement de graminées [29].

Guinean species at the northern limit of their natural distribution zone. They include *Calyptrochilum christianum*, *Erythrophleum suaveolens*, *Kigelia africana*, *Cola laurifolia*, *Cola cordifolia*, *Elaeis guineensis*, *Phoenix reclinata*, *Lannea kerstingii* and *Malacantha alnifolia* [27].

The Sahelian ponds like the Oursi Pond are high-density **ornithological**[?] sanctuaries of world heritage status for overwintering **avifauna**[?]. Thus 67 bird species have been identified. The richness specific to the population comprises 20 purely African species, 28 Palearctic migratory species and 19 species both Palearctic and African. This population is characterized by the abundance of ducks and Limicolae (43 % and 37 %) and Palearctic migrants [28]. The ponds also contain the evidence of an ancient flora. In fact studies have shown the type of flora of 3 000 years BC, essentially made up of grasses [29].

EX SITU CONSERVATION

Burkina Faso does not have important sites for *ex situ* conservation, such as **botanical**[?] gardens [1 & 2]. A botanical garden is an area built by a public institution, private or association whose purpose is the presentation of species and plant

LA CONSERVATION *EX SITU*

Le Burkina Faso ne dispose pas de sites importants de conservation *ex situ* comme les jardins **botaniques**⁷ à proprement parler [1 & 2].

Un jardin botanique est un territoire aménagé par une institution publique, privée, ou associative qui a pour but la présentation d'espèces et variétés végétales. Les nombreuses espèces et variétés de plantes sauvages et/ou horticoles présentes sont strictement identifiées et réunies en collections. Elles sont cultivées et étudiées pour satisfaire la conservation, la recherche scientifique, l'éducation et l'enseignement, et le tourisme. Une des principales missions du jardin botanique est la collecte et la conservation des plantes, locales ou exotiques. Elle peut également avoir pour mission la protection d'espèces menacées d'extinction.

Les **parcs botaniques Bangr-Weoogo** et du CNRST qui sont considérés comme des sites de conservation *ex situ*, renferment des espèces introduites des flores nationale, africaine et internationale, menacées ou importantes pour la conservation. Pour cela, le jardin d'acclimatation au sein du parc du CNRST a été d'un grand apport dans la diffusion et l'introduction de nombreuses espèces végétales sur l'étendue du territoire national grâce aux observations comportementales et scientifiques conduites. Les aménagements et

varieties. The numerous species and varieties of wild plants and / or horticultural are exactly identified and put in collections. They are cultured and studied to the ends of conservation, scientific research, education and teaching, and tourism. One of the main tasks of the botanical garden is the collection and preservation of plants, local or exotic. It may also have a mission to protect endangered species.

The botanical parks of Bangr-Weoogo and CNRST, considered sites for *ex situ* conservation, contain introduced species of national, African and international flora, threatened or of conservational importance. For this, the garden of acclimatization within the park of CNRST was a major contribution to the spread and introduction of many plant species on the national territory through observations and scientific work. The layout and planting in the Bangr-Weoogo park were completed before its handingover to the town of Ouagadougou in 1991.

RESEARCH ACTIVITIES

Many research studies have been undertaken on different habitats, or on **taxonomic**⁷ groups of ecological importance and/or simply to create new varieties. They have permitted the spread

plantations dans le parc Bangr-Weoogo ont été réalisés avant sa rétrocession à la commune de Ouagadougou en 1991.

LES ACTIVITES DE RECHERCHE

De nombreux travaux de recherche ont également été entrepris sur différents habitats, ou sur des groupes **taxonomiques**⁷ d'importance écologique et/ou socio-économique ou pour simplement créer de nouvelles variétés. Ils ont permis également de diffuser les connaissances par l'éducation et la production de matériel didactique.

De nouvelles variétés d'espèce sont sélectionnées et/ou créées pour les cultures (mil, maïs, niébé, riz, sésame, sorgho, voandzou, coton) en vue de les adapter aux conditions locales et de contribuer à l'augmentation de la production nationale. Il en est de même de la création de nouveaux cultivars et **écotypes**⁷ d'espèces **agroforestières**⁷ (jujubier, palmier dattier, tamarinier, baobab, karité) des légumes (tomate, oignon, piment, aubergine) de tubercules (manioc, pomme de terre) et fruits (mangue, agrumes) et d'insémination artificielle des animaux d'élevage qui sont réalisées. L'objectif poursuivi est de mettre à la disposition des producteurs, des utilisateurs et des consommateurs, des céréales performantes répondant à leurs

of knowledge through education and the production of educational material.

New species varieties are selected and/or created for crops (millet, corn, cowpea, rice, sesame, sorghum, Bambara groundnut, cotton) in order to adapt them to local conditions and contribute to the improvement of national production. It is the same for the creation of new cultivars and **ecotypes**⁷ of **agroforestry**⁷ species (jujube, palm, date, tamarind, baobab, shea); of vegetables (tomato, onion, chilli, aubergine); of tubers (manioc, potato) and fruit (mango, citrus fruit) and for the artificial insemination of farm animals. The objective is to make high-yield cereals available to the producers, users and consumers, responding to their needs and expectations, adapted to different agro-ecological zones, to conditions of farming and use of the cereal [30].

The different research activities have also made evident certain problems such as invasive and threatened species. To successfully manage an equilibrium of populations in an essential condition for an improved manifestation of biodiversity.

besoins et à leurs attentes et adaptées aux différentes zones agro-écologiques, aux conditions de culture et d'utilisation de la céréale [30].

Les différentes activités de recherche ont également mis en évidence certaines problématiques comme celles des espèces envahissantes et des espèces menacées. La maîtrise de l'équilibre des populations est une condition essentielle pour une meilleure expression de la biodiversité.

LES PLANTES ENVAHISSANTES

Une espèce est dite envahissante ou infestante, si elle s'établit dans des **écosystèmes**⁷ naturels ou semi-naturels et devient un facteur de changement du milieu et une menace pour la diversité biologique indigène. Les espèces envahissantes perturbent parfois le fonctionnement complet de certains écosystèmes en modifiant les cycles de certains composés du sol et les successions végétales.

Diverses investigations réalisées à travers le Burkina Faso ont permis d'identifier deux groupes d'espèces. Le premier groupe de six espèces, concerne des espèces aquatiques et semi-aquatiques que sont *Eichhornia crassipes*, *Typha australis*, *Mimosa pigra* et *Pistia stratiotes*. Le deuxième regroupe constitué de huit espèces **terrestres**⁷,

INVASIVE PLANTS

A species is called invasive or infestive if it establishes itself in natural or seminatural **ecosystems**⁷ and becomes a factor of environmental change and a threat to indigenous biodiversity. Invasive species sometimes disturb the entire functioning of certain ecosystems by modifying the cycles of plant succession and of some components of the soil.

Various investigations carried out across Burkina Faso have permitted the identification of two groups of species. The first group of six species concerns the aquatic and semi-aquatic species *Eichhornia crassipes*, *Typha australis*, *Mimosa pigra* and *Pistia stratiotes*. The second group, consisting of eight **terrestrial**⁷ species, includes *Hyptis suaveolens*, *Sida acuta*, *Cassia obtusifolia*, *Cassia occidentalis*, *Lippia chevalieri*, *Urena lobata*, *Ipomoea asarifolia* and *Sida cordifolia* [31]. For example, *Eichhornia crassipes* (the water hyacinth) is a floating plant, introduced to Burkina Faso as an ornamental. It escaped from man's control and was notified as an invasive plant in 1991. This plant blocks navigation and fishing, increases water evaporation from 4 to 7 times compared to normal, hinders electricity production and increases the level of water-related illnesses. The study on control

comporte *Hyptis suaveolens*, *Sida acuta*, *Cassia obtusifolia*, *Cassia occidentalis*, *Lippia chevalieri*, *Urena lobata*, *Ipomoea asarifolia*, *Sida cordifolia* [31]. Par exemple *Eichhornia crassipes* (la jacinthe d'eau) est une herbacée flottante, introduite au Burkina Faso comme plante ornementale. Elle a échappé au contrôle de l'Homme et s'est signalé comme plante envahissante en 1991. Cette plante bloque la navigation et la pêche, accroît l'évaporation d'eau de 4 à 7 par rapport à la normale, entrave la production d'électricité et augmente les maladies liées à l'eau (paludisme, bilharziose), bloque les canaux d'irrigation. L'étude du contrôle de son expansion est réalisée par l'élevage de deux insectes charançons qui se nourrissent de cette plante [30]. Le neem (*Azadirachta indica*), plante ligneuse introduite au Burkina Faso dans les années 1930, dont les semences sont disséminées par des oiseaux, apparaît également comme une plante envahissante dans la plupart des milieux. La situation des peuplements **ligneux**⁷ de neem est caractérisée par une invasion des agrosystèmes par les pieds de neem particulièrement par un encombrement de dessous des houppiers de grands arbres (par exemple *Parkia biglobosa*, *Adansonia digitata*, *Faidherbia albida*) par une forte régénération de pieds de neem. Pour préserver la diversité du parc du CNRST, des coupes sélectives de neem ont été réalisées en 2008. Enfin, le

of its spread was carried out through the introduction of two insect species (weevils) which feed on this plant [30].

The neem (*Azadirachta indica*), a ligneous plant introduced to Burkina Faso in the 1930s, of which the seeds are dispersed by birds, also appears as an invasive plant in most environments. The situation for the ligneous stands of neem is characterized by an invasion of agro-systems by the buttresses of the neem, particularly by congestion below the crowns of large trees (for example *Parkia biglobosa*, *Adansonia digitata*, *Faidherbia albida*) through strong regeneration of the neem buttresses. To preserve the diversity of the CNRST Park the selective felling of neem trees was carried out in 2008. Finally, the neem may be the cause of mortality of the congested buttresses of *Faidherbia albida*, observed in the uncultivated regions in the locality of Bondoukou.

SPECIES THREATENED BY EXTINCTION

The natural environment evolves with climatic changes and human activity. The capacity for reaction of the natural environment to these external aggressions is variable and depends on the quantity and intensity of those factors. Thus the continuous

neem serait à l'origine de la mortalité des pieds de *Faidherbia albida* encombrés, observés dans les terroirs non cultivés de la localité de Bondoukouy.

LES ESPECES MENACEES DE DISPARITION

Le milieu naturel évolue avec les changements climatiques et l'action de l'Homme. La capacité de réaction du milieu naturel à ces agressions extérieures est variable et dépend de la quantité et de l'intensité des facteurs. Ainsi la croissance continue de la population d'*Acacia tortillis* au cours de la période 1994-2004 est de 16,42 % par an tandis que la régression de *Pterocarpus lucens* est de 1,48 % par an dans les parcelles⁷ de végétation. De nombreuses autres espèces sont en régression et caractérisées par une mortalité élevée et une régénération faible. Globalement, la flore ligneuse sahélienne est en régression. Les espèces sahéliennes régressent et se concentrent dans les bas-fonds et en bordure des cours d'eau. C'est le cas pour *Anogeissus leiocarpa* et *Pterocarpus lucens*. Par contre, d'autres espèces sahéliennes comme *Acacia ehrenbergiana*, *Acacia tortilis* augmentent. La végétation ligneuse évolue vers un remplacement des espèces soudaniennes par les espèces sahéliennes et une réduction du nombre d'espèces [32].

growth of the population of *Acacia tortillis* during the period 1994-2004 was 16.42 % per annum while the regression of *Pterocarpus lucens* was 1.48 % per annum in vegetation plots⁷. Many other species are in regression and characterized by a high mortality and low regeneration. Over all, the Sahelian ligneous flora is in regression. The Sahelian species are in regression and concentrated in hollows and on the edges of rivers. This is the case for *Anogeissus leiocarpa* and *Pterocarpus lucens*. On the other hand, other Sahelian species such as *Acacia ehrenbergiana* and *Acacia tortilis* are increasing. Ligneous vegetation is evolving towards replacement of the Sudanian by the Sahelian species and a reduction in the number of species [32].

FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF BIODIVERSITY

Research structures (Universities, Research Institutes) and training schools strive through their work for knowledge of biodiversity. Others, such as the technical services of the Ministry of Environment and Quality of Life, Naturama Foundation, Nature and Life Foundation, development projects, associative and religious organizations, work in the area of conservation of biodiversity

POUR UNE GESTION DURABLE DE LA BIODIVERSITE

Des structures de recherche (Université, Instituts de recherche) et les écoles de formation oeuvrent par leurs travaux à la connaissance de la biodiversité. D'autres oeuvrent dans le domaine de la conservation de cette biodiversité comme les services techniques du ministère de l'environnement et du cadre de vie, la Fondation Naturama, la Fondation Nature et Vie, des projets de développement, des structures associatives et religieuses. L'écocitoyenneté⁷ et l'éducation environnementale ont pour principal objectif d'instaurer une culture de protection de l'environnement à travers la connaissance des espèces. Elle participe à la conservation de la biodiversité. Des structures oeuvrent également pour la génération d'informations pour la conservation de la diversité biologique ou pour l'enseignement.

Le Laboratoire d'Histoire Naturelle (LHN) logé au sein du parc du CNRST contribue à la formation des élèves, des étudiants et des enseignants par la production et la distribution de matériel didactique pour l'enseignement des sciences de la vie et de la terre, la promotion de la connaissance biologique de la faune par l'inventaire, l'identification et la classification des espèces zoologiques sous

Eco-citizenship⁷ and environmental education have as principal objective the institution of a culture of environmental protection through knowledge of species. They participate in biodiversity conservation.

Organizations also work on the production of information for biodiversity conservation or for teaching.

The Natural History Laboratory (LHN) housed within the CNRST Park contributes to the training of pupils, students and teachers through the production and distribution of educational material for the teaching of life and earth sciences; promotion of biological knowledge of fauna through inventory, identification and classification of zoological species in the form of a Museum of Natural History or of living collections and the editing of pedagogical data-sheets on biology for teachers of natural sciences. The laboratory presently has a collection of more than 6 000 samples of snakes belonging to 53 species and 100 species of fish.

A reference herbarium⁷ of plant species of the Sahelian and Sudanian zones is a didactic resource. It permits participants to make a judicious choice of desired plant material. The collection of herbarium samples in collaboration with other partners

forme d'un Muséum d'Histoire Naturelle ou de collections vivantes et la mise au point de fiches pédagogiques en biologie pour les professeurs de sciences naturelles. Le laboratoire dispose actuellement d'une collection de plus de 6 000 échantillons de serpents appartenant à 53 espèces et 100 espèces de poissons.

Un **herbier**⁷ de référence pour les espèces végétales de la zone sahélienne et soudanienne constitue un moyen didactique. Il permet aux partenaires de faire un choix judicieux du matériel végétal désiré. La collection d'échantillons d'herbier en collaboration avec d'autres partenaires au niveau national et international dont le **programme BIOTA**⁷, le Royal Botanical Garden de Kew et Plant Resources of Tropical Africa (PROTA) a permis de renforcer les herbiers de l'Université de Ouagadougou, du CNRST et du Centre National des Semences Forestières (CNSF) [33].

Les structures de recherche disposent également de banques de données sur la flore et la végétation du Burkina Faso et ses utilisations. L'Herbier national (HNBU), logé au sein du département Production Forestière de l'INERA, regorge d'une collection de 1 222 espèces végétales et plus de 6 000 échantillons tout comme les herbiers de l'Université de Ouagadougou qui renferme plus de 1 800 espèces pour plus de 15 000 **spécimens**⁷ logés au sein de

l'UFR/SVT et celui du CNSF qui renferme 6 000 spécimens et 890 espèces. L'herbier virtuel du Parc urbain Bangr-Weoogo est en construction avec 200 spécimens. Par ailleurs il existe d'autres herbiers internationaux qui enferment des collectés du Burkina Faso. Ce sont l'Herbier Senckenbergianum (FR) avec 10 000, le Muséum National d'Histoire naturelle de Paris (P), les Jardins botaniques royaux de Kew (K), l'Herbier de Montpellier (MPU), l'Université de Wageningen (WAG) et l'Université d'Aarhus (AAU). En outre, la mise au point des techniques de conservation des semences forestières par le C.N.S.F a permis de construire une banque de semences de 160 espèces réparties dans 1 200 peuplements semenciers et sur six zones semencières définies sur toute l'étendue du territoire national au profit des producteurs et des instituts de recherche [33]. La mise au point de techniques appropriées de production des plants en pépinière et les études biologiques des plantes locales et de leurs milieux ont permis de maîtriser la culture et l'amélioration de la croissance et de la production de nombreuses plantes sauvages, comme le karité, le jujubier, le tamarinier, le baobab.

at the international level including the **BIOTA program**⁷, the Royal Botanic Gardens, Kew and Plant Resources of Tropical Africa (PROTA), has permitted reinforcement of the herbaria of the University of Ouagadougou, of the CNRST and of the National Centre for Forest Seeds (CNSF) [33].

The research structures also have data-banks on the flora and vegetation of Burkina Faso and its uses. The National Herbarium (HNBU), housed within the Forest Production Department of the INERA, with a collection of 1 222 plant species and more than 6 000 samples, just as the herbaria of the University of Ouagadougou (OUA) which holds more than 1 800 species for more than 15 000 **specimens**⁷ housed within the UFR/SVT and that of the CNSF which holds 6 000 specimens and 890 species. The virtual herbarium of the Bangr Weoogo Urban Park, with 200 specimens, is in construction. Besides, there exist other international herbaria with collections from Burkina Faso: the Herbarium Senckenbergianum (FR), Muséum National d'Histoire Naturelle of Paris (P), Royal Botanic Gardens Kew (K), and the universities of Montpellier (MPU), Wageningen (WAG) and Aarhus (AAU).

Moreover, the perfection of the techniques of preservation of

forest seeds by the C.N.S.F. has permitted the construction of a seed bank of 160 species divided into 1 200 seed populations and into six defined seed zones over the whole extent of the national territory for the benefit of producers and research institutes [33]. The perfection of appropriate techniques of plant production in nurseries and the biological study of local plants and their habitats have permitted mastering the culture and improving the growth and productivity of many wild plants such as the shea, jujube, tamarind, and baobab.

CONCLUSION

Research activities have produced important results which permit the alerting of consciences and of scientific opinion, the political decision-makers and the protagonists of development regarding certain significant phenomena such as the case of invasive plants, species threatened with extinction, migratory birds etc. These results are disseminated in the form of scientific publications, statements, technical documents etc. Some technologies have been developed with the participation of the producers to lift the constraints linked to the difficulties of technology transfer.

CONCLUSION

Les activités de recherche ont produit des résultats majeurs qui permettent d'alerter les consciences et l'opinion scientifique, les décideurs politiques et les acteurs du développement par rapport à certains phénomènes importants comme le cas des plantes envahissantes, des espèces menacées de disparition, des oiseaux migrateurs, etc. Ces résultats sont diffusés sous forme de publications scientifiques, de communications, de fiches techniques, etc. Certaines technologies ont été développées avec la participation des producteurs pour lever la contrainte liée aux difficultés de transfert de technologies.

De nouveaux défis se présentent aujourd'hui à la recherche, liés au contexte de lutte pour la réduction de la pauvreté, de gouvernance locale des ressources naturelles et de vulnérabilité des populations locales face aux **changements climatiques**⁷. La recherche doit pouvoir se réorganiser pour accompagner les autorités politiques et administratives dans le conseil de sélection de bonnes pratiques de gestion durable des ressources naturelles et les organisations communautaires dans le renforcement des capacités techniques et institutionnelles.

Today, new challenges present themselves to research linked to the context of struggle for poverty reduction, local government of natural resources and vulnerability of local populations in the face of **climate change**⁷. Research must be able to reorganize itself to accompany the political and administrative authorities in advising on the selection of good sustainable management practices for natural resources and community organizations on the reinforcement of technical and institutional capacities.

8.3

Les stratégies socioculturelles de conservation de la biodiversité

Gabin KORBEOGO

Au Burkina Faso les modalités d'usage et de conservation de la **biodiversité**⁷ sont intégrées dans les systèmes culturels des communautés locales. Le rapport culturel entre l'Homme et la nature s'explique par le fait que les populations locales perçoivent l'environnement comme la créature de Dieu et le lieu de refuge des forces invisibles (les génies, l'esprit des ancêtres). Généralement, les pratiques rituelles et les interdits liés aux plantes sont enseignés aux hommes et aux femmes au cours du processus d'éducation. L'apprentissage de ces connaissances se réalise surtout à l'occasion des travaux champêtres, de la chasse ou de la collecte des ressources végétales pendant lesquels les aînés apprennent aux cadets les parties de plantes (les racines, le bois, les feuilles et les fruits) qui sont l'objet de tabou. Aussi, au sein de chaque groupe ethnique, il existe des contes, des mythes et des légendes populaires qui contribuent à la diffusion et à perpétuation des connaissances liées à

Socio-cultural strategies of biodiversity conservation

In Burkina Faso, the modalities of use and conservation of **bio-diversity**⁷ are integrated into the cultural systems of local communities. The cultural relationship between man and nature is explained by the fact that the local populations perceive the environment as the creation of God and place of refuge for invisible forces (genies, ancestral spirits). Generally, ritual practices and prohibitions linked to plants are taught to men and women in the course of the educational process. The acquisition of this knowledge takes place particularly at the time of work in the fields, hunting, or collection of plant resources during which the older people teach to the younger the parts of plants (the roots, wood, leaves and fruit) which are the object of taboos. Also, within each ethnic group, there are popular stories, myths and legends which contribute to the spread and perpetuation of knowledge associated with the environment.

l'environnement. Toutefois, même si la connaissance, les valeurs et les objectifs liés à l'environnement varient selon les groupes sociaux [34], la fonction principale des interdits et des tabous est de réglementer l'accès aux ressources naturelles et de protéger l'environnement. Nous prendrons le contexte particulier du Gourma, l'une des régions où la tradition est toujours fortement ancrée, pour montrer comment les dispositifs socioculturels déterminent les perceptions et les actions de l'Homme sur l'environnement local. Il est bien vrai qu'il existe des disparités locales, mais les observations régionales peuvent être extrapolées à l'échelle nationale.

ESQUISSE METHODOLOGIQUE

Les données de cette recherche sont issues d'une enquête **ethnographique**⁷ et **ethnobotanique**⁷ conduite dans les villages du département de Fada N'Gourma. Les données d'enquêtes ont été essentiellement collectées à l'aide de quatre techniques: le questionnaire, l'entretien semi-directif et libre, l'observation directe et la collecte des échantillons d'espèces magiques ou totémiques pour constituer l'**herbier**⁷. Suivant le principe de « preference ranking » [35] une classification des espèces utiles (comestibles, médicinales, rituelles) a été faite ainsi que les totems et les interdits qui les

However, even if the knowledge, values and objectives associated with the environment vary according to social group [34], the main function of the prohibitions and taboos is to control access to natural resources and to protect the environment. We will take the particular example of Gourma, one of the regions where tradition is still strongly anchored, to show how socio-cultural mechanisms determine perceptions and the actions of man on the local environment. It is certainly true that local disparities exist, but the regional observations can be extrapolated to the national scale.

METHODOLOGICAL APPROACH

The data from this research is the result of an **ethnographic**⁷ and **ethnobotanic**⁷ study conducted in the villages of the department of Fada N'Gourma. The research data has been collected by four methods: semi-directive and free interview, direct observation and collection of samples of magical or totemic species to form the dried plant collection. Following the principal of 'preference ranking' [35], a classification of useful species (edible, medicinal, ritual) has been made in addition to the totems and prohibitions which characterize them.

caractérisent. Parmi ces espèces nous avons focalisé notre attention sur la nature, l'origine et la fonction des totems qui codifient leurs usages. En outre, nous avons exploité des données tirées de rapports et d'écrits scientifiques sur la gestion des ressources naturelles au Burkina Faso.

LES STRATEGIES TRADITIONNELLES

Plusieurs règles coutumières codifient l'accès et l'utilisation des ressources végétales au sein des communautés locales. Les règles locales de classification distinguent deux catégories de plantes: les plantes comestibles ou ordinaires dont l'usage est libre et les plantes totémiques ou sacrées dont l'utilisation ordinaire est proscrite par les totems. Il est alors proscrit d'abattre certaines plantes sacrées ou de collecter les fruits, les feuilles, et les racines d'autres plantes. Pour les Gùlimàncéba par exemple cinq plantes totémiques sont les plus connues et redoutées : *Diospyros mespiliformis* (Bu gàabu), *Parkia biglobosa* (O dubu), *Sclerocarya birrea* (O nàmàgibu), *Sterculia setigera* (Bu nafuobu), et *Tamarindus indica* (O pugbu). Il faut préciser que les interdictions varient souvent en fonction de la période de la saison. Ainsi, il y a des traditions qui interdisent le prélèvement des fruits de certaines espèces lorsqu'elles sont dans une phase

Amongst these species we have focused our attention on the nature, origin and function of the totems which codify their use. Moreover, we have exploited the data drawn from reports and scientific writings on the management of natural resources in Burkina Faso.

TRADITIONAL STRATEGIES

Several custom rules codify access and use of plant resources within local communities. Local rules of classification distinguish two categories of plants: the edible or ordinary plants which can be freely used, and the totemic or sacred plants for which ordinary use is proscribed by totems. It is thus forbidden to cut certain sacred plants or to collect the fruits, leaves and roots of other plants. For the Gùlimàncéba for example, five totemic plants are most known and feared: *Diospyros mespiliformis* (Bu gàabu), *Parkia biglobosa* (O dubu), *Sclerocarya birrea* (O nàmàgibu), *Sterculia setigera* (Bu nafuobu), and *Tamarindus indica* (O pugbu). It must be made clear, however, that the prohibitions often vary in accordance with the season. Thus, there are traditions which forbid the collection of the fruit of certain species when they are in terminal phase, and particularly when

terminale et surtout lorsqu'il ne reste que quelques fruits, censés assurer la régénération de ces plantes. Cette interdiction conjoncturelle concerne par exemple *Ximenia americana* (O mirbu), *Diospyros mespiliformis*, *Adansonia digitata* (O tuobu), *Vitex doniana* (O Gnaanbu), et *Annona senegalensis* (A boglansana).

Dans le même ordre d'idée, plusieurs traditions locales interdisent la coupe de *Vitellaria paradoxa* (Bu saambu ; le karité). Cependant, lors des défrichements des nouveaux champs nous avons constaté que les agriculteurs coupent de nombreux arbres à karité. Pour justifier leurs pratiques agricoles, ces derniers affirment que l'interdit ne concernerait que les pieds femelles bien qu'il soit impossible de distinguer les individus femelles et mâles de l'espèce. Ils ne peuvent établir cette différence que lorsque l'arbre produit des fleurs.

Par ailleurs, il existe des espèces comme *Tamarindus indica* qui sont localement considérées comme des porte-bonheurs ou qui remplissent une fonction symbolique, socio-politique et économique. Nous avons observé dans les villages comme chez les Bobo, les Fulbe, les Gùlimàncéba, ou les Moose et sur la place des marchés locaux que les forgerons et les marchands disposent leur forge ou leur commerce sous *Tamarindus indica* dans l'espoir d'assurer la « fécondité » de leurs affaires et de profiter de la « chance des génies

only a few fruit remain, in order to ensure the regeneration of these plants. This cyclical prohibition concerns, for example, *Ximenia americana* (O mirbu), *Diospyros mespiliformis*, *Adansonia digitata* (O tuobu), *Vitex doniana* (O Gnaanbu), and *Annona senegalensis* (A boglansana).

Similarly, several local traditions forbid the felling of *Vitellaria paradoxa* (Bu saambu; the shea tree). Nevertheless, we have noted that farmers cut a large number of shea trees for the clearance of new fields. To justify their agricultural practices, they affirm that the prohibition only concerns the female plants even though it is impossible to distinguish the female and male individuals of the species. They can only determine that difference when the tree produces flowers.

On the other hand, there are species such as *Tamarindus indica* which are locally considered as lucky charm or which fulfill a symbolic, sociopolitical and economic function. We have observed in villages such as those of the Bobo, Fulbe, Gùlimàncéba or Moose and in the local market places that the blacksmiths and stallholders set out their smithy or their stall beneath *Tamarindus indica* in the hope of ensuring the 'fertility' of their trade and to profit from the 'luck of the tree spirits'. Considered as a

de l'arbre ». Considéré comme un arbre mystique qui abrite des génies, la coutume interdit la coupe et l'utilisation de *Tamarindus indica* comme bois de chauffe. Dans les croyances locales, le non-respect des normes sacrificielles et des totems relatifs aux plantes sacrées, expose les contrevenants ou leur descendance à des maladies ou à la mort. Ainsi, selon l'imaginaire local, l'utilisation de *Sterculia setigera* comme bois de chauffe provoque la manifestation d'esprits ou de fantômes malveillants ; le bois de *Sclerocarya birrea* fait apparaître des démangeaisons sur le corps de l'utilisateur et enfin, l'utilisation du bois de *Parkia biglobosa* induit des malheurs imprévisibles. Par ailleurs, on impute la pousse du sixième doigt des mains à l'utilisation du bois de *Gardenia erubescens* (Bu nassobgu) par une femme enceinte ou toujours « fertile ». Pour ce cas, l'observation révèle la ressemblance morphologique entre le sixième doigt de l'homme et le fruit de *Gardenia erubescens* (Fig. 8.2).

Toutefois, l'utilisation des plantes sacrées est spécialement autorisée pour les rites et les funérailles. Ainsi, interdit d'usage ordinaire, le bois de *Diospyros mespiliformis* est utilisé pour le port des cadavres, la préparation du dolo, et la cuisson de la viande des animaux sacrificiels. En outre, le bois de *Diospyros mespiliformis* est employé, d'une part, pour fabriquer la manche de la pioche qui sert à creuser

mythical tree which shelters spirits, custom forbids the felling and use of *Tamarindus indica* as fuel wood.

In the local beliefs, non-respect of the sacrificial norms and totems relative to sacred plants exposes the offenders or their descendants to illnesses or death. Thus, according to local imagination, the use of *Sterculia setigera* as wood fuel provokes the manifestation of evil spirits and phantoms; *Sclerocarya birrea* wood makes itches appear on the body of the user and, lastly, the use of *Parkia biglobosa* induces unpredictable misfortunes. On the other hand, growth of a sixth finger on the hand is imputed to the use of *Gardenia erubescens* (Bu nassobgu) wood by a pregnant or still 'fertile' woman. In this instance, observation shows the morphological resemblance between man's sixth finger and the *Gardenia erubescens* fruit (Fig. 8.2).

However, the use of sacred plants is specially authorized for rituals and funerals. Thus, forbidden for ordinary use, *Diospyros mespiliformis* wood is used for the carrying of corpses, the preparation of dolo and cooking the meat of sacrificed animals. Moreover, *Diospyros mespiliformis* wood is employed, on the one hand to make the handle of the pickaxe which serves to dig the tomb and, on the other, to close it in after having

le caveau, et d'autre part, pour refermer le caveau après y avoir placé le corps. Pour ces prescriptions coutumières, *Diospyros mespiliformis* subit moins la pression anthropique⁷ exercée par les collecteurs de bois de chauffe qu'un grand nombre d'autres espèces.

Au fond, les interdits sont destinés à protéger les espèces qui ont une grande valeur pour la vie socio-économique et culturelle des populations locales. Pour cette raison les modalités de collecte des fruits et d'appropriation des arbres qui ont une importance économique (karité, néré par exemple) sont traditionnellement contrôlées par les propriétaires des terres sur lesquelles ils poussent. Aussi, ces espèces servent à matérialiser la propriété des familles sur les terres ainsi que pour marquer les frontières entre les propriétés lignagères et familiales. Pour ce faire, le néré et le karité dont les fruits et les produits dérivés ont une grande fonction socio-économique et culturelle font l'objet d'attention particulière, de compétition mais aussi de protection par les dispositions culturelles dans toutes les communautés locales. Pour ces dernières, les représentations et les usages de l'environnement sont donc structurés par une relation opératoire qui combine l'utilité socio-économique et l'utilité symbolique des ressources végétales ([36] & [37]). La production des stratégies socioculturelles telles que les interdits par les

inhumed the body. Due to these prohibitions of custom, *Diospyros mespiliformis* suffers less from the human pressure exercised by collectors of wood fuel than a large number of other species.

Basically, the prohibitions are intended to protect the species having a high value for the socioeconomic and cultural life of the local populations. For this reason the modalities of collection of fruit and appropriation of trees having an economic importance (e.g. shea, néré) are traditionally controlled by the owners of the lands on which they grow. Also, these species serve to mark the boundaries between properties of lineages and between properties of families. To do this, the néré and the shea, of which the fruit and derived products have an important socioeconomic and cultural function, are the object of particular attention, of competition but also of protection, through cultural predilection in all the local communities. For these, the portrayal and uses of the environment are thus structured by an operational relationship which combines socioeconomic utility and symbolic use of plant resources ([36] & [37]). The creation of socio-cultural strategies such as those forbidden by local traditions has then as objective to protect the species which have a

traditions locales a alors pour objectif de protéger les espèces qui ont une grande utilité économique et culturelle pour les ménages. À titre illustratif, parmi les espèces végétales les plus consommées par les Gùlimàncéba, deux des cinq espèces totémiques préalablement citées y figurent. Il s'agit de *Parkia biglobosa* et *Tamarindus indica*. Si la coutume en interdit la coupe, les feuilles, les fruits et les écorces de ces espèces sont utilisés pour la cuisine, la médecine traditionnelle, les rites et la peinture des maisons (les **gousses**⁷ de *Parkia biglobosa*).

CONCLUSION

Les paysages du Burkina Faso sont peuplés de nombreuses ressources naturelles dont l'accès est régi par les systèmes de valeurs culturelles locaux. Ainsi, la domestication des ressources naturelles passe par la communion entre les usagers et les forces magiques qui les protègent. Par conséquent, toute violation des principes totémiques induit, selon l'imaginaire social, la manifestation des malheurs causés par la colère des ancêtres et des génies protecteurs de la brousse ([38] & [39]). De ce fait, les interdits liés aux usages des plantes jouent une fonction idéologique en ce sens qu'ils sont censés contribuer au maintien de l'ordre cosmique [40] des communautés

major economic and cultural utility for households. As an illustration, two of the five previously cited totemic species appear among the plant species most consumed by the Gùlimàncéba, they are *Parkia biglobosa* and *Tamarindus indica*. If custom forbids felling, the leaves, fruit and bark of these species are used for cooking, traditional medicine, rituals and the painting of houses (the **Pods**⁷ of *Parkia biglobosa*).

CONCLUSION

The landscapes of Burkina Faso are stocked with numerous natural resources to which access is governed by the systems of local cultural values. Thus, the harnessing of natural resources occurs through the connection between the users and the magical forces which protect them. As a result, any violation of totemic rules leads, according to popular imagination, to the manifestation of misfortune caused by the wrath of ancestors and protective spirits of the bush ([38] & [39]). On that account, the prohibitions linked to the uses of plants play an ideological function in the sense that they are supposed to contribute to the maintenance of the cosmic order [40] of local communities. However, it should not be thought that the local populations

locales. Toutefois, il ne faudrait pas penser que les populations locales ne connaissent ou ne protègent que les plantes qu'elles utilisent [41]. À cet effet, nous constatons que le nombre d'espèces qu'elles peuvent identifier, nommer et classer est supérieur au nombre d'espèces qu'elles utilisent dans l'alimentation, l'élevage, les soins de santé et les rites. Ce n'est donc pas exclusivement les intérêts économiques [41] qui guident l'attention et la connaissance des populations sur leur environnement ([42] & [43]). De façon générale, toutes les espèces de la brousse sont utiles mais les possibilités de leurs utilisations dépendent des savoirs et des capacités de domestication des communautés paysannes locales. Toutefois, avec le modernisme et les conversions aux religions révélées (islam et le christianisme), on constate de plus en plus une remise en cause des interdits et des tabous liés à l'environnement chez certaines populations burkinabè.



Fig. 8.2: Des fruits de *Gardenia erubescens* qui ont une ressemblance morphologique avec le sixième doigt. | Fruit of *Gardenia erubescens* which have a morphological resemblance with the sixth finger. ATH

only know or protect the plants that they utilize [41]. To that end, the prohibitions linked to the number of species that they can identify, name and classify is higher than the number of species that they use for food, livestock rearing, healthcare and rituals. It is not, therefore, exclusively economic interests [41] which guide the attention and knowledge of the populations to their environment ([42] & [43]). In a general way, all bush species are useful but the possibilities for their uses depend on the knowledge and capacity for domestication of the local farming communities. However, with modernization and conversions to the revealed religions (Islam and Christianity), a calling into question of the prohibitions and taboos linked to the environment by certain Burkina Faso populations is increasingly observed.

8.4

Restauration écologique des zones dégradées

François W. KAGAMBEGA
Dorkas KAISER
Souleymane KONATE
Eduard K. LINSENMAIR
Michel LEPAGE
Adjima THIOMBIANO
Joseph I. BOUSSIM

Au Burkina Faso, de vastes zones de terre arable (40 %) sont fortement dégradées, surtout dans les régions arides et semi-arides au nord du pays [44]. L'effet combiné de la réduction de la matière organique du sol en raison du surpâturage, de l'agriculture non durable avec de plus en plus courtes périodes de jachère ou même la culture continue, la surexploitation des ressources naturelles et la diminution des précipitations au cours des 30 à 40 dernières années a conduit à une forte hausse de terres improductives et entièrement stériles. Ces terres sont caractérisées par la capacité d'infiltration très faible, le déséquilibre des éléments nutritifs, la réduction de la **biodiversité**, et de très faible à nulle production primaire [45]. La disponibilité limitée de terres fertiles pousse les agriculteurs à compter sur des terres dégradées pour la production agricole. Les techniques classiques utilisées pour remettre en état les terres sont limitées et trop coûteuses pour les petits agriculteurs qui

sont les principaux producteurs d'aliments dans la zone sahélienne de l'Afrique de l'Ouest [46]. Par conséquent, en particulier dans ces zones soudano-sahéliennes où les possibilités techniques sont limitées, la réactualisation des connaissances traditionnelles peuvent servir comme une approche efficace de gestion de la fertilité, encore plus si les méthodes sont scientifiquement analysées, améliorées et adaptées aux conditions et exigences écologiques et socio-économiques [47].

MANIFESTATION DE LA DEGRADATION DES TERRES

Différentes définitions ont été données à la **dégradation** des terres. Toutes s'accordent sur le fait qu'il s'agit d'un processus dont le rythme est variable en fonction du climat, des sols et de l'exploitation des terres [48]. Elle couvre un ensemble de problèmes tels que la perte des terres pour cause d'érosion hydrique et **éolienne**, la baisse de la fertilité des sols, la perte de la couverture végétale, la baisse des ressources en eau et la perte de la diversité biologique.

Ainsi, la notion de dégradation des terres est très élastique :

- Sous l'angle de la couverture végétale, en zone semi aride, la dégradation des terres se traduit par son évolution négative soit

Ecological restoration of degraded zones

In Burkina Faso, vast areas of the arable soil (40 %) are heavily degraded, above all in the arid and semiarid regions in the northern part of the country [44]. The combined effect of soil organic matter depletion due to overgrazing, unsustainable agriculture with increasingly shorter fallow periods or even continuous cultivation, over-exploitation of natural resources and the decrease in rainfall during the last 30 to 40 years has led to a steep increase in unproductive, entirely barren land. Such land is characterized by very low infiltration capacity, nutrient imbalance, reduced **biodiversity**, and very low to zero primary production [45]. The limited availability of fertile land is pushing the farmer to rely on degraded land for agricultural production. The conventional techniques used to rehabilitate those lands are limited and too costly for small-scale farmers who are the major food producers in the Sahelian zone of West Africa

[46]. Therefore, especially in these Sudano-Sahelian areas where technical possibilities are limited, reactivation of traditional knowledge may serve as an efficient approach to fertility management, even more so if the methods are scientifically analyzed, improved and optimally adapted to the respective ecological and socioeconomic conditions and demands [47].

SIGNS OF SOIL DEGRADATION

Different descriptions have been given to soil **degradation**. All agree on the fact that it consists of a process of which the rhythm is variable according to climate, soils and land exploitation [48]. It covers a range of problems, such as the loss of soils due to hydric and **aeolian** erosion, the lowering of soil fertility, loss of vegetation cover, reduction in water resources and loss of biological diversity.

Thus, the notion of soil degradation is extremely elastic:

- Regarding vegetation cover, soil degradation in semiarid zones results in either a change of state or of types of natural vegetation formation (e.g. from dense to open forest, or from tree-savanna to bush-savanna).

un changement d'état ou de types de formations naturelles (par exemple de forêt dense à forêt claire, ou de savane arborée à savane arbustive) ;

- Sous l'angle de la production agricole, elle se réfère essentiellement soit à une perte/baisse de productivité de la terre soit à une baisse des rendements liés à la perte de fertilité des sols ;
- Sous l'angle socio-économique, elle fait appel à la pauvreté perçue alors comme un impact ou une conséquence du phénomène.

LES CAUSES DE LA DEGRADATION

Les travaux réalisés par de nombreux auteurs montrent que la désertification en général et la dégradation des sols en particulier, dans les zones soudano-sahélienne et sahélienne du Burkina Faso, est une réalité.

Les processus qui conduisent à la dégradation de la végétation et des sols au Sahel sont largement documentés ([49] & [50]). Ces travaux font ressortir que les principales causes sont la pression **anthropique**⁷ et la **péjoration**⁷ climatique.

- Regarding agricultural production, it essentially refers either to a loss/lowering of productivity of the land or to a lowering of productivity linked to the loss of soil fertility.
- From the socioeconomic point of view, it brings poverty as an impact or consequence of the phenomenon.

CAUSES OF DEGRADATION

Works carried out by numerous authors show that desertification in general and soil degradation in particular are a reality in the Sudano-Sahelian and Sahelian zones of Burkina Faso. The processes which lead to the degradation of vegetation and soils in the Sahel are largely documented ([49] & [50]). This work underscores that the principal causes are human pressure and an increasingly less favourable climate (climatic pejoration).

Human actions

The growth of demographic pressure in the arid zones leads to profound modifications of the means of management and use of natural resources and of the rural area. These **anthropogenic**⁷ disturbances (excessive cutting of timber, poor management of pastures and practice of bush fires) leads to the



Fig. 8.3: Sol dégradée. | Degraded land. ATH

rarefaction of vegetation, degradation of soils through hydric and aeolian erosion and deterioration of the hydric soil regime [51]. Thus, the extension of cultivated lands is, at present, one of the most important factors in the degradation of the soils [52].

Climatic pejoration: rainfall, temperatures and winds

The rainfall of the Sudano-Sahelian zone is characterized not only by an irregularity of rainfall amounts, but also by a bad spatial and temporal distribution [51]. The intensity of rain is the principal factor of the phenomenon of runoff, leading to a rapid degradation of the structure of surface soils. The formation of crusts or surface pan structures, leads to a reduction of permeability and increases the risks of runoff and erosion.

The Sudano-Sahelian zone is characterized by an elevated thermal regime, for which the probability of exceeding 25 to 30 °C in any month is almost 100 % [52]. The high temperatures act on microbial activity and thus favour the decay of organic material, reducing the chances of its building up to the benefit of soil fertility [51]. As regards wind, it constitutes, through aeolian erosion, one of the determining factors of surface condition, particularly in arid semiarid zones [49]. The high temperatures

Les actions anthropiques

L'accroissement de la pression démographique dans les zones arides entraîne des modifications profondes des modes de gestion et d'utilisation des ressources naturelles et de l'espace rural. Ces perturbations anthropiques (coupe abusive du bois, mauvaise gestion des parcours et pratique des feux de brousse) induisent la raréfaction de la végétation, la dégradation des sols par l'érosion hydrique et éolienne et la détérioration du régime hydrique des sols [51]. Ainsi, l'extension des terres cultivées est actuellement l'un des facteurs les plus importants de la dégradation des terroirs [52].

La péjoration du climat : pluviométrie, températures et vents

La pluviosité de la zone soudano-sahélienne est caractérisée non seulement par une irrégularité des quantités tombées, mais aussi par une mauvaise répartition dans l'espace et dans le temps [51]. L'intensité des pluies est le principal facteur du phénomène de ruissellement, entraînant une dégradation rapide de la structure des sols en surface.

La formation des croûtes ou organisations pelliculaires superficielles, entraîne une réduction de l'infiltrabilité, accroît les risques de ruissellement et d'érosion.

and significant wind speed have as a consequence an intense evaporation which leads to a reduction in the reserves of groundwater.

TECHNOLOGIES USED IN THE ECOLOGICAL RESTORATION OF DEGRADED ZONES IN BURKINA FASO

Ecological restoration is a practice which consists of the assistance of self-regeneration of damaged, degraded or destroyed ecosystems², by attempting to re-establish existing vegetation formations, and not forcing nature by attempting to impose other biological models.

Sahelian smallholders in general and those of Burkina Faso in particular have, with the support of scientists, developed more or less detailed strategies to confront the challenges of the fight against desertification and soil degradation. These rely primarily on mechanical and biological techniques.

Mechanical techniques

These are essentially the techniques referred to as SWC (Soil and Water Conservation) which consist of Zaï, rock barriers, half-moons, scarification and subsoiling.

La zone soudano-sahélienne est caractérisée par un régime thermique élevé, dont les probabilités de dépasser 25 à 30 °C dans n'importe quel mois sont presque de 100 % [52]. Les fortes températures agissent sur l'activité microbienne et favorisent ainsi la dégradation de la matière organique, réduisant les chances de son accumulation au bénéfice de la fertilité du sol [51]. En ce qui concerne le vent, il constitue l'un des facteurs déterminants des états de surface par l'érosion éolienne en zone aride et semi-aride particulièrement [49]. Les températures élevées et la vitesse importante du vent ont pour conséquence une intense évaporation qui se traduit par une réduction des stocks d'eau dans le sol.

LES TECHNOLOGIES UTILISEES DANS LA RESTAURATION ECOLOGIQUE DES ZONES DEGRADEES AU BURKINA FASO

La restauration écologique est une pratique qui consiste en l'assistance à l'auto-régénération des écosystèmes² endommagés, dégradés ou détruits en tentant de ré-établir des formations végétales qui pré-existaient, et non pas forcer la nature en tentant d'imposer d'autres modèles biologiques. Les paysans sahéliens en général et Burkinabé en particulier avec l'appui des scientifiques ont

Zaï

This is a traditional technique which appeared in Yatenga (north Burkina Faso) in the 1950s following the recurrent droughts which the region had experienced [49]. Nowadays, Zaï is a reclamation technique for crusted soils and is extremely widespread in the Sudano-Sahelian zone. It consists of making holes of 20 to 40 cm diameter, 10 to 15 cm depth and adding organic matter to each (a handful of some 300 g per hole). This measure, which is put in place well before the sowing period (before the first rain), permits the collection of runoff water and ensures maximum water seepage (Fig. 8.4).

The advantages of Zaï are principally: the capture of rainfall and runoff water, protection of seeds and organic matter, concentration of fertility and, as a consequence, an increase in agricultural production. The studies carried out by INERA (Environment and Agricultural Research Institute) within the framework of the 'Integrated Research into Agricultural Production and Management of Natural Resources' program (1993-1994) show that Zaï led to a growth in productivity of 86 % in the Central Plateau. (See also Zaï- "Get up early and hurry to prepare your land" in Chapter 9)

développé des stratégies plus ou moins élaborées pour relever les défis de la lutte contre la désertification et la dégradation des terres. Ces dernières reposent principalement sur les techniques mécaniques et les techniques biologiques.

Les techniques mécaniques

Ce sont essentiellement des techniques dites CES (conservation des eaux et des sols) qui comprennent les cordons pierreux, le zaï, les demi-lunes, le scarifiage et le sous-solage.

Le zaï

C'est une technique traditionnelle qui est apparue au Yatenga (nord du Burkina Faso) dans les années 1950 suite à des sécheresses récurrentes qu'a connues la région [49]. De nos jours, le zaï qui est une technique de récupération des terrains encroûtés, est très répandu dans la zone soudano-sahélienne. Il consiste à réaliser des trous de 20 à 40 cm de diamètre, de 10 à 15 cm de profondeur et d'y ajouter de la matière organique (une poignée soit environ 300 g/trou). Ce dispositif qui est mis en place bien avant la période de semis (avant les premières pluies), permet de recueillir les eaux de ruissellement et d'assurer une infiltration maximale (Fig. 8.4).

Rock barriers

These are mechanical barriers for stopping or slowing (Fig. 8.5) the runoff water, set out along the contours to reduce erosion and increase the reserve of moisture in the ground. Stones are laid out in trenches of 10 to 15 cm in depth. The width of a barrier is about 15 to 20 cm and the length varies between 10 and 30 m [48].

Half-moons

According to Rochette [53], the technique was introduced to Burkina Faso with the help of a study journey by the members of the PS/CES/AGF (Special Program for Soil and Water Conservation and **Agroforestry**²), in 1995 in Niger, where the technique had its beginnings in the Tahou region. These are pits excavated in semicircles and encircled with the excavated material laid out in an arc open to the upslope side (Fig. 8.6). The hollows collect the water which is trapped by the arms of the half-moon. The upslope side of the hollows serves as an **impluvium**².

The association between an uncultivated impluvium which receives the rainfall and the worked part which collects it are the



8.4



8.5



8.6

Fig. 8.4: Poquets de zaï. | Zai planting holes. FKA

Fig. 8.5: Disposition d'un cordon le long d'une courbe de niveau. | Layout of a barrier along a contour. FKA

Fig. 8.6: Demi-lunes disposées en quinconces. | Half moons laid out in a quincunx. ATH

Les avantages du zaï sont principalement : la capture des eaux de ruissellement et de pluie, la préservation des semences et de la matière organique, la concentration de la fertilité et par conséquent une augmentation de la production agricole. Des études menées par l'INERA (Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricole) dans le cadre du programme Recherche Intégrée en production agricole en gestion des ressources naturelles (1993-1994) montrent que le zaï entraîne un accroissement de rendement de 86 % dans le Plateau Central. Voir aussi ZAI – « *Levez-vous tôt pour vous empresser de préparer votre terre* » dans le Chapitre 9.

Les cordons pierreux

Ce sont des barrières mécaniques d'arrêt ou de freinage (Fig. 8.5) des eaux de ruissellement placées le long des courbes de niveau, pour réduire l'érosion et augmenter le stock d'humidité du sol. Les cailloux sont disposés dans des tranchées de 10 à 15 cm de profondeur. La largeur d'un cordon est d'environ 15 à 20 cm et la longueur varie entre 10 et 30 m [48].

principal elements of this device. Half-moons are generally set out in a quincunx on the sloping hillsides so as to retain the runoff water, which permits the cultivated plants in the half-moon to receive much more water than would be brought to them directly by the rainfall. The half-moon can have a radius from 1 to 2 m and a depth of 30 to 40 cm.

The results of agro-ecological impact studies [54] confirm the improvement of the hydric regime and its positive impact on productivity, particularly in combination with manure.

Scarification

Scarification (or scraping) is a means of working the ground where the upper surface is scraped with a toothed implement (plough) in order to loosen at least the first 10 cm. The soil is not turned and the depth is less compared to other techniques. The positive effect on penetration is of short duration as a crust is very quickly reformed.

Subsoiling

This is a technique which enables breaking up of the upper layer of a consolidated soil in order to increase its capacity for

Les demi-lunes

Selon Rochette [53], la technique aurait été introduite au Burkina Faso à la faveur d'un voyage d'étude de membres du projet PS/CES/AGF (Programme Spécial de Conservation des Eaux et des Sols et d'Agroforesterie), en 1995 au Niger, où la technique a connu ses débuts dans la région de Tahou. Ce sont des cuvettes en demi-cercles creusées et ceinturées avec les déblais disposés en arc de cercle ouvert à l'amont (Fig. 8.6).

Le creux recueille l'eau qui est piégée par les bras de la demi-lune. L'amont du creux sert d'**impluvium**⁷. L'association entre un impluvium inculte qui reçoit l'eau de pluie et la partie creusée et travaillée qui la récolte en sont les éléments principaux de ce dispositif. Les demi-lunes sont généralement disposées en quinconce sur les versants de pente de façon à retenir les eaux de ruissellement ; ce qui permet aux plantes cultivées dans la demi-lune de recevoir beaucoup plus d'eau que ne lui apportent directement les pluies. La demi-lune peut avoir un rayon allant de 1 à 2 m et une profondeur de 30 à 40 cm. Les résultats des études d'impacts agro-écologiques [54] confirment l'amélioration du régime hydrique et son impact positif sur la productivité surtout en combinaison avec le fumier.

water penetration [52]. Subsoiling is limited to a depth of 30 to 80 cm and is carried out with the aid of a tractor or bulldozer (Fig. 8.7). This technique improves the soil structure by a physical disturbance of the soil and permits the assurance of good water penetration and a good soil-water-plant balance. The results of agroecological impact studies [55] confirm the relevance of this technique in the rehabilitation of degraded soils and the improvement of productivity in spite of its relatively high financial cost. The impact is positive on the growth of vegetation, chemical characteristics of the soils and productivity of lands affected by desertification [54].

Biological techniques (farming and agroforestry)

Mulching

The technique of mulching is extremely ancient and widespread in the sub-Saharan zone. It has been studied in Burkina Faso by Zombré et al. [56]. Mulching (Fig. 8.8) consists of covering the soil with a layer of grass (about 2 cm thick) so as to stimulate termite activity. There results from it are a loosening of the soil and an increase in its permeability which permits improved water penetration [56]. The application of mulch leads

Le scarifiage

Le scarifiage (ou grattage) est une façon de travailler le sol où on gratte la couche superficielle avec un engin à dent (charrue) en vue d'ameublir les dix premiers centimètres au moins. Le sol n'est pas retourné et la profondeur est moindre comparativement aux autres techniques. L'effet positif sur l'infiltration est de courte durée car une croûte sera très vite reformée.

Le sous-solage

C'est une technique de travail du sol qui permet de casser la couche superficielle d'un sol colmaté afin d'améliorer sa capacité d'infiltration à l'eau [52].

Le sous-solage se limite à une profondeur de 30 à 80 cm et est exécuté à l'aide d'un tracteur ou d'un bulldozer (Fig. 8.7). Cette technique améliore la structure du sol par une perturbation physique du sol et permet d'assurer une bonne infiltration de l'eau et une bonne relation eau-sol-plante.

Les résultats des études d'impacts agro-écologiques [55] confirment la pertinence de cette technique dans la réhabilitation des terres dégradées et l'amélioration de la productivité en dépit de son coût financier relativement élevé. L'impact est positif sur l'évolution

to the rehabilitation of the vegetation from the first year of application.

Putting out of access

Putting out of access is the protection of an area or **plot** of land against man and/or domestic animals. It is thus fallow land protected against the forms of pressure linked to human activities (pasture, bush fires, wood cutting). Studies carried out in the Burkina Faso Sahel (Djibo and Oursi) by Rochette [53], have shown that the integral protection of a degraded zone contributes to an increase in biological activity, favours a regeneration of the vegetation cover with an improvement in primary production and a modification of the vegetation structure. It is a regeneration which is assured by the ecosystem itself.

Tree planting

It consists of plantations in the sylvopastoral areas (Fig. 8.9), reforestation in the form of village woodlands, Assisted Natural Regeneration (ANR) and living hedges around the vegetable-growing plots. The objective is to restore the missing vegetation cover and ensure the protection of the soil against erosion



Fig. 8.7: Le sous-solage pendant la réalisation. | Subsoiling in the course of being carried out. FKA

Fig. 8.8: Paillage. | Mulching. FKA

Fig. 8.9: Plantation d'*Eucalyptus camaldulensis* dans une mise en défens. | Protected plantation of *Eucalyptus camaldulensis*. FKA

de la végétation, les caractéristiques chimiques des sols et la productivité de terres touchées par la désertification [54].

Les techniques biologiques (culturales et agroforestières)

Le paillage

La technique du paillage est très ancienne et très répandue dans la zone sub-sahélienne. Elle a été étudiée au Burkina Faso par Zombré et al. [56]. Le paillage (Fig. 8.8) consiste à recouvrir le sol d'une couche d'herbes (2 cm d'épaisseur environ) de façon à stimuler l'activité des termites. Il en résulte un ameublissement du sol et une augmentation de sa porosité qui permettent une meilleure infiltration de l'eau [56].

L'application du paillage entraîne la réhabilitation de la végétation dès la première année d'application.

Mise en défens

La mise en défens est la protection d'un terroir ou d'une **parcelle** contre l'Homme et/ou les animaux domestiques. C'est donc une jachère protégée contre les formes de pressions liées aux activités humaines (pâturage, feu de brousse, coupe de bois). Des études menées dans le Sahel Burkinabè (Djibo et Oursi) par Rochette [53],

and runoff. In place of industrial plantations using non-native species (*Eucalyptus camaldulensis*) which are poorly adapted ecologically, numerous authors advocate an ecosystemic approach through the use of native species able to contribute to the restoration of vegetation cover in each environment [54].

ont montré que la protection intégrale d'une zone dégradée contribue à accroître les activités biologiques, à favoriser une régénération du couvert végétal avec une amélioration de la production primaire et une modification de la structure de la végétation. C'est une régénération qui est assurée par l'écosystème lui-même.

Le reboisement

Il s'agit des plantations dans les espaces sylvo-pastoraux (Fig. 8.9), de reboisement sous forme de bois de village, de la Régénération Naturelle Assistée (RNA) et les haies vives autour des périmètres maraîchers.

L'objectif est de restaurer le couvert végétal disparu et d'assurer la protection du sol contre l'érosion et le ruissellement.

En lieu et place des plantations industrielles utilisant les espèces allochtones (*Eucalyptus camaldulensis*) peu adaptées écologiquement, de nombreux auteurs [54] préconisent une approche écosystémique par l'utilisation d'espèces autochtones pouvant contribuer à restaurer la couverture végétale dans chaque milieu. Les espèces utilisées sont issues des zones environnantes du site de restauration. Les principales espèces locales utilisées pour les reboisements sont entre autres : *Acacia nilotica*, *Acacia senegal*, *Faidherbia albida*,

Species used are derived from the zones surrounding the restoration site. The principal local species used for reforestation are, amongst others: *Acacia nilotica*, *Acacia senegal*, *Faidherbia albida*, *Leucaena leucocephala*, *Ziziphus mauritiana*, *Parkia biglobosa*, *Bauhinia rufescens*, *Prosopis juliflora*, *Combretum micranthum*,



Fig. 8.10: Haie vive de *J. curcas*.
| Hedge of *J. curcas*. ATH



Fig. 8.11: Fruits de *J. curcas*.
| Fruits of *J. curcas*. ATH

8.10

8.11

Leucaena leucocephala, *Ziziphus mauritiana*, *Parkia biglobosa*, *Bauhinia rufescens*, *Prosopis juliflora*, *Combretum micranthum*, *Khaya senegalensis*, *Adansonia digitata*, *Lannea microcarpa*, *Jatropha curcas* etc.

Conseillée par les services étatiques des Eaux et des Forêts, la RNA consiste à épargner et entretenir certains arbustes (arbres utiles et à usage multiple), de façon à reconstituer le couvert **ligneux** sur les champs. Selon les producteurs, un taux de présence d'arbres sur les champs contribue à freiner le débit de l'écoulement de l'eau, donc à réduire l'érosion [48].

On note également les haies vives (Fig. 8.10 & 8.11) qui sont traditionnellement utilisées pour délimiter des parcelles ou des jardins généralement de petites superficies et qui jouent le rôle de brise vent. Elles contribuent aussi à la conservation et à la restauration des sols en ralentissant le ruissellement des eaux de pluie et en réduisant l'érosion. Les espèces généralement utilisées sont *Jatropha curcas*, *Jatropha gossypifolia*, *Bauhinia rufescens*, *Prosopis juliflora*, *Acacia nilotica*, etc.

Bandes enherbées

Ce sont des bandes de végétation permanentes d'herbe, d'arbustes établis le long des courbes de niveau dans les champs à la place des

Khaya senegalensis, *Adansonia digitata*, *Lannea microcarpa*, *Jatropha curcas*, etc.

Advised by the state-controlled Water and Forestry services, ANR consists in saving and maintaining certain shrubs (useful and of multiple-use trees), so as to reconstitute the **ligneous** cover in the fields. According to producers, tree presence in the fields contributes to slowing the rate of water flow, and thus to reducing erosion.

One also notes the hedges (Fig. 8.10 & 8.11), which are traditionally used to demarcate plots of land or gardens, generally of small area, and which play the role of windbreaks. They also contribute to the conservation and restoration of soils by slowing rainwater runoff and reducing erosion [48]. The species generally used are *Jatropha gossypifolia*, *Bauhinia rufescens*, *Prosopis juliflora*, *Acacia nilotica*, etc.

Grass strips

These are permanent strips of vegetation, of grass and trees established along the contours in the fields in place of rock barriers. Established perpendicularly to the direction of diffuse flow and following appropriate criteria relating to soils, slopes, land

cordons pierreux. Etablies perpendiculairement au sens des écoulements diffus et suivant des critères adéquats liés aux sols, aux pentes, à l'occupation du sol et aux pluies, les bandes enherbées favorisent le ralentissement du ruissellement l'infiltration (**percolation**) et le dépôt de sédiments en amont.

Les tapis herbacés

Le tapis **herbacé** est une activité très récente, qui consiste à récupérer des clairières dénudées par un sous-solage et un semis de graines d'herbacées [51]. Le sous-solage est réalisé soit par la charrue à traction bovine, soit par un tracteur. La pratique permet de reconstituer plus rapidement les superficies importantes qui pourront, les années suivantes, être cultivées en zaï notamment.

Rôle des termites champignonnistes dans le processus de restauration des sols

Il est de plus en plus reconnu que les services écosystémiques fournis par les termites sont un élément important de l'agro-écosystème, ce qui représente une alternative à des efforts très coûteux via des traitements mécaniques ou de **fertilisations** [32]. L'étude de Mando et Brussaard [58] dans le nord du Burkina Faso a révélé que

use and rainfall, the grass strips promote the slowing of **percolation** runoff and the deposition of sediments uphill.

Herbaceous ground cover

Herbaceous ground cover is a very young activity, which consists of reclaiming the clearings denuded by subsoiling, and the sowing of herbaceous seeds [51]. The subsoiling is carried out either by bovine-drawn plough or by tractor. The practice permits a more rapid reconstitution of larger areas which can, in following years, be cultivated using Zaï in particular.

Role of fungus-growing termites in the process of soil restoration

It is increasingly recognized that ecosystem services provided by termites are an important component of agro-ecosystems, representing an alternative to highly-priced inputs using mechanical treatment or **fertilizers** [57]. The study of Mando and Brussaard [58] in northern Burkina Faso revealed that the presence of vegetable matter on structurally-crusted soil can trigger termite activity and improve the soil water status, the penetration rate and storage capacity sufficiently to promote the

la présence de matière végétale sur les sols encroûtés peut déclencher l'activité des termites et améliorer l'état hydrique du sol, le taux d'infiltration et de capacité de stockage suffisante pour améliorer le rétablissement de la végétation. Un exemple très prometteur pour une méthode traditionnelle de restauration des sols dans les zones semi-arides en Afrique occidentale, qui est d'utiliser des effets positifs des termites exercés sur les propriétés du sol, est la pratique du zaï [47].

Dans les écosystèmes Sub-sahéliens, les termites, et surtout les plus valides **champignonnistes**[?] *Macrotermes* et *Odontotermes*, sont seulement en activité pendant la saison sèche, soit plus de sept mois de l'année [59]. L'étude de Mando et Brussaard [58] dans la zone Sub-sahélienne du Burkina Faso a même révélé que les termites sont les seuls décomposeurs actifs pendant la saison sèche et la saison des pluies. L'activité des termites se traduit généralement par la création de structures biogéniques de taille et de la nature variables: des monticules, un réseau de chambres souterraines, des galeries, des macropores et plaquettes de sol. Les Macropores creusent des trous pour accéder à des sources de nourriture au dessus du sol - elles brisent la croûte du sol. Les plaquettes du sol sont construites par les termites sur la source de nourriture comme protection

re-establishment of vegetation. A very promising example for a traditional soil restoration method in semiarid West Africa, which makes use of the positive effects exerted on soil properties by termites, is the Zaï practice [47].

In sub-Saharan ecosystems, termites, and especially the larger-bodied fungus-growers *Macrotermes* and *Odontotermes*, are the only active macro**fauna**[?] during the dry season, i.e. for more than 7 months of the year [59]. The study of Mando and Brussaard [58] in the sub-Saharan zone of Burkina Faso even showed that termites were the only active decomposers during the dry and the rainy season. Termite activity generally results in the creation of biogenic structures of varying size and nature: mounds, subterranean nest chambers, galleries, macropores and soil sheetings. Macropores are foraging holes created to access above-ground food sources – they break up the crusted soil. Soil sheetings are constructed by termites over the food source as protection against desiccation and **predators**[?] – they comprise huge amounts of soil mass which are moved from lower horizons to the surface. Through soil turnover (bioturbation) in the course of constructing the biogenic structures, termites exert massive effects on soil structure, essentially

contre la dessiccation et les **prédateurs**[?] - ils comprennent une énorme quantité de masses de sol qui est déplacé des horizons inférieurs à la surface. A travers les mouvements de sol (bioturbation) dans le cadre de la construction des structures biogènes, les termites ont des effets massifs sur la structure du sol, pour l'essentiel influençant la fertilité, la porosité, l'aération, la capacité de rétention d'eau et de l'infiltration de l'eau dans les sols [60].

Les termites champignonnistes construisent des réseaux de tunnels élaborés et soient de grosses buttes (*Macrotermes*) ou des nids souterrains (*Odontotermes*), principalement au sein de 25-50 cm de la surface du sol, mais souvent au risque des horizons plus profonds à rassembler du matériel riche en argile utilisée pour construire les complexes, autoporteuses de la structure des nids [61]. Ils recueillent de grandes quantités de matériel végétal de diverses origines pour cultiver des **champignons**[?] (genre *Termitomyces*, *Basidiomycotina*). Le champignon se développe enfermés dans des chambres au sein du nid de termites sur les structures construites par les termites, sur un substrat de la litière végétale récoltée appelé peigne de champignon [62]. Ces peignes de champignon sont continuellement fourni avec du substrat végétale tandis que les parties anciennes dégradées par le champignon sont consommées

influencing the fertility, porosity, aeration, water-holding capacity and water penetration into soils [60].

Fungus-growing termites construct elaborate foraging tunnel networks and either large mounds (*Macrotermes*) or subterranean nests (*Odontotermes*), mostly within 25-50 cm of the soil surface, but frequently venture to deeper horizons to gather clay-rich material used to construct the complex, self-supporting nest structures [61]. They collect large quantities of plant material from different origins to cultivate **fungus**[?] crops (genera *Termitomyces*, *Basidiomycotina*). The fungus grows enclosed in chambers within the termite nest on structures built by the termites, on a medium of harvested plant litter known as fungus comb [62]. These fungus combs are continuously provided with plant substrates whereas older parts that have been well degraded by the fungus are consumed by the worker cast and fed to the queen and the soldiers. Due to the enlargement of the **mandibles**[?] into powerful weapons, even able to cut through the skin of **vertebrates**[?], the soldier cast has lost the ability to eat independently and they have to be fed by the worker cast. The fungus-growers' mounds are constructed so as to offer optimal growth conditions for the fungus - a constant,

par les ouvriers et utilisée pour alimenter la reine et les soldats. En raison de l'élargissement des **mandibules**⁷ en armes puissantes, capable de couper même la peau des **vertébrés**⁷, les soldats ont perdu la capacité de manger de façon indépendante, ils doivent être alimentés par les ouvriers. Les monticules des champignonnistes sont construits de manière à offrir des conditions optimales de croissance pour le champignon: température constante du nid durant toute l'année (par exemple 30 °C pour *Macrotermes bellicosus*) et l'humidité proche de la saturation [63].

Cultiver des champignons a permis aux termites champignonnistes de devenir l'un des groupes les plus importants de décomposeurs dans les régions tropicales du Vieux Monde. Dans les zones de précipitations annuelles faibles, comme dans la zone d'étude, ils représentent même les organismes décomposeurs prédominant ([64] & [58]).

CONCLUSION

De nos jours d'impressionnantes techniques de gestion des terres utilisant les cordons pierreux, le zaï, les demi-lunes, les tapis herbacés sont partout présents en milieu rural. On peut estimer les superficies aménagées dans le Plateau central entre 250 000 et

all-year-round nest temperature (e.g. 30 °C for *Macrotermes bellicosus*) and humidity near saturation [63]. The cultivation of **fungi**⁷ has allowed fungus-growing termites to become one of the most important decomposer groups in the Old World tropics. In areas of low annual rainfall, as in the study area, they even represent the predominant decomposer organisms ([64] & [58]).

CONCLUSION

Nowadays, impressive techniques of land management using rock barriers, Zai, half-moons and herbaceous ground cover are present throughout the rural environment. The developed areas in the Central Plateau can be estimated at between 250 000 and 300 000 ha. The degradation of soils is a subtle process, diffuse and continuous, occurring principally in the arid and semi-arid zones. The challenge which Burkina Faso seeks to confront is not limited to the containment of soil degradation but above all to reverse the phenomenon and reclaims its productive soils in order to ensure sustainable food security.

In the recent past, the Burkina Faso zones recognized as being the zones affected by large-scale soil degradation were those of the Sahel and, to a lesser degree, the north-Sudanian zone.

300 000 ha. La dégradation des terres est un processus subtil, diffus et continu, se produisant principalement dans les zones arides et semi-arides. Le défi que le Burkina Faso cherche à relever ne se limite pas seulement à contenir la dégradation des terres mais surtout à inverser le phénomène et rendre ces terres productives en vue d'assurer une sécurité alimentaire durable.

Dans un passé récent, les zones du Burkina Faso reconnues comme étant des zones touchées par la dégradation des terres à grande ampleur étaient celles du sahel et dans une moindre mesure la zone nord soudanienne ; les zones sud soudanienne étaient considérées épargnées du phénomène en raison de l'abondance des terres cultivables, de l'importance de la couverture végétale et surtout de l'absence de la pression foncière. Ces considérations ne sont plus d'actualité car certaines zones montrent des signes de crise. Il s'agit des zones du sud-ouest (Poni, Noumbiel), de l'ouest (Houet, Kéné Dougou, Léraba), de la Boucle du Mouhoun (Mouhoun, Kossi, Banwa), de l'Est (Gourma, Tapoa) et du Centre-Est (Boulgou). La restauration est plus que jamais une nécessité pour sauver les terres dégradées ou en voie de dégradation.

The south-Sudanian zones are being considered safe from the phenomenon due to the abundance of cultivable soils, significant vegetation cover and, above all, the absence of land use pressure. These considerations are no longer a reality as certain zones show signs of crisis. These are the zones of the South-West (Poni, Noumbiel), of the West (Houet, Kéné Dougou, Léraba), of Boucle de Mouhoun (Mouhoun, Kossi, Banwa), the East (Gourma, Tapoa), and East Central (Boulgou). Restoration is more than ever a necessity in order to save the degraded soils or those in course of degradation.

8.5

Importance des aires protégées dans la conservation des espèces

Oumarou OUEDRAOGO
Marco SCHMIDT
Frauke FISCHER

Les aires protégées sont des espaces identifiés et circonscris ayant pour objectif à la fois la préservation des espèces ou paysages menacés et la protection des **écosystèmes**⁷ naturels. Ces aires protégées assurent une pluralité de fonctions écologiques dans l'équilibre de la vie sur terre. Cela concerne aussi bien les fonctions de régulation à travers la régulation des inondations, la séquestration du gaz carbonique que la conservation de la **biodiversité**⁷ qui fournit un bien être à l'Homme. Bénéficiant d'un régime particulier de gestion, ces aires représentent actuellement les zones les plus propices pour la conservation durable des espèces animales et végétales. Leur importance dans la pérennisation de la biodiversité est de plus en plus remarquable avec la disparition des espèces et mêmes des écosystèmes à l'échelle nationale et internationale. En Afrique, la forte dépendance des populations rurales vis-à-vis des ressources naturelles fait que les vestiges de formations originelles, les espèces végétales

à haute valeur socioéconomique ne sont rencontrées généralement que dans les aires protégées. Ainsi ces milieux sont devenus avec le temps, les seuls remparts pour la survie des espèces.

Au Burkina Faso, des travaux de recherches [65] ont montré à partir d'études comparatives entre les aires protégées et leurs zones environnantes, que la plupart des communautés et les individus d'espèces ont toujours une bonne dynamique démographique unique dans les espaces protégés.

Si les inventaires floristique et faunistique ont permis de dénombrier plus de 1 915 espèces de plantes, 128 espèces de **mammifères**⁷, 518 espèces oiseaux, cela est dû à la forte contribution des aires protégées. La majorité des découvertes de nouvelles espèces végétales dans cette dernière décennie a été faite dans les aires protégées ([66] & [67]). Aussi l'analyse floristique des forêts classées et réserves partielles du Burkina Faso ([68] ; [69] ; [70]) montrent qu'il y a une différence dans leur composition spécifique. Cela révèle la fonction particulière de chaque aire protégée pour la conservation de la biodiversité nationale.

La fonction de conservation des espèces que jouent les aires protégées se mesure également par les sites d'importance internationale qu'elles abritent en leur sein notamment les sites Ramsar et les

Importance of protected areas in species conservation

Protected areas are areas identified and circumscribed both for the conservation of threatened species and landscapes, and the protection of natural **ecosystems**⁷. These areas provide a variety of functions in the ecological balance of life on earth. This concerns both the regulatory functions through flood control, carbon sequestration and the conservation of **biodiversity**⁷ that provides welfare to human being. With a special system of management, these areas are currently the most suitable areas for the sustainable conservation of plant and animal species. Their importance in biodiversity perpetuation is more and more meaningful with the disappearance of species and ecosystems themselves at national and international scales. In Africa rural people are highly dependent on natural resources. This has led to the fact, that the remains of the original plant communities and plant species with high economic and social

value are often only encountered in protected areas. So, these environments have become, the only ramparts for the survival of species.

In Burkina Faso comparative studies [65] between protected areas and their surrounding areas have shown that only in protected areas most species communities and individual species have good population dynamics. That the inventories of **flora**⁷ and **fauna**⁷ have counted more than 1 915 plant species, 128 mammal species and 518 bird species is due to the high contribution of the protected areas. The majority of discoveries of new plant species in the last decade has been made in protected areas ([66] and [67]). Likewise, the floristic analysis of classified forests and partial reserves of Burkina Faso ([68]; [69]; [70]) show that there is a difference in their species composition. This reveals the specific function of each protected area for the conservation of national biodiversity.

The conservation function of species by protected areas can also be measured by the sites of international importance including the Ramsar sites and **Biosphere**⁷ Reserves, hosting important species. Several areas of Africa are considered hotspots

réserves de **Biosphère**[↗]. Plusieurs zones d'Afrique sont considérées comme étant des hotspots ou zones névralgiques de la biodiversité grâce à l'existence et la conservation de ces sites d'intérêt mondial.

LES AIRES PROTEGEES CLASSEES SITES RAMSAR

Les sites Ramsar sont des milieux qui renferment des zones humides d'importance internationale. En effet ces zones humides sont parmi les milieux les plus productifs du monde. Elles sont le berceau de la diversité biologique et fournissent l'eau et la productivité primaire dont un nombre incalculable d'espèces de plantes et d'animaux dépendent pour leur survie. Elles entretiennent de fortes concentrations d'oiseaux, de mammifères, de reptiles, d'amphibiens, de poissons et d'**invertébrés**[↗] et sont aussi des greniers importants de matériel génétique végétal. Le Burkina Faso compte 15 sites Ramsar avec 652 502 hectares de superficie dont 78,61 % se retrouvent dans les aires protégées [71]. Il s'agit :

- Du Parc National du W à l'Est avec 235 000 ha ;
- De la Réserve Totale de **Faune**[↗] d'Arly (Parc National d'Arly à l'Est) avec 134 239 ha ;
- De la Forêt Classée et Réserve Partielle de Faune Comoé-Léraba à l'Ouest avec 124 500 ha ;

of biodiversity thanks to the existence and preservation of these sites of worldwide interest.

PROTECTED AREAS: LISTED RAMSAR SITES

Ramsar sites are ecosystems that contain wetlands of international importance. In fact, these wetlands are among the most productive areas of the world. They are the cradle of biodiversity and provide water and primary productivity upon which countless species of plants and animals depend for their survival. They support high concentrations of birds, **mammals**[↗], reptiles, amphibians, fish and **invertebrates**[↗] and are also important storehouses of plant genetic material.

Burkina Faso has 15 Ramsar sites with 652 502 hectares of which 78.61 % are found in protected areas [71]. These are:

- The W National Park in the East with 235 000 ha;
- The Arly Wildlife Reserve (Arly National Park in the East) with 134 239 ha;
- The Léraba -Comoé Classified Forest and Partial Reserve of Wildlife in the west with 124 500 ha;
- The Mare aux Hippopotames in the West with 19 200 ha;

- De la mare aux hippopotames à l'Ouest avec 19 200 ha ;
- De la forêt Galerie de Léra (Nan, Tchèfoun) à l'Ouest avec 451 ha.

La conservation des espèces passe nécessairement par celle des écosystèmes et précisément les aires protégées qui jouent un rôle capital. Par exemple, les bassins des principaux cours d'eau tels que la Comoé à l'Ouest traversant la forêt classée et réserve partielle Comoé Léraba, le Nazinon dans la Centre Sud traversant le Parc National Kaboré Tambi, la Mékrou et la Pendjari qui traversent le complexe WAP dans la partie Est du Burkina Faso ont leur débit ainsi que leur lit qui deviennent plus importants à la traversée des aires protégées. Beaucoup de mares conservent leur eau pendant une longue période de l'année grâce à leur présence dans les aires protégées. C'est le cas des grandes mares permanentes telle que celle de Pembado située à l'intérieur de la réserve totale de Faune d'Arly. En effet les sites Ramsar contenu dans les aires protégées sont ceux qui fondent plus d'espoir en terme de **durabilité**[↗]. D'autres tels que le lac Bam dans la région du Centre nord et le barrage de la Komienga à l'Est qui sont situés en dehors des aires protégées sont menacés de disparition à long terme avec le phénomène d'ensablement lié aux activités agropastorales sur leurs bassins. Cette **dégradation**[↗]

- The Lera gallery forest (Nan, Tchèfoun) in the west with 451 ha.

The species conservation is necessarily related to the ecosystem conservation and specifically, protected areas play a crucial role. For example, the discharge and river network of major rivers such as Comoé in the west crossing the protected forest and partial reserves of Léraba-Comoé, the Nazinon in the South Centre crossing the Kabore Tambi National Park, and the Mekrou and Pendjari crossing the WAP complex in the eastern part of Burkina Faso is of higher importance in protected areas. Many ponds maintain their water for a long period of the year thanks to their location in protected areas. This is the case of large permanent ponds such as the one of Pembado situated within the Arly Total Fauna Reserve. Indeed, Ramsar sites within the protected areas are those that give most hope in terms of **sustainability**[↗]. Others, such as Lake Bam in the North Central region and the dam Komienga in the East which are located outside protected areas are threatened by irreversible **degradation**[↗] in the long term by the siltation related to agricultural activities in the vicinity of their basins. This **habitat**[↗] degradation is irredeemably fatal for all the species that are confined to these

des **habitats**[↗] est irrémédiablement néfaste pour toutes les espèces qui y sont inféodées pendant toute ou une partie de leur vie. Ces conséquences montrent la place réelle des aires protégées dans la survie des espèces.

LES AIRES PROTEGEES CONSTITUANT DES RESERVES DE BIOSPHERE

Les réserves de biosphère sont des aires portant sur des écosystèmes **terrestres**[↗] et côtiers/marins qui visent à promouvoir des solutions pour réconcilier la conservation de la biodiversité avec son utilisation durable. Elles sont proposées par les gouvernements nationaux et reconnues sur le plan international. Ces réserves restent sous la seule souveraineté de l'État sur le territoire duquel elles sont situées. Elles constituent en quelque sorte des laboratoires vivants d'étude et de démonstration de la gestion intégrée des terres, de l'eau et de la biodiversité.

Les réserves de biosphère remplissent trois fonctions majeures, qui se complètent et se renforcent mutuellement :

- La Fonction de conservation qui contribue au maintien des paysages, des écosystèmes, des espèces et des **gènes**[↗] ;

basins for all or part of their lives. These effects show the importance of protected areas in species survival.

PROTECTED AREAS: BIOSPHERE RESERVES

Biosphere reserves are areas of **terrestrial**[↗] and coastal/marine ecosystems whose objectives are to promote solutions to reconcile the conservation of biodiversity with its sustainable use. They are proposed by national governments and recognized internationally. These reserves remain under the sole sovereignty of the State on whose territory they are located. They are a kind of living laboratory for study and demonstration of the integrated management of land, water and biodiversity.

Biosphere reserves serve three major functions, which are complementary and mutually reinforcing:

- The conservation function which contributes to the maintenance of landscapes, ecosystems, species and **genes**[↗];
- The development function which promotes respectful economic and human development of socio-cultural and environmental particularities;
- The logistics function which promotes research, monitoring,

- La Fonction de développement favorise un développement économique et humain respectueux des particularités socioculturelles et environnementales ;
- La Fonction logistique qui encourage la recherche, la surveillance, l'éducation et l'échange d'information concernant les questions locales, nationales et mondiales de conservation et de développement.

Le Burkina Faso dispose de deux réserves de Biosphère à savoir la Mare aux Hippopotames (Fig. 8.17) et le Parc National du W. L'érection de ces aires comme patrimoine mondial vient renforcer l'attention des collectivités rurales et aussi des différentes institutions étatiques à une conservation efficace de la biodiversité.

QUELQUES ESPECES INFEODEES AUX AIRES PROTEGEES

À l'Est du Burkina Faso la dégradation rapide des espaces non protégés engendre une menace sérieuse des peuplements de nombreuses espèces qui ne trouvent leur survie que dans le complexe d'aires protégées. La promotion du coton qui est une culture très exigeante a manifestement provoqué une diminution rapide de la biodiversité. *Isoberlina doka* qui est une espèce écologiquement importante

education and information exchange related to local, national and global conservation and development. Burkina Faso has two Biosphere Reserves namely the Mare aux Hippopotames (Fig. 8.17) and the W National Park. The erection of these areas as world heritage reinforces the attention of rural communities and also the various state institutions to the effective conservation of biodiversity.

SOME SPECIES RESTRICTED TO PROTECTED AREAS

To the East of Burkina Faso, rapid degradation of unprotected areas creates a serious threat to populations of many species that find their survival in the protected area complexes. The promotion of cotton which is a very demanding crop manifestly caused a rapid decrease of biodiversity. *Isoberlinia doka* which is an ecologically important species and whose wood is highly valued in charcoal production and in carpentry has a high density of individuals only in the W Park and a moderate density in Arly Park (Fig. 8.12).

Afzelia africana, used in several recipes in traditional medicine and especially highly valued as fodder, is overused and rarely encountered in **anthropogenic**[↗] areas. Nevertheless, it still has

et dont le bois est très apprécié dans la fabrication de charbon ainsi que dans la menuiserie ne présente des peuplements denses que dans le parc W et moyennement dans le parc d'Arly (Fig. 8.12).

Azelia africana, utilisée dans plusieurs recettes en médecine traditionnelle et surtout hautement appréciée comme fourrage est surexploitée et rarement rencontrée dans les espaces anthropisés⁷. Néanmoins elle dispose encore de bons peuplements uniquement dans quelques aires protégées tels que le Parc W et la Forêt Classée et Réserve Partielle de Faune de Comoé Léraba (Fig. 8.13). Ces constats ne sont que des illustrations parfaites du rôle que ces aires protégées jouent dans la conservation des espèces.

L'exploitation incontrôlée des espèces à hautes valeurs socioéconomiques a conduit à circonscrire leur aire de distribution uniquement dans les aires protégées. Les vieilles jachères où on rencontrait jadis ces espèces, sont en disparition. Les tradipraticiens s'orientent beaucoup vers les aires de conservation pour se procurer des plantes rentrant dans leur recette. C'est le cas de *Securidaca longipedunculata* qui très appréciée en médecine traditionnelle ne trouvera la survie de ses peuplements que dans les aires protégées. Les espèces telles que *Embellia guineensis*, *Nervilia adolphii* qui sont très utilisées par l'ethnie Goin dans la région de Banfora respectivement comme

good stands within few protected areas such as the W Park and the protected forest and partial wildlife reserves of Comoé Léraba (Fig. 8.13). These reports are perfect illustrations of the role that protected areas play in species conservation.

The uncontrolled exploitation of species with high socio-economic values has led to a limitation of their distribution to protected areas only. The old fallows, where these species were once encountered, are disappearing. Traditional healers are orientated very much towards the conservation areas to obtain plants for their recipe. This is the case of *Securidaca longipedunculata* which is highly valued in traditional medicine; its populations survive in protected areas. Species such as *Embellia guineensis*, *Nervilia adolphii* which are widely used by the Goin ethnic group near Banfora as a tonic and against headaches respectively have been inventoried only in the classified forest of Niangoloko [66] (Fig. 8.14).

Christiana africana, *Xylopi parviflora* have relics of individuals concentrated in the classified forest and partial reserves of Comoé-Léraba. This reserve as compared to other forests includes dry patches of dense forests which ensure the conservation of underbrush species, notably Orchids such as *Nervilia umbrosa*,



Fig. 8.12: Peuplement d'*Isoberlinia doka* à bonne dynamique dans le parc W. | *Isoberlinia doka* population with good dynamic in the W Park. BNA

Fig. 8.13: Sujet intact d'*Azelia africana* dans le parc W. | Individual of *Azelia africana* intact in the W Park. BNA

Fig. 8.14: *Nervilia adolphii*, une Orchidacée. | *Nervilia adolphii*, an Orchidaceae. AGN

fortifiant et contre les douleurs du front n'ont été inventoriées que dans la forêt classée de Niangoloko à l'ouest [66] (Fig. 8.14).

Christiana africana et *Xylopia parviflora* ont leurs reliques d'individus concentrées dans la forêt classée et réserve partielle Comoé-Léraba. Cette réserve au regard des massifs forestiers notamment les îlots de forêts denses sèches qu'elle contient assure la conservation des espèces de sous bois notamment les orchidacées telles que *Nervilia umbrosa*, *Nervilia bathiei*, *Eulophia guineensis*.

De nos jours, la quasi-totalité des espèces de grands mammifères (Lion, buffle, Hyppotrague, etc.) ne se rencontrent que dans les aires protégées. Leur présence dans les espaces hors réserve relève de l'histoire pour les générations actuelles.

En Afrique de l'Ouest, les grands mammifères sont sujets à une forte pression humaine. Cela est en partie dû à leur capacité à provoquer de sévères conflits Homme-animaux qui se manifestent par la destruction des cultures ou du bétail ou même des menaces directs sur l'Homme. La faible densité en général des mammifères en Afrique de l'Ouest est toutefois flagrante et la principale raison est qu'ils sont utilisés comme source de nutrition, comme matière brute et pour les usages médicaux. Par conséquent, ces grands mammifères sont souvent restreints aux aires protégées où théoriquement ils

Nervilia bathiei, *Eulophia guineensis*. Nowadays, almost all species of large mammals (lion, buffalo, roan, etc.) are only found in protected areas. Their presence outside reserve areas is history for current generations.

In West Africa large mammals are under heavy pressure from humans. This is partly due to their potential to cause severe conflicts either by destroying crop and livestock or even by threatening humans directly. The main reasons for the generally low mammal densities in West Africa are however obvious, since large mammals are targeted as sources of food, raw material and for medical purposes. As a result large mammals in the area are mostly restricted to protected areas where they – at least theoretically – roam freely and well protected. Approximately 15.4 % of the surface area in Burkina Faso is under some kind of legal protection [72]. Especially the larger reserves including the WAP complex in the East, Deux Balés and the Comoé-Léraba reserve in the West, are important for mammal conservation.

Large carnivores such as lions, leopards, hyenas and cheetahs are still present in Burkina Faso, however at rather low densities for lions (< 50 in the Arly and W National Parks) and especially

se promènent librement et sont bien protégés. Approximativement 15,4 % de la superficie du Burkina Faso est soumise à certaines formes de protection légale [72]. Particulièrement les grandes réserves incluant le complexe WAP à l'Est, les Deux Balés et la réserve Comoé-Léraba à l'Ouest sont importantes pour la conservation des mammifères.

Les grands mammifères telles que le lion, le léopard, l'hyène et le guépard sont encore présents aux Burkina Faso, cependant les densités sont faibles notamment pour le lion (< 50 dans les parcs nationaux d'Arly et du W) et particulièrement pour le guépard (< 15 dans le complexe d'aires protégées WAP, Henschel, pers. Comm.) tandis que le lycaon a disparu [73]. Le chimpanzé a très probablement disparu parmi les espèces de primates. Par ailleurs, les Hippopotames et les éléphants existent encore dans certaines aires protégées du pays (Fig. 8.15). Ils jouent un rôle important dans l'écologie et la conservation des écosystèmes et sont des espèces emblématiques, attrayantes dans les aires protégées.

Hipposideros cyclops (Hipposideridae) et *Nycteris grandis* (Nycteridae) sont deux espèces de chauves souris qui ont été rencontrées récemment au Burkina Faso. Elles ont été respectivement capturées uniquement dans la forêt classée et réserve partielle de faune de la

cheetahs (< 15 in the WAP protected area system; Henschel pers. comm.), while wild dogs are extinct [73]. Primates comprise the baboon, patas monkey, vervet monkey while the chimpanzee is most likely extinct. Hippopotamus and elephants still exist in some protected areas in the country (Fig. 8.15). They play an important role in the ecology of the ecosystems and are flagship species attracting interest in the protected areas and their conservation.

Hipposideros cyclops (Hipposideridae) and *Nycteris grandis* (Nycteridae) are two species of bats that have been encountered recently for the first time in Burkina Faso. They were respectively captured only in the Léraba-Comoé classified forest and partial reserves of wildlife, and the Lera classified forest. Large birds such as the Marabou Stork (*Leptoptilos crumeniferus*) and the Abyssinian ground hornbill (*Bucorvus abyssinicus*) are almost sedentary and common in parks where they find a very quiet setting.

Even if the border between the agricultural landscapes and the protected areas is easy to spot, it is unfortunately not the case for the limit of species exploitation. Fraudulent pastures, plant species cutting and poaching are daily threats that may

Comoé-Léraba et dans la forêt classée de Léra. Les grands oiseaux tels que le Marabout d'Afrique (*Leptoptilos crumenniferus*) ainsi que le Grand Calao d'Abyssinie (*Bucorvus abyssinicus*) sont presque sédentaire et fréquents dans les parcs où ils y trouvent une grande quiétude.

Si la frontière entre les paysages agricoles et les aires protégées est facile à repérer, ce n'est malheureusement pas le cas de la limite de l'exploitation des espèces. Les pâturages frauduleux, la coupe des espèces de plantes, le braconnage sont des menaces quotidiennes qui peuvent faire perdre aux aires protégées leur rôle de conservation. D'où la nécessité impérieuse de protéger ces aires de grande importance.

undermine the conservation role of protected areas. Hence, the urgent necessity to protect these areas is of great importance.



8.15



8.16

Fig. 8.15: *Loxodonta africana*
ATH
Fig. 8.16: *Phacochoerus africanus*
TMO
Fig. 8.17: Mare aux hippopotames.
MSC



8.17

8.6

Importance de la conservation *ex situ*

Stefan DRESSLER
Souleymane GANABA

La conservation *ex situ* (« conservation hors du site ») est bien sûr l'option la moins désirable comparée à la conservation *in situ*. Mais quelquefois ces méthodes doivent être appliquées et elles ont été prouvées utiles dans certaines situations.

Généralement, il consiste au déplacement d'une partie de la population d'un **taxon**² menacé de son **habitat**² où il est menacé et placé cette partie dans un nouvel habitat.

Deux différentes méthodes sont utilisées : la relocation de colonie et les méthodes aux soins de l'Homme.

RELOCALISATION DE COLONIE

La relocalisation de colonie est une bonne méthode qui maximise la chance de survivre d'une espèce en relocalisant (une partie de) la population à une localité moins menacée dans un environnement écologiquement similaire. Puisque la dernière condition est difficile

à avoir, un échantillonnage minutieux des conditions de la localité originale (exemple, sol, microclimat, compositions des espèces) est une condition préalable pour le succès d'une telle tentative. En outre, le déplacement des espèces menacées de leur habitat original habituellement blesse les individus (capture d'un animal, déplantation d'une plante).

METHODES AUX SOINS DE L'HOMME

Ceux-ci comprennent différentes approches avec une complexité considérable et donc plus ou moins d'effort coûteux.

Les jardins Botaniques ou zoologiques sont les méthodes les plus conventionnelles de la conservation *ex situ*. Les deux approches prennent soins des organismes entiers des taxa menacés pour leur reproduction. Le but est d'obtenir une population viable et réintroduire éventuellement les individus ou (une partie de) des populations dans les habitats sauvages lorsque cela est nécessaire et possible. Ces facilités pourvoient non seulement à l'hébergement et des soins pour les **spécimens**² d'espèces menacées d'extinction, mais a aussi une valeur éducative. Ils informent le public de l'état de menace des espèces menacées et des facteurs qui causent la menace. La hausse de cette sensibilisation du public est bien sûr faite dans

Importance of *ex situ* conservation

Ex situ conservation ("off-site conservation") is of course the less-desired option when compared to *in situ* conservation, but sometimes these methods have to be applied and they have proven useful in some instances.

Generally it comprises the removal of parts of a population of an endangered **taxon**² from its threatened **habitat**² and placing those parts in a new location.

Two different approaches are used: colony relocation and human care methods.

COLONY RELOCATION

Colony relocation is a good method to maximize a species' chances of survival by relocating (parts of) the population to a less-endangered location within an ecologically similar environment. Since the latter condition is very difficult to replicate a

careful survey of the conditions of the original location (e.g. soil, microclimate, species composition) is a prerequisite for the success of such an endeavor. Moreover, removing the endangered species from its original habitat usually does harm to the individual (trapping an animal, digging up a plant).

HUMAN CARE METHODS

These include different approaches of considerable complexity and hence more or less costly efforts.

Botanical² or zoological gardens are the most conventional methods of *ex situ* conservation. Both approaches take whole organisms of endangered taxa into human care for breeding. The aim is to achieve a viable population and eventually to reintroduce individuals or (parts of) populations into the wild habitats when necessary and possible. These facilities provide not only housing and care for **specimens**² of endangered species, but also have an educational value. They inform the public of the threatened status of endangered species and of those factors which cause the threat. Raising this public awareness is of course carried out in the hope of creating an interest in stopping and reversing those factors which jeopardize a species'

l'espoir de créer un intérêt à arrêter et d'inverser les facteurs qui mettent en péril la survie d'une espèce en premier lieu.

Spécialement, les jardins zoologiques ont commencé au début du 20e siècle avec les programmes d'élevage pour atteindre cet objectif. Le sauvetage du Bison d'Europe (*Bison bonasus*) est l'un des exemples les plus connus: 1923, une Société pour le sauvetage du Bison d'Europe a été fondée à Francfort / M. afin de coordonner les efforts de la sélection des spécimens rares en captivité. La population sauvage en Bialowiecza avait disparu en 1921, le dernier Bison d'Europe du Caucase mourut probablement en 1927. Grâce aux efforts coordonnés du nombre de bisons polonais a crû de ca. 3 000 dont environ ca. 450 vivent à l'état sauvage en Pologne et ca. 35 en Lituanie. La sous-espèce du Caucase s'est toutefois éteinte. Pour un certain nombre d'espèces, les races enregistrées sur le plan international ou dans les livres généalogiques sont conservées principalement dans les jardins zoologiques. Celles-ci comprennent principalement les **mammifères**⁷, mais aussi des oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons et **invertébrés**⁷. Environ 165 espèces sont coordonnées en Europe sous les auspices de l'Association européenne des zoos et **aquariums**⁷ (EAZA) dans le programme européen de liste généalogique (ESB). Le programme des espèces en

survival in the first place. Zoological gardens, in particular, started in the early 20th century with breeding programs to fulfill this goal. The rescue of the wisent or European bison (*Bison bonasus*) is one of the best known examples: In 1923, a society for the rescue of the wisent was founded in Frankfurt am Main in order to coordinate breeding efforts with the few remaining specimens in captivity. The wild population in Bialowiecza had become extinct in 1921; the last Caucasian wisent probably died in 1927. Through coordinated efforts the number of Polish wisents grew to ca. 3 000 of which ca. 450 live in the wild in Poland and ca. 35 in Lithuania. However, the Caucasian subspecies became extinct. For a number of species international breed registries or stud books are maintained, mainly in zoological gardens. These comprise mainly **mammals**⁷, but also birds, reptiles, amphibians, fish and **invertebrates**⁷. Some 165 species are coordinated within Europe under the auspices of the European Association of Zoos and **Aquaria**⁷ (EAZA) in the European Stud Book Program (ESB).

A more intensively coordinated approach is the Endangered Species Programs which additionally involve demographic and genetic analyses and the production of a future management



8.18



8.19



8.20

Le CNSF, un exemple d'une structure de conservation *ex situ* | CNSF, an example of *ex situ* conservation:

Fig. 8.18: Pancarte d'informations. | Informations' board. ATH

Fig. 8.19: Entrée principale du CNSF. | Main entrance of CNSF. ATH

Fig. 8.20: Technique de conservation des semences. | Technique of seed conservation. ATH

péril est une approche coordonnée très intensive qui impliquent en plus des analyses démographiques et génétiques, la conception d'un futur plan de gestion. Les objectifs sont le maintien d'un pool de **gènes**⁷ sains sans compter sur les captures dans la nature et éventuellement le relâchement des échantillons dans les habitats naturels. Voici quelques 172 espèces qui sont couvertes par le programme européen des espèces menacées (EBE) de l'EAZA (à partir de février 2008).

Les jardins **botaniques**⁷ entretiennent souvent des plantes cultivées qui sont menacées de disparition dans la nature. Ainsi, depuis les années 1980 il ya eu une prise de conscience croissante dans ce sens, et dans la possibilité de contribuer à la survie de ces espèces. Dans la Stratégie mondiale de conservation des plantes (approuvé par le secrétariat de la Convention sur la diversité biologique CDB), il a été formulé l'objectif d'atteindre un ratio de 60 % des espèces végétales menacées dans des collections *ex situ* accessible d'ici 2010, de préférence dans le pays d'origine et 10 % d'entre eux inclus dans les programmes de récupération et de restauration.

Les plantes menacées de disparition peuvent également être conservées dans des banques de semences ou banques de matériel génétique. Les banques de semences conservent généralement des

plan. Aims are the maintenance of a healthy **gene**⁷ pool without reliance on captures from the wild and the eventual release of specimens into natural habitats. Here, some 172 species are covered by European Endangered Species Programs (EEB) of the EAZA (as of Feb. 2008).

Botanic Gardens often maintain plants in cultivation which have become endangered in the wild. Since the 1980s there has been a growing awareness of this fact and of the possibility of contributing to the survival of these species. In the Global Strategy for Plant Conservation (approved by the Secretariat of the Convention on Biological Diversity, CBD) the target was formulated to reach a 60 % ratio of threatened plant species in accessible *ex situ* collections by 2010, preferably in the country of origin, and with 10 % included in recovery and restoration programs.

Endangered plants may also be preserved in seed banks or germplasm banks. Seed banks usually keep viable seeds under defined conditions (usually cryogenic) and/or regenerate seeds by cultivation under defined circumstances (crop rotation). A precondition for this is the long fertility of the stored seeds. Germplasm banks store living tissue cultures under defined

graines viables dans des conditions définies (généralement cryogénique) et / ou les semences ne régénèrent que par culture dans des circonstances définies (rotation des cultures). La longue fertilité des graines stockées en est aussi une condition. Les banques de matériel génétique gardent des tissus vivants de culture dans des conditions de laboratoire définies (in vitro).

Le projet du Millénaire de banque de semences coordonné par le Royal Botanic Gardens Kew mérite d'être mentionné ici dans un effort de collaboration entre le Burkina Faso, le Mali et le RBG Kew (Royaume-Uni). Une partie du projet vise à réaliser la collecte des semences et la conservation d'environ 800 importantes espèces sauvages de la zone soudano-sahélienne de l'Afrique de l'Ouest en 2010, qui représentent environ 25-30 % de la **flore**⁷ de la région. Ce matériel génétique sera stocké dans la banque de semences de Wakehurst Place, près de Londres. Les animaux en voie de disparition peuvent être conservés avec de grands efforts techniques similaires dans des banques de gènes: les installations cryogéniques utilisées pour stocker les œufs, les spermés ou les embryons en vue de préserver l'information génétique pour la reproduction plus tard. Le matériel conservé peut ensuite être utilisé pour l'insémination artificielle, fécondation in vitro, transfert d'embryons et le clonage. Des

laboratory conditions (in-vitro). The Millennium seed bank project coordinated by the Royal Botanic Gardens, Kew is to be mentioned here: in an collaborative effort between Burkina Faso and Mali, and RBG Kew, UK, one part of the project aims at achieving seed collection and conservation of about 800 important wild species from the West African Sudano-Sahelian zone by 2010, which will represent about 25-30 % of the region's **flora**⁷. This germplasm will be stored in the seed bank at Wakehurst Place near London.

Endangered animals may be preserved with similar high technical efforts in genebanks – cryogenic facilities used to store eggs, sperms or embryos in order to preserve the genetic information for later reproduction. The preserved material can then be used for artificial insemination, in-vitro fertilization, embryo transfer and cloning. Examples are the "Frozen Zoo" of the Zoological Society of San Diego or research programs of the Audubon Center for Research of Endangered Species in New Orleans. Preserved natural history collections play only a marginal role in this context. Usually they provide supplemental information on the endangered species, its morphological variability and its ecological requirements since a wider range of specimens from

exemples sont le « Frozen Zoo » de la « Zoological Society of San Diego » ou des programmes de recherche du Centre de recherche Audubon des espèces en péril en Nouvelle-Orléans. Les collections conservées de l'histoire naturelle ne jouent qu'un rôle marginal dans ce contexte. Habituellement, elles peuvent fournir des informations complémentaires sur les espèces en voie de disparition, leur variabilité morphologique ainsi que leurs exigences écologiques puisqu'un large éventail de spécimens provenant de régions où elles s'ont éteintes pourrait être archivé. Dans de très rares cas, le matériel génétique végétal viable pourrait encore être conservé dans les collections d'**herbiers**⁷ doucement séchées à l'air, être considéré pour la culture. Bien qu'elle soit utile, la conservation *ex situ* est rarement suffisante pour sauver une espèce de l'extinction. Elle doit être utilisée qu'en dernier recours ou comme un complément à la conservation *in situ*, car elle ne peut pas recréer l'habitat dans son ensemble ou mettre toute la variabilité génétique d'une espèce. Au lieu de cela, la conservation *ex situ* déplace l'espèce de son contexte écologique naturel, la préserve dans des conditions semi-isolées où l'évolution naturelle et les processus d'adaptation sont soit temporairement suspendus ou modifiés par l'introduction de l'échantillon dans un habitat naturel. Quand l'espèce est relâchée,

areas where it became extinct may be preserved. In very rare cases viable plant germplasm for bringing into cultivation may still be extant in gently air-dried **herbarium**⁷ collections. Although helpful, *ex situ* conservation is rarely sufficient to save a species from extinction. It is to be used as a last resort or as a supplement to *in situ* conservation because it cannot recreate the habitat as a whole or save the entire genetic variability of a species. Instead, *ex situ* conservation removes the species from its natural ecological contexts, preserving it under semi-isolated conditions whereby natural evolution and adaptation processes are either temporarily halted or altered by introducing the specimen to an unnatural habitat. When re-released, the species may lack the genetic plasticity which would allow it to thrive in its ever-changing natural habitat. Furthermore, *ex situ* conservation techniques are often costly, with cryogenic storage being economically unfeasible in most cases since species stored in this manner usually cannot provide a profit but instead slowly drain the financial resources of the organization decided on to operate them. Seedbanks are ineffective for certain plant genera with **recalcitrant seeds**⁷ that do not remain fertile for extended periods of time. Diseases and

elle peut manquer de la plasticité génétique qui la permettra de s'épanouir dans sa constante évolution dans l'habitat naturel. En outre, les techniques de conservation *ex situ* sont souvent coûteuses, avec le stockage cryogénique qui est économiquement irréalisable dans la plupart des cas, car les espèces stockées de cette manière ne peuvent généralement pas fournir un profit, mais grignote lentement les ressources financières de l'organisation déterminée à les exploiter. Les banques de semences sont inefficaces pour certains genres de plantes à **graines récalcitrantes**⁷ qui ne restent pas fertiles pour de plus longues périodes. Les maladies et ravageurs extérieurs face auxquels l'espèce ne peut pas se défendre naturellement, peuvent aussi affecter gravement les cultures de plantes protégées dans les plantations *ex situ* et chez les animaux vivant dans des zones de reproduction *ex situ*. Ces facteurs, combinés à des besoins spécifiques de l'environnement de nombreuses espèces, dont certaines sont presque impossibles à recréer par l'homme, font de la conservation *ex situ* une impossibilité pour un grand nombre de végétaux et d'animaux menacés de disparition.

pests foreign to the species, to which the species has no natural defense, may also seriously affect crops of protected plants in *ex situ* plantations and animals living in *ex situ* breeding grounds. These factors, combined with the specific environmental needs of many species, some of which are nearly impossible to recreate by man, make *ex situ* conservation impossible for a great number of the world's endangered flora and **fauna**⁷.

EX SITU CONSERVATION IN BURKINA FASO

Burkina Faso does not have significant *ex situ* conservation sites such as botanic gardens in their true sense ([74] & [75]). A botanic garden is an area developed by a public, or private institution with the objective to present the plant life. Numerous species and varieties of wild and/or horticultural plants are identified and brought together in collections. They are cultivated and studied to satisfy various issues, e.g. conservation, scientific research, tourism, education or teaching. One of the principal missions of the botanic garden is the collection and conservation of local or **exotic plants**⁷. Another mission might be the protection of species threatened with extinction.

CONSERVATION EX SITU AU BURKINA FASO

Le Burkina Faso ne dispose pas de sites importants de conservation *ex situ* comme les jardins botaniques à proprement parler ([74] & [75]). Un jardin botanique est un territoire aménagé par une institution publique, privée, ou associative qui a pour but la présentation d'espèces et variétés végétales. Les nombreuses espèces et variétés de plantes sauvages et/ou horticoles présentes sont strictement identifiées et réunies en collections. Elles sont cultivées et étudiées pour satisfaire la conservation, la recherche scientifique, l'éducation et l'enseignement, et le tourisme. Une des principales missions du jardin botanique est la collecte et la conservation des plantes, locales ou exotiques. Elle peut également avoir pour mission la protection d'espèces menacées d'extinction.

Les parcs botaniques Bangr-Weoogo et du CNRST qui sont considérés comme des sites de conservation *ex situ*, renferment des espèces introduites des flores nationale, africaine et internationale, menacées ou importantes pour la conservation. Pour cela, le jardin d'acclimatation au sein du parc du CNRST a été d'un grand apport dans la diffusion et l'introduction de nombreuses espèces végétales sur l'étendue du territoire national grâce aux observations compor-

tementales et scientifiques conduites. Pour le rôle joué par le Parc Bangr-Weoogo voir chapitre 7.2.

For Burkina Faso two institutions may be mentioned here: The botanic parks of Bangr Weoogo and of the CNRST (National Centre for Scientific and Technological Research) which are considered as *ex situ* conservation sites, contain introduced species of the national, African, and international flora, threatened or of significance to conservation. For that, the acclimatization garden within the CNRST Park has made a large contribution in the diffusion and introduction of numerous plant species throughout the national territory thanks to the scientific and behavioral observations conducted. For the case of Bangr-Weoogo cf. chapter 7.2.

BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE 8

BIBLIOGRAPHY CHAPTER 8

- [1] Décret n° 2007-160/PRES/PM/MECV/MFB du 30 mars 2007 portant adoption du document de politique nationale en matière d'environnement.
- [2] Décret n° 98/365/PRES/PM/MEE du 10 septembre 1998 portant politique et stratégies en matière d'eau.
- [3] Ministère de l'Environnement et de l'Eau. 1999: Stratégie nationale et Plan d'action du Burkina Faso en matière de diversité biologique.
- [4] Kamto M. 1996: Droit de l'environnement en Afrique: 112. Vanves: Edicéf.
- [5] Résolution AG/1803 du 14 décembre 1962 relative à la souveraineté permanente des peuples sur leurs ressources naturelles ; Résolution AG/3201 (S-IV) du 1er mai 1974 relative à l'instauration d'un nouvel ordre économique international ; Résolution AG/3281 (XXIX) du 12 décembre 1974 relative à la Charte des droits et devoirs économiques des Etats.
- [6] Wynberg R. 2004: Accès à la biodiversité et partage des avantages dans des pays arides à endémisme élevé et à diversité faible, UICN : 18-23.
- [7] Législation modèle africaine pour la protection des droits des communautés locales, des agriculteurs et des détenteurs et pour les règles d'accès aux ressources biologiques (OAU, Ouagadougou, 1998). | African Model Legislation for the Protection of the rights of Local Communities, Farmers and Breeders, and for the Regulation of Access to Biological resources (OAU, Ouagadougou, 1998).
- [8] Arrêté conjoint n° 2004-25 MECV/MAHRH/MRA/MESSRS du 16 septembre 2004 portant création, attributions, organisation, composition et fonctionnement du Comité national Ramsar.
- [9] Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (Bonn, 23 juin 1979).
- [10] Loi n° 014/96/ADP du 23 mai 1996 portant Réorganisation Agricole et Foncière au Burkina Faso.
- [11] Loi n° 005/97/ADP du 30 janvier 1997 portant Code de l'environnement au Burkina Faso.
- [12] Loi n° 06-97/ADP du 31 janvier 1997 portant Code forestier.
- [13] Loi n° 002-2001/AN du 8 février 2001 portant loi d'orientation relative à la gestion de l'eau au Burkina Faso.
- [14] Loi n° 005-2006/AN du 17 mars 2006 portant régime de sécurité en matière de biotechnologie au Burkina Faso.
- [15] Loi n° 010-2006/AN du 31 mars 2006 portant réglementation des semences végétales au Burkina Faso.
- [16] Loi n° 055-2004 du 21 décembre 2004 portant Code général des collectivités territoriales au Burkina Faso.
- [17] Loi n° 017-2006/AN du 18 mai 2006 portant Code de l'urbanisme et de la construction au Burkina Faso.
- [18] Loi n° 017-2006/AN du 18 mai 2006 portant Code de l'urbanisme et de la construction au Burkina Faso, Art. 56.
- [19] Décret n° 2007-424/PRES/PM/SGG-CM du 13 juillet 2007 portant attributions des membres du Gouvernement, art. 18.
- [20] Décret n° 2005-040/PRES/PM/MECV du 03 février 2005 portant organisation du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie.
- [21] Décret n° 2008-171/PRES/PM/MEF/MECV/MAHRH du 16 avril 2008 portant création d'un Office national des aires protégées.
- [22] Décret n° 2008-248/PRES/PM/MECV/MEF/MAHRH du 09 mai 2008 portant approbation des Statuts de l'Office national des aires protégées.
- [23] Arrêté conjoint n° 02-024 /MEF/MA/MRA/MEE du 03 juin 2000 portant création, composition, attributions et fonctionnement d'un Comité national d'aménagement des forêts.
- [24] Arrêté conjoint n° 2006 /014/MAHRH/MESSRS/MECV.
- [25] Arrêté n° 2006 /051/MAHRH.
- [26] Kiema S. 2007: Elevage extensif et conservation de la diversité biologique dans les aires protégées de l'Ouest burkinabé. Arrêt sur leur histoire, éprouves de la gestion actuelle, état et dynamique de la végétation. Thèse de doctorat, Université d'Orléans.
- [27] Bélem M. 2008: Galeries forestières de la Réserve de la biosphère de la Mare aux hippopotames du Burkina Faso : caractéristiques, dynamique et ethnobotanique. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Ouagadougou.
- [28] Wessie PMP. 1996: Les oiseaux d'eau du Sahel burkinabé ; Peuplement d'hiver, capacité de charges des sites. *Alauda* 63, 3, 307-332.
- [29] Ballouche A & Neumann K. 1995: A new contribution to the Holocene vegetation history of the West African Sahel: pollen from Oursi, Burkina Faso and charcoal from three sites in northeast Nigeria. *Veget. Hist. Archaeobot.*, 4, 31-39.
- [30] INERA. 2000: Bilan de 10 ans de recherche : 1988-1998, MESSRS, CNRST, Burkina Faso.
- [31] INERA. 2006: Projet de préservation de la diversité biologique et d'exploitation durable des écosystèmes par le contrôle intégré des plantes infestantes au Burkina Faso.
- [32] Ganaba S. 2008: Caractérisation, utilisations, tests de restauration et gestion de la végétation sahélienne du Burkina Faso, Thèse de Doctorat d'Etat, UCAD.
- [33] CNSF. Le Centre National de Semences Forestières, Burkina Faso. <http://www.cnsf.gov.bf/Cnsf2/recherche/frame.html> [Consulté le 8 mai 2009].
- [34] Schareika N. 2001: Environmental knowledge and pastoral migration among Wodaabe of South-eastern Niger In: *Nomadic peoples*, 5, 1, 65-88.
- [35] Martin GJ. 1995: Collecting and identifying plants In: *Ethnobotany. A method manual*: 28-59. London: Chapman and Hall.

- [36] Godelier M. 1984: L'idéal et le matériel. Pensée, économies, sociétés. Paris: Fayard. [12] Guha R. 1989: Radical American Environmentalism and Wilderness Preservation. *A Third World Critique. Environmental Ethics*, 11, 71-83.
- [37] Guha R. 1989: Radical American Environmentalism and Wilderness Preservation. *A Third World Critique. Environmental Ethics*, 11, 71-83.
- [38] Langewiesche K. 2004: Les limites du reboisement au Burkina Faso et au Bénin. Du travail forcé à l'approche participative In : *Politique Africaine* 96, 196-211, Paris: Karthala.
- [39] Langewiesche K. 2006: La forêt, les ancêtres et le marché. Perceptions locales de la forêt et de ses changements au Nord-Bénin In : *Afrika Spectrum*, 41, 221-248.
- [40] Descola P. 2000: L'anthropologie et la question de la nature In: Abélès MC, Jéudy H-P & Kaloara B. (Eds.): *L'environnement en perspective. Contextes et représentations de l'environnement*: 61-83. Paris: Harmattan.
- [41] Sahlins M. 1980: Au cœur des sociétés. Raison utilitaire, raison culturelle. Paris: Gallimard.
- [42] Godelier M. 1974: Considérations théoriques et critiques sur le problème des rapports entre l'homme et son environnement In: *Information science sociale* 13, 31-60.
- [43] Grenand P & Grenand F. 1996: Il ne faut pas trop en faire. Connaissance du vivant et gestion de l'environnement chez les wayāpi (Amérindiens de Guyane). Paris: Cahiers des Sciences Humaines, 32, 51-63.
- [44] Lerebours-Pigeonnière A & Ménager MT. 2001: Les atlas de l'Afrique: Burkina Faso: Groupe Jeune Afrique : les éditions du Jaguar.
- [45] Mando A, Brussaard L & Stroosnijder L. 1999: Termite- and mulch-mediated rehabilitation of vegetation on crusted soil in West Africa. *Restoration Ecology* 7, 33-41.
- [46] Roose E, Dugué P & Rodriguez L. 1992: La GCES: Une nouvelle stratégie de lutte antiérosive appliquée à l'aménagement de terroir en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. *Bois et Forêt des Tropiques* 233, 49-61.
- [47] Roose E, Kabore V & Guenat C. 1999: Zai practice: A west African traditional rehabilitation system for semiarid degraded lands, a case study in Burkina Faso. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 13, 343-355.
- [48] CONEDD. 2006: Revue scientifique sur l'état de la dégradation des terres au Burkina Faso.
- [49] Thiombiano L. 2000: Etude de l'importance des facteurs édaphiques et pédopaysagiques dans le développement de la désertification en zone sahélienne du Burkina Faso. Thèse d'Etat, univ. Cocody, Abidjan.
- [50] Roose E. 1981: Dynamique actuelle de sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale. Étude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques de matières sous végétations naturelles ou cultivées. Collection Travaux et Documents 130 Paris: Orstom.
- [51] Hien V, Bilgo A, Sangare S, Kambire LF, Kabore PD, Lepage M, Sàme L, Traore/Gue J, Some B & Traore K. 2004: Projet 83 : recherche sur des technologies de lutte contre la désertification au sahel et étude de leur impact agro-écologique. Rapport final.
- [52] Vlaar. 1992: Les techniques de conservation des eaux et des sols dans les pays du Sahel. CIEH, Burkina Faso, Université Agronomique de Wageningen.
- [53] Rochette RM. 1989: Le Sahel en lutte contre la désertification. Leçons d'expériences. CILSS/ PAC/ GTZ.
- [54] Zougmore R, Zida Z & Kambou FN. 1999: Réhabilitation des sols dégradés : rôles des amendements dans le succès des techniques de demi-lune et de zai au Sahel. *Bulletin Réseau Erosion* 19: L'influence de l'homme sur l'érosion, vol. 1, 536-549.
- [55] Hien FG. 1995: La régénération de l'espace sylvo-pastoral au Sahel : une étude de l'effet de mesures de conservation des eaux et des sols au Burkina Faso. Document sur la gestion des ressources tropicales 7. Université Agronomique Wageningen.
- [56] Zombré NP, Mando A & Ilboudo JB. 1999: Impact des conservations des eaux et des sols sur la restauration des jachères très dégradées au Burkina Faso. In *La jachère en Afrique de l'Ouest. Rôles, Aménagements et Alternatives*. Floret et Pontanier, vol. 1, 771-777.
- [57] Mando A & Van Rheenen T. 1998: Termites and agricultural production in the Sahel: from enemy to friend? *Netherlands Journal of Agricultural Science* 46, 77-85.
- [58] Mando A & Brussaard L. 1999: Contribution of termites to the breakdown of straw under Sahelian conditions. 29, 332-334.
- [59] Schuurman G. 2006: Foraging and distribution patterns in a termite assemblage dominated by fungus-growing species in semi-arid northern Botswana. *Journal Of Tropical Ecology* 22, 277-287.
- [60] Bignell DE & Eggleton P. 2000: Chapter 17: Termites in Ecosystems. pp 363-387 In: T. Abe, editor. *Termites: Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology*. Kluwer Academic Publishers.
- [61] Holt JA & Lepage M. 2000: Chapter 18: Termites and Soil Properties. pp 389-407 In: T. Abe, editor. *Termites: Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology*. Kluwer Academic Publishers.
- [62] Rouland-Lefevre C, Diouf MN, Brauman A & Neyra M. 2002: Phylogenetic relationships in Termitomyces (family Agaricaceae) based on the nucleotide sequence of ITS: A first approach to elucidate the evolutionary history of the symbiosis between fungus-growing termites and their fungi. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 22, 423-429.

- [63] Korb J & Linsenmair KE. 1998: The effects of temperature on the architecture and distribution of *Macrotermes bellicosus* (Isoptera, Macrotermitinae) mounds in different habitats of a West African Guinea savanna. *Insectes Sociaux* 45, 51-65.
- [64] Aanen DK & Eggleton P. 2005: Fungus-growing termites originated in African rain forest. *Current Biology* 15, 851-855.
- [65] Traoré S, Kaboré O, Millogo Rasolodimby J, Thiombiano L & Guinko S. 2008: Impact of Protected Areas and Land Use on Regeneration of Acacia Woodland's in Eastern Burkina Faso. *Flora Veg. Sudano-Sambesica*. 11, 17-24.
- [66] Ouoba P, Lykke AM, Boussim IJ & Guinko S. 2006: La flore médicinale de la forêt classée de Niangoloko. *Etudes flor. Vég. Burkina Faso*, 10, 5-16.
- [67] Mbayngone E, Thiombiano A, Hahn-Hadjali K & Guinko S. 2008: Caractéristiques écologiques de la végétation ligneuse du sud-est du Burkina Faso (Afrique de l'Ouest) : cas de réserve de Pama. *Candollea*, 63, 17-33.
- [68] Ouoba P. 2006: Flore et végétation de la forêt classée de Niangoloko, Sud-Ouest du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou.
- [69] Mbayngone E, Schmidt M, Hahn-Hadjali K, Thiombiano A & Guinko S. 2008: Magnoliophyta of the partial faunal reserve of Pama, Burkina Faso. *Check List* 4, 251–266.
- [70] Ouédraogo O. 2009: Phytosociologie, dynamique et productivité de la végétation du Parc National d'Arly (Sud-Est du Burkina Faso) Thèse Unique, Univ. Ouaga.
- [71] Ramsar. 2010: The List of Wetlands of International Importance. Ramsar List.
- [72] Earth Trends. 2003: Biodiversity and Protected Areas Burkina Faso.
- [73] McNutt JW, Mills MGL, McCreery K, Rasmussen G, Robbins R & Woodroffe R. 2008: *Lycaon pictus*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.3.
- [74] Akke Assi L. 1998: Sur la Flore, les Herbiers et les Jardins botaniques au Sahel. In : Bâ A.T., Madsen J.E. & Sambou B (éd), Flore, Végétation et Biodiversité au Sahel. AAU Report, 39, 1-13.
- [75] Willis CK. 2004: Congrès des Jardins Botaniques Africains 'Partenariats et Relations: compte rendu d'un congrès tenu dans les Jardins Botaniques de Durban, Afrique du Sud, 24–29 Novembre 2002. Rapport du Réseau de la Diversité Botanique d'Afrique Australe No. 22. SABONET, Pretoria.
- [76] Gnomou A. 2007: Etude de la flore et de la végétation du Parc urbain Bang-Weoogo (Ouagadougou, Burkina Faso). Mémoire de D.EA, URF/SVT, Univ. Ouagadougou.



9 Conflits et perspectives de la conservation de la biodiversité en Afrique de l'Ouest

Conflicts and perspectives of biodiversity conservation in West Africa

La conservation de la biodiversité est indispensable pour maintenir la fonctionnalité des écosystèmes et pour empêcher l'extinction des espèces. Mais la biodiversité et les services procurés par les écosystèmes qui y sont liés sont également une pré-condition importante pour faciliter le développement humain. En conséquence, le maintien de la durabilité de l'environnement pour assurer une réduction de la pauvreté a été l'un des dix objectifs de développement défini par les Nations Unies pour le Millénaire. L'Afrique occidentale a une biodiversité exceptionnelle constituée de différents types de végétation et d'espèces de faune depuis le désert du Sahara jusqu'aux forêts tropicales humides. Au cours des dernières décennies, la croissance démographique et en conséquence la demande croissante en nourriture et en infrastructures ont conduit à un conflit important entre les activités humaines et la conservation de la biodiversité. La végétation naturelle, largement modifiée et fragmentée est aujourd'hui essentiellement limitée aux zones protégées, ce qui demande des actions de protection appropriée pour empêcher le déclin de nombreuses populations de plantes et d'espèces animales. Le changement climatique est un autre obstacle à la diversité biologique et au développement humain en Afrique occidentale, en particulier dans les zones de faible pluviométrie. Toute modification des conditions climatiques peut donc avoir des conséquences drastiques qui constituent un défi majeur pour la conservation de la biodiversité et les demandes accrues des humains.

The conservation of biodiversity is indispensable to maintain ecosystem functionality and to prevent species extinctions. But biodiversity and the therewith related ecosystem services are also an important pre-condition to facilitate human development. Accordingly, maintaining environmental sustainability to ensure poverty alleviation has been appointed as one of the ten United Nations Millennium Development Goals. West Africa has an exceptional biodiversity that consists of a variety of different vegetation types and faunal components along the steep climatic gradient between the Saharan desert and the moist coastal rain forests. During the last decades, the increasing human population density and the respective demand for food and infrastructure have lead to substantial trade-offs between human landuse activities and the conservation of biodiversity. The natural vegetation has largely been converted or fragmented and is nowadays mostly restricted to protected areas, calling for appropriate conservation actions to prevent the further decline of many plant and animal populations. Climate change is a further impediment for biological diversity and human development in West Africa, especially in those areas with limited supply of precipitation. Any change in the climate conditions may have drastic consequences that constitute a major challenge to the conservation of biodiversity and the perpetuation of human demands.

Fig. 9.0: Elevage du bétail. | Livestock farming. MBO



9.1

Développement de la biodiversité en réponse aux changements climatiques

Jan Henning SOMMER
Sylvestre DA
Jaime GARCIA MARQUEZ
Katharina SABELLEK
Wilhelm BARTHLOTT

VEGETATION ET CLIMAT

La végétation dépend fortement du climat. La température et les précipitations sont les facteurs les plus importants dans la formation de certains types de végétations, telles que les forêts **ombrophiles**[?] ou les savanes. Au cours des dernières décennies, le climat mondial a connu de nombreuses vagues de réchauffement qui risquent de perdurer au cours du prochain siècle. Celles-ci ont eu des conséquences sur la situation de nombreuses régions climatiques d'Afrique de l'Ouest et ont aussi influencé la répartition des espèces et les caractéristiques de la diversité (Carte 9.1).

LE CLIMAT DETERMINE LA REPARTITION DES ESPECES

Le climat est le facteur déterminant le plus important dans la distribution des espèces. Malgré le caractère déterminant de certains

Biodiversity development in response to climate change

VEGETATION AND CLIMATE

Vegetation strongly depends on climate. Temperature and the amount of precipitation are the most important factors for the formation of certain vegetation types, as rain forest or savannas. During the last decades, global climate has been constantly warming, and the warming may continue at even higher rates during the next century. This has consequences for the location of climate zones in West Africa and thereby influences the distribution of species and diversity patterns (Map 9.1).

CLIMATE DETERMINES SPECIES DISTRIBUTIONS

Climate is the most important determinant of species ranges. Despite many other factors that are decisive for the occurrence of species, e.g. competition with other species, the overarching climate conditions shape the geographic frame of possible

facteurs tels que la compétition inter et intra spécifique dans l'apparition des espèces, les conditions climatiques déterminent la répartition **phytogéographique**[?] des espèces. Ainsi, la répartition phytogéographique de la plupart des espèces est déterminée par des températures et des précipitations à l'intérieur des limites de tolérance. En Afrique de l'Ouest, la répartition spatio-temporelle des précipitations est le principal facteur qui détermine la distribution des espèces végétales. Par exemple, la végétation des forêts ombrophiles se développe sous des précipitations de plus de 1 200 mm/an avec une courte durée de saison sèche. Cependant, les formations savaniques sont principalement déterminées par la quantité d'eau annuelle tombée.

Chaque espèce répond différemment selon son environnement. Les facteurs climatiques déterminants pour l'apparition d'une espèce varient d'une espèce à une autre. L'analyse des conditions climatiques spécifiques des **biotopes**[?] permet d'extrapoler à l'aide de logiciels l'aire de distribution potentielle de chaque espèce.

QU'EST CE QUE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

Le système climatique **terrestre**[?] est permanemment balayé par les rayons solaires sous la forme de lumière visibles. La majeure partie

species occurrences. Hence, the margins of most species ranges are determined by a critical level of temperature and water availability. In West Africa, the by far most important factor restricting the distribution of plant species is water availability, which means the amount and the inter-annual distribution of precipitation. As one example, rain forest vegetation requires more than 1 200 mm of rain per year and absence of a longer drought period, and different types of savannas are mainly determined by of the amount of received precipitation. Every species responds differently to its environment, and the climate factors delimiting the occurrence of species differ significantly amongst different plant species in West Africa. By analysing the specific climate conditions at the localities where certain species grow, it is possible to characterize and model the location of suitable **habitats**[?] for these species with the help of computer programs.

WHAT IS CLIMATE CHANGE?

The climate system on earth is mainly driven by the constant supply with solar radiation, mainly as visible light. A fraction of this energy is absorbed by the Earth's surface. However, another

de cette énergie est absorbée par la surface terrestre. Toutefois, une partie de cette énergie est renvoyée dans l'espace sous forme de rayons infrarouges. C'est alors que les gaz à effet de serre se manifestent. Ils absorbent une partie de cette énergie et agissent ensuite comme une couche isolée qui protège la terre contre le froid excessif (Fig. 9.1). L'effet de ces gaz à effets de serre constitue une importante condition préalable à la vie sur terre. Au cours de ces dernières décennies, d'énormes quantités de dioxyde de carbone ont été déversées dans l'atmosphère du simple fait de brûler la matière organique. Étant un important gaz à effet de serre, le dioxyde de carbone amplifie l'effet tampon de l'atmosphère, entraînant ainsi une augmentation des températures mondiales. Depuis 1850, la concentration du dioxyde de carbone atmosphérique a augmenté de plus de 30 %. L'augmentation la plus remarquable a été enregistrée au cours des 50 dernières années. A la même période, les températures mondiales augmentaient de près de 1 °C. La quantité et la répartition des précipitations étant indirectement contrôlées par la température, plus la température s'élève, plus les eaux retenues dans l'atmosphère sont importantes. Ainsi l'eau disponible pour la croissance des plantes diminue au fur et à mesure que la température augmente, ceci parce que l'humidité relative de l'air diminue.

fraction of this energy is reflected back into space as infrared radiation. Here, atmospheric greenhouse gases come into play: they adsorb parts of this energy and thereby act as an isolating buffer that prevents the Earth from excessive cooling (Fig. 9.1). This natural greenhouse effect is an important precondition for life on earth. In the last decades, however, large amounts of carbon-dioxide have been released into the atmosphere by burning of organic material. As an important greenhouse-gas, the carbon dioxide amplifies the buffering effect of the atmosphere and therefore leads to an increase of global temperatures. Since 1850, the atmospheric carbon dioxide concentration increased by more than 30 %. The strongest increase occurred in the last 50 years. During the same period of time, global temperatures rose by about 1 °C. The amount and distribution of precipitation is indirectly also controlled by temperature: The higher the temperature, the more water evaporates and can be stored in the atmosphere. Therefore, the amount of available water for plant growth may decrease, because the relative air humidity decreases.

During the last decades, average temperatures have risen significantly, and the amount and distribution of precipitation has

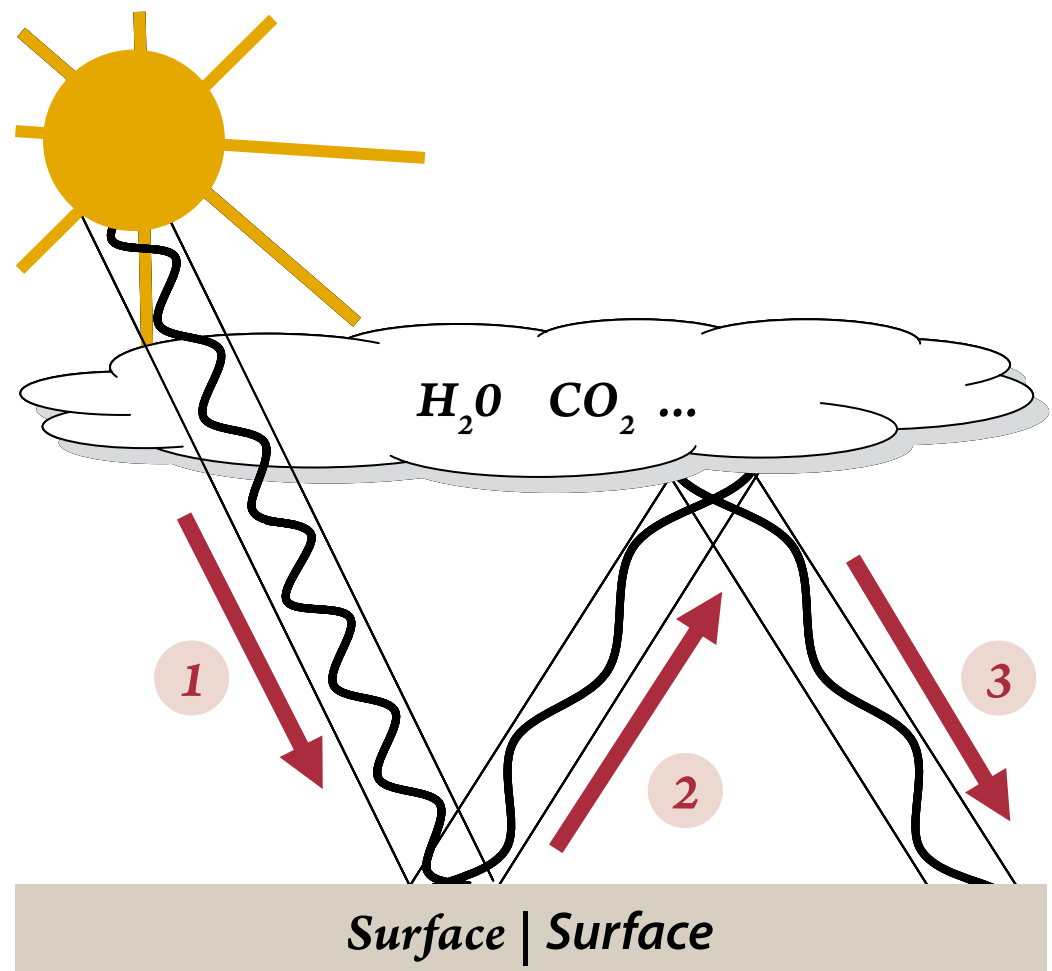


Fig. 9.1: Effet de serre. Les rayons solaires qui balayent la terre sont absorbés par la surface terrestre (1). Une fraction de la radiation est reflétée sous forme de rayons infrarouges (2). Les gaz à effet de serre tels que le dioxyde de carbone, reflètent ces rayons infrarouges dans l'atmosphère et les renvoient vers la surface de la terre (3). Conséquence, ils agissent comme une couche qui isole la surface de la terre. Sans l'effet naturel des gaz à effet de serre, la surface de la terre aurait une température moyenne de seulement -18 °C comparé aux +15 °C actuels. L'augmentation par l'homme de la concentration en dioxyde de carbone favorise le réchauffement global de la planète. | **Greenhouse effect.** Solar radiation reaching the earth is partly absorbed by the earth surface (1). A fraction of the radiation is reflected as infrared radiation (2). Greenhouse gases as water, carbon dioxide, and others reflect this infrared radiation in the atmosphere and send it back to the earth surface (3). Consequently, they act like an isolating buffer keeping the earth surface warm. Without the natural greenhouse effect, earth surface would have an average temperature of only -18 °C as compared to +15 °C. The human-induced increase in carbon dioxide concentration triggers global warming.

Carte 9.1: Richesse spécifique potentielle contemporaine en Afrique de l'Ouest à une résolution spatiale de c. 10 x 10 km (10'). La carte affiche la superposition des aires de distribution potentielle de 3 399 espèces individuelles dérivées des modèles de répartition des espèces, basés sur les données existantes sur la distribution des plantes et les variables environnementales. La couleur bleu indique que le nombre d'espèces est élevé tandis que, la couleur jaune indique que le nombre d'espèces est faible. Sur la base des résultats de Da 2010 [4].

Map 9.1: Potential contemporary plant species richness in West Africa at a spatial resolution of c. 10 x 10 km (10'). The map displays the superimposed ranges of 3399 individual species derived from species distribution models based on plant distribution records and environmental variables. Blue colour indicates high species numbers, yellow indicates low species numbers. Based on results of Da 2010 [4].

Carte 9.3: Richesse spécifique potentielle future des espèces végétales en Afrique de l'Ouest à une résolution spatiale de c. 10 x 10 km (10') à l'horizon 2100, sur la base d'un scénario modéré du changement climatique (augmentation de la température moyenne globale de ~4 °C à l'horizon 2100, scénario A1F1 du GIEC). La carte affiche la superposition des aires de distribution potentielle de 3 399 espèces individuelles dérivées des modèles de répartition des espèces, basés sur les données existantes sur la distribution des plantes et les variables environnementales. La couleur bleu indique que le nombre d'espèces est élevé tandis que, la couleur jaune indique que le nombre d'espèces est faible. Sur la base des résultats de Da 2010 [4].

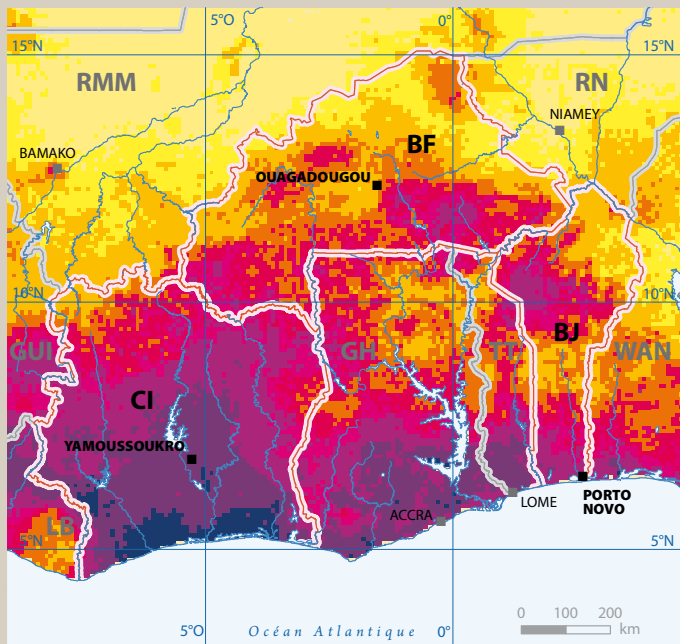
Map 9.3: Potential future plant species richness in West Africa at a spatial resolution of c. 10 x 10 km (10') for 2100 based on a more realistic climate change scenario (global average temperature rise ~4 °C by 2100, IPCC A1F1 scenario). The map displays the superimposed ranges of 3 399 individual species derived from species distribution models based on plant distribution records and environmental variables. Blue colour indicates high species numbers, yellow indicates low species numbers. Based on [4].

Carte 9.2: Richesse spécifique potentielle futures des espèces végétales en Afrique de l'Ouest à une résolution spatiale de c. 10 x 10 km (10') à l'horizon 2100, sur la base d'un scénario modéré du changement climatique (augmentation de la température moyenne globale de ~2 °C à l'aube 2100, scénario B1 du GIEC). La carte affiche des zones superposées de 3 399 espèces individuelles dérivées des modèles de répartition des espèces, fondés sur les données de la répartition végétale et les variables environnementales, en combinaison avec les résultats d'un possible effet du changement climatique sur la richesse des espèces dérivées d'une base de données de 50 x 50 km de résolution. Sur la base des résultats de Da 2010 [4].

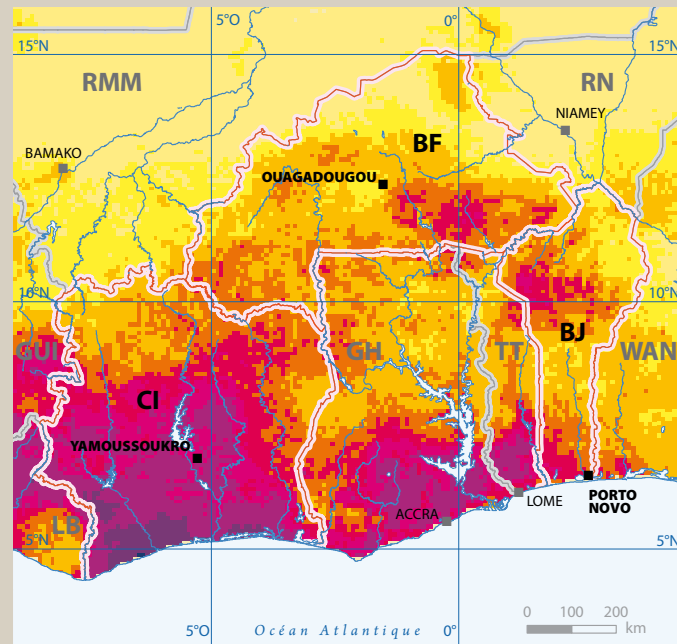
Map 9.2: Potential future plant species richness in West Africa at a spatial resolution of c. 10 x 10 km (10') for 2100 based on a moderate climate change scenario (global average temperature rise ~2 °C by 2100, IPCC B1 scenario). The map displays the superimposed ranges of 3 399 individual species derived from species distribution models based on plant distribution records and environmental variables in combination with results on the possible impact of climate change on species richness derived from a database with 50 x 50 km resolution. Based on Da 2010 [4].

Carte 9.4: Changement climatique futur et richesse des espèces végétales: Possible pourcentage de perte de la richesse spécifique estimé par maille de grille allant de 10-20 % (vert) à plus de 60 % (rouge foncé). Pourcentage de perte possible estimé à l'horizon 2100 comparé à la richesse spécifique actuelle. Référence à un scénario de changement climatique de plus 4 °C à l'horizon 2100 (GIEC A1F1, résolution spatiale, 50 x 50 km [0.5°]).

Map 9.4: Future climate change and plant species richness: Possible percentage loss of species richness per grid cell ranging from 10-20 % (green) to more than 60 % (dark red) possible percentage species loss by 2100 as compared to contemporary species richness. Referring to a + 4 °C climate change scenario until 2100 (IPCC A1F1, spatial resolution 50 x 50 km [0.5°]).

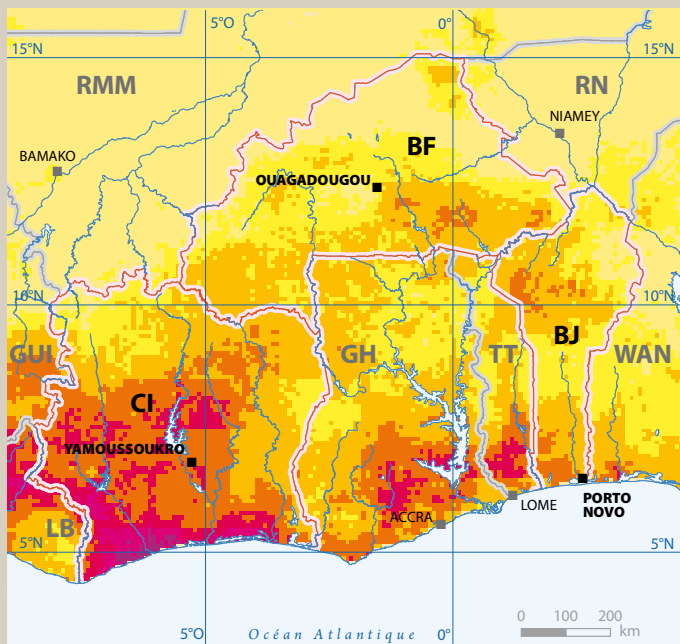
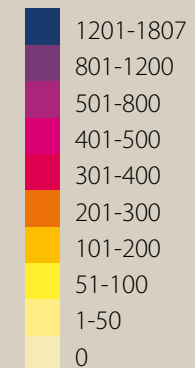


Carte 9.1: Richesse spécifique potentielle contemporaine.
Map 9.1: Potential contemporary plant species richness.

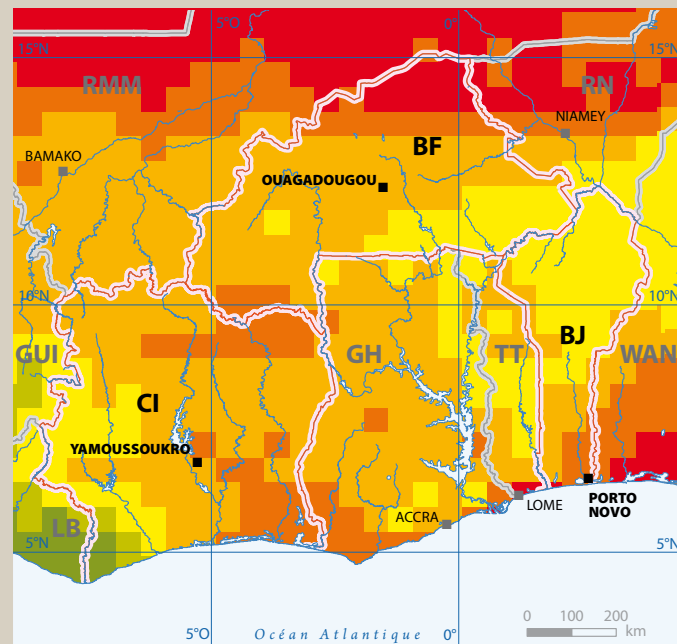


Carte 9.2: Richesse spécifique potentielle des espèces végétales, scénario +2 °C à l'aube 2100.
Map 9.2: Potential plant species richness, scenario +2 °C by 2100.

Legend Cartes 9.1 - 9.3
 Legend Maps 9.1 - 9.3

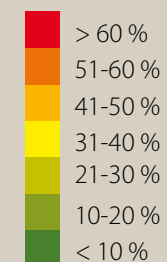


Carte 9.3: Richesse spécifique potentielle des espèces végétales, scénario +4 °C à l'aube 2100.
Map 9.3: Potential plant species richness, scenario +4 °C by 2100.



Carte 9.4: Possible pourcentage de perte de la richesse spécifique.
Map 9.4: Possible percentage loss of species richness.

Legend Carte 9.4
 Legend Map 9.4



Scénarii d'émission du Rapport Spécial du GIEC

A1. La position A1 et la famille de scénarii décrivent un monde à venir caractérisé par une croissance économique rapide, une population mondiale croissante au milieu du siècle et décroissante peu après, et l'introduction rapide des technologies innovantes et encore plus efficaces. Les thèmes majeurs sous-jacents sont la convergence entre les régions, le renforcement des capacités et l'accentuation des interactions sociales et culturelles, avec une réduction substantielle des différences régionales du revenu par tête. La famille du scénario A1 comporte trois groupes qui décrivent les directions alternatives du changement technologique dans le système énergétique. Les trois groupes de A1 se distinguent par leur accent technologique: Les sources d'énergies fossiles intensives (A1F1), non fossiles (A1T) ou un équilibre entre toutes les sources (A1B) (où l'équilibre est défini comme ne s'appuyant pas totalement sur une source d'énergie particulière, si on suppose que des taux d'amélioration similaires s'appliquent à tous les approvisionnements en énergie et aux technologies de pointe).

A2. La position A2 et la famille du scénario décrivent un monde très hétérogène. Le thème sous-jacent est le développement auto concentré et la préservation des identités locales. Les méthodes de **fertilisation**⁷ dans les régions convergentes très lentement, d'où il résulte une population de plus en plus croissante. Le développement économique est principalement orienté vers les régions et la croissance économique par tête et l'innovation technologique sont plus fragmentés et moins rapides que les autres scénarii.

B1. La position B1 et la famille de scénarios décrivent un monde convergeant avec la même population mondiale, qui augmente au milieu du siècle et diminue peu après, comme dans le scénario A1, mais avec un changement rapide des structures économiques vers une économie des services et de l'information, avec des réductions de l'intensité matérielle et l'introduction des technologies propres et économes. L'accent est mis sur des solutions globales pour une **durabilité**⁷ économique, sociale et environnementale, y compris sur l'amélioration des règles d'équité et sans initiatives climatiques supplémentaires.

B2. La position B2 et la famille de scénarios décrivent un monde dans lequel l'accent est mis sur les solutions locales pour une durabilité économique, sociale et environnementale. C'est un monde caractérisé respectivement par une population de plus en plus croissante, à un rythme inférieur à celui de la position A2, de niveaux intermédiaires de développement économique, et une innovation technologique moins rapide et plus diversifiée que celle des positions B2 et A1. Alors que le scénario est également orienté vers une protection environnementale et une équité sociale, il se focalise sur les niveaux local et régional.

Emission Scenarios of the IPCC Special Report

A1. The A1 storyline and scenario family describes a future world of very rapid economic growth, global population that peaks in mid-century and declines thereafter, and the rapid introduction of new and more efficient technologies. Major underlying themes are convergence among regions, capacity building and increased cultural and social interactions, with a substantial reduction in regional differences in per capita income. The A1 scenario family develops into three groups that describe alternative directions of technological change in the energy system. The three A1 groups are distinguished by their technological emphasis: fossil-intensive (A1F1), non-fossil energy sources (A1T) or a balance across all sources (A1B) (where balanced is defined as not relying too heavily on one particular energy source, on the assumption that similar improvement rates apply to all energy supply and end use technologies).

A2. The A2 storyline and scenario family describes a very heterogeneous world. The underlying theme is self-reliance and preservation of local identities. **Fertility**⁷ patterns across regions converge very slowly, which results in continuously increasing population. Economic development is primarily regionally oriented and per capita economic growth and technological change more fragmented and slower than other storylines.

B1. The B1 storyline and scenario family describes a convergent world with the same global population, that peaks in mid-century and declines thereafter, as in the A1 storyline, but with rapid change in economic structures toward a service and information economy, with reductions in material intensity and the introduction of clean and resource-efficient technologies. The emphasis is on global solutions to economic, social and environmental **sustainability**⁷, including improved equity, but without additional climate initiatives.

B2. The B2 storyline and scenario family describes a world in which the emphasis is on local solutions to economic, social and environmental sustainability. It is a world with continuously increasing global population, at a rate lower than A2, intermediate levels of economic development, and less rapid and more diverse technological change than in the B1 and A1 storylines. While the scenario is also oriented towards environmental protection and social equity, it focuses on local and regional levels.

Tiré du 4^{ème} rapport spécial des scénarii d'émission de 2000. | Taken from IPCC Special report on Emission Scenarios 2000. IPCC TAR, Third Assessment Report,[1].

Au cours des dernières décennies, les températures moyennes ont considérablement augmenté et la quantité et la répartition des précipitations ont également changé. Ce phénomène a été prouvé à l'échelle mondiale. Dans les années à venir, le taux de réchauffement global pourrait même être encore plus élevé qu'aujourd'hui.

Le Groupe d'experts Intergouvernementaux sur l'Évolution du Climat (GIEC), en tant qu'institution intergouvernementale créée par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) étudient les futurs changements possibles du climat mondial. Le GIEC élabore différents scénarii possibles d'un développement économique et social pour les siècles à venir. Ces scénarii constituent une base de calcul des modèles climatiques qui simulent les probables changements futurs. En 2100, la température en Afrique aura augmenté de 5,9 °C de la marge continentale selon les simulations climatiques extrêmes.

Ici, nous comparons l'effet possible du **changement climatique** sur la diversité végétale de l'Afrique de l'Ouest sur la base de deux scénarii différents: dans le scénario modéré B1- les températures globales pourraient augmenter de 2 °C au cours du prochain siècle. Le scénario extrême A1FI- prévoit à une augmentation attendue de

changed accordingly. This phenomenon has been proven true also at a global scale. In the future, the rate of global warming may be even higher than today.

As a scientific intergovernmental institution set up by the World Meteorological Organization (WMO) and by the United Nations Environment Programme (UNEP), the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) investigates possible future changes of the global climate. The IPCC built up different scenarios of possible economic and societal development for the next century. These scenarios form the baseline for the calculation of climate models that make simulations of likely changes of climate in future. The temperature rise across Africa by 2100 may be as high as 5.9 °C in continental average according to the extreme climate simulations.

Here, we compare the possible impact of **climate change** on plant diversity in West Africa based on two different scenarios: under the moderate B1-scenario global temperatures may rise by roughly 2 °C during the next century. The more extreme A1FI-scenario leads to an expected temperature rise of 4 °C until 2100 [3].

For West Africa, future scenarios predict a pronounced increase

la température de l'ordre de 4 °C jusqu'en 2100 [2].

Pour l'Afrique de l'Ouest, les futurs scénarii prédisent une augmentation prononcée de la température et un changement modéré des précipitations. Ainsi, la disponibilité en eau pourrait diminuer dans la plupart des zones, situation très peu favorable aux biotopes de la plupart des espèces. Du fait de l'élévation drastique des températures, l'augmentation modérée des précipitations pourrait ne pas compenser l'**évapotranspiration** élevée de façon à maintenir la richesse de la **biodiversité** actuelle d'une grande partie de l'Afrique.

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET REPARTITION DES ESPECES

Les futurs scénarii de changement climatique peuvent être utilisés pour analyser les changements possibles dans la répartition des espèces végétales de l'Afrique de l'Ouest. Premièrement, les conditions spécifiques du climat dans lesquelles les espèces peuvent évoluer sont déterminées. En connaissant les conditions favorables et non favorables à la pérennité des espèces, il est possible d'analyser pour chaque espèce, les conséquences possibles du changement climatique sur celles-ci. Ainsi, la connaissance des préférences climatiques des espèces est combinée aux différents scénarios climatiques

in temperature and only moderate changes in precipitation. Hence, water availability may decrease in most areas, and habitats become generally less suitable for most of the species. Due to the drastic temperature rise, the moderate increase in precipitation may not compensate for the higher **evapotranspiration** in order to maintain its present species richness for most of Africa.

CLIMATE CHANGE AND SPECIES DISTRIBUTIONS

The future climate change scenarios can be used to analyse possible changes in the distribution of West African plant species. First, the specific climate conditions at which species are able to grow are determined. By knowing which conditions are still suitable and which conditions may not be longer suitable for the persistence of a species, the possible consequences of climate change can be analysed for individual species. For this purpose, the knowledge of the climatic preferences of species is combined with different future climate scenarios. For every area of West Africa, it is therefore possible to estimate whether a species may occur there today, and whether it may still occur there in the future.

à venir. Pour chaque région d'Afrique, il est désormais possible de prédire si une espèce peut apparaître aujourd'hui, ou si elle apparaîtra à l'avenir.

Le changement climatique présente plusieurs conséquences sur la répartition des espèces.

- Les conditions climatiques peuvent devenir en général plus appropriées à l'avenir. Dans ce cas, les espèces maintiennent leur zone actuelle et peuvent même coloniser de nouvelles régions.
- Le climat peut devenir en général moins favorable. L'aire de répartition des espèces peut ainsi se réduire à une fraction de sa taille d'origine et les espèces peuvent localement disparaître dans une partie de leur **habitat**⁷ naturel.
- La région qui possède des conditions climatiques appropriées à l'apparition des espèces change de situation géographique et seule une partie reste inféodée à la zone d'origine. C'est le cas le plus susceptible d'arriver. Les espèces peuvent disparaître localement dans certaines parties de leurs habitats d'origine qui ne sont plus climatiquement appropriées, mais d'un autre côté, peuvent élargir le biotope vers de nouvelles régions plus appropriées hors du biotope.

Climate change may have different consequences for the distribution of species:

- Climate conditions may become generally more suitable in future. In this case, the species maintains its current range and may even expand its range into new areas.
- Climate may become generally more unsuitable. The distribution range of a species may therefore shrink to a fraction of its original range, and the species may become locally extinct in parts of its contemporary range.
- The area that has suitable climate conditions for the occurrence of a species shifts in location and only partly overlaps with the original range. This is the most likely case to occur. The species may become locally extinct in those parts of its original range not longer climatically suitable, but on the other hand may expand its range into new suitable areas outside its contemporary range.

Altogether, it is very difficult to predict whether a certain change in climate conditions in the end really affects the current distribution of a species. Individuals may persist even under unsuitable climate conditions for a long time, and new

De manière globale, il est difficile de prédire si un certain changement des conditions climatiques affectera véritablement la répartition actuelle des espèces. Les individus peuvent vivre longtemps même dans des conditions climatiques non appropriées et les nouvelles régions peuvent ne pas être atteintes et colonisées immédiatement par les espèces. Ainsi, les cartes insérées dans ce chapitre montrent les tendances générales des déterminants du changement climatique et leurs influences sur les habitats naturels des espèces et ne doivent pas être interprétées comme des prédictions fiables.

COMMENT SERA LE PROBABLE FUTUR DE LA DIVERSITE VEGETALE EN AFRIQUE DE L'OUEST ?

L'Afrique est peut-être le continent le plus vulnérable au changement climatique dans le monde [1]. La plupart des pays fortement peuplés sont confrontés à des élévations particulières de températures. Conséquence, l'accès à la nourriture, à l'eau, aux médicaments et aux revenus pourrait devenir plus difficile dans le futur. L'agriculture pluviale qui est de loin le système agricole le plus utilisé en Afrique, est très vulnérable même pendant les faibles changements de la disponibilité en eau. Les possibles changements de température et de précipitations dans certaines régions semi-arides peuvent

suitable areas may not be reached and colonised by species immediately. Hence, the presented maps of this chapter show general tendencies of climate-change-driven pressure on habitat suitability of species and should not be interpreted as reliable predictions.

WHAT IS THE POSSIBLE FUTURE OF PLANT DIVERSITY IN WEST AFRICA?

Africa is the continent possibly most vulnerable to climate change worldwide [1]. Many of the densely populated areas are confronted with a particularly high increase in temperature. As a consequence, access to food, water, medical treatment and income may become more difficult in future. Rainfed agriculture, the by far most common agricultural system in Africa, is very vulnerable to even slight shifts in water availability. The possible changes in temperature and precipitation may in many semi-arid areas shift the level of productivity in a way that certain forms of agricultural production may not longer be profitable. The IPCC calculates that by 2020 half of the productivity of African rainfed agriculture may get lost, and more than 250 million people may be affected by water deficiency.

baisser, le niveau de productivité de telle sorte que certaines productions agricoles ne soient plus rentables. Le GIEC estime que d'ici 2020, la moitié de la productivité de l'agriculture pluviale africaine pourrait disparaître et que plus de 250 millions de personnes pourraient être affectées par le manque d'eau.

Les conséquences possibles du changement climatique sur la répartition des espèces dépendent fortement du scénario du changement climatique sous-jacent. En général, le changement vers des conditions climatiques plus chaudes mais non plus humides dans le futur se reflète par un changement futur de la taille prédite par espèce (démontré ici par le modèle climatique HadCM3). Pour la plupart des espèces, la taille de leurs futures aires de répartition diminuera de façon significative comparée à celle d'aujourd'hui [3]. Ce phénomène est indépendant du scénario de changement climatique choisi. Toutefois, l'amplitude de la taille du biotope dépend fortement de l'amplitude du changement climatique supposé. Pour l'Afrique Continentale, on remarque un grand déclin des espèces potentielles dans les régions sèches, les plus petits changements interviendraient dans les régions à faible altitude et dans les régions montagneuses. En Afrique de l'Ouest, respectivement, la richesse spécifique actuelle suit les gradients climatiques prononcés des

zones côtières chaudes humides vers des climats plus secs du nord (Sahel). Ces espèces seront affectées différemment par les changements climatiques. Selon les modèles, le pourcentage de perte de la richesse spécifique potentielle en 2100 pour le scénario +4 °C atteindra la barre de plus de 50 % dans la région Nord Sahélienne, mais également dans les zones frontalières entre le Burkina Faso et la Côte d'Ivoire, et dans les parties de la zone côtière. (Carte. 9.4). La plus petite perte en espèces paraît intervenir dans les marges Sud-Ouest de la zone d'étude aux frontières entre la Côte d'Ivoire et le Libéria, une zone caractérisée à ce jour par des conditions climatiques extrêmement humides.

En général, le possible changement absolu du nombre d'espèces donne une image plutôt dramatique des scénarios de plus de 2°C et des scénarii de plus de 4 °C (Carte. 9.2, Carte. 9.3). Pour la plupart des régions, le nombre d'espèces potentielles diminue de plusieurs centaines, indiquant un changement d'ensemble vers le Sud des zones de végétation et de la richesse en espèces (Carte 9.4).

The possible consequences of climate change on species distributions depend strongly on the underlying climate change scenario. Generally, the shift towards warmer but not consistently wetter climate conditions in future is reflected by a change of predicted future range size per species (shown here for the HadCM3 climate model). For most of the species, the size of their future distribution ranges shrinks significantly as compared to today [3]. This phenomenon is independent of the selected climate change scenario. However, the magnitude of range size change depends strongly on the magnitude of climate change assumed.

For the continental Africa, the strongest decline in potential species appears in dryland areas, the least changes appear in tropical lowland areas and afro-montane areas. In West Africa, respectively, contemporary species richness follows the pronounced climatic gradients from the moist and warm coastal area to much dryer climates in the north (Sahel). This species richness will be affected differently by climate change. According to the models, the percentage loss of potential species richness in 2100 for the +4 °C scenario reaches more than 50 % in the northern Sahelian area, but also at the border between

Burkina Faso and Côte d'Ivoire, as well in parts of the coastal area (Map 9.4). The lowest relative loss in species appears to occur in the south-western margin of the study area at the border between Côte d'Ivoire and Liberia, an area that is characterized by extremely moist climate conditions today.

Altogether, the absolute possible change in species richness numbers indicates quite a dramatic picture for the plus 2 °C scenarios as well as for the plus 4 °C scenario (Map. 9.2, Map 9.3). For most areas, the potential species numbers decrease by several hundreds, indicating an overall southward shift of vegetation zones and species richness (Map 9.4).

MITIGATION AND ADAPTATION: COMBATING THE NEGATIVE IMPACT OF CLIMATE CHANGE

The findings presented here indicate that West Africa's **biodiversity**⁷ is under severe threat by climate change [3]. As a consequence, the functionality of **ecosystems**⁷ may change, which can lead to a shift and breakdown of specific ecosystem services (compare chapter 9.2: *Conflicts of land use change and biodiversity*). Therefore, it is very important to develop and implement appropriate strategies for climate change mitigation and

MIGRATION ET ADAPTATION: COMBATTRE L'EFFET NEGATIF DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les résultats présentés ici indiquent que la biodiversité Ouest Africaine est sévèrement menacée par les changements climatiques [3]. Comme conséquence, la fonction des **écosystèmes** pourrait changer, ce qui mènerait à un changement et à un arrêt des services spécifiques à l'écosystème. (Comparer au Chapitre 9.2 : *Conflits entre l'utilisation des terres et de la biodiversité*). Ainsi, il est très important de développer et de mettre en oeuvre des stratégies appropriées pour l'adaptation et la réduction des effets du changement climatique. Les efforts consentis pour réduire la vitesse actuelle des changements climatiques sont très importants pour la réduction des effets de la plupart des amplitudes drastiques du changement climatique. Ceux-ci pourraient se traduire plus efficacement par la réduction du taux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère c'est-à-dire en brûlant moins de combustibles fossiles, particulièrement les savanes; et par la mise sur pied des systèmes de réduction effectifs de la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère. La croissance des plantes est un facteur très important dans ce contexte, étant donné que les plantes utilisent le dioxyde de carbone atmosphérique pour produire la biomasse. Ainsi, le développement des stratégies d'utilisation des

adaptation. Very important for the mitigation of the most drastic magnitudes of climate change are efforts to decelerate the speed of the further progress of climate change. This might be done most effectively by reducing the release of carbon dioxide into the atmosphere by fossil fuel burning as well as burning of savannas, and to build up systems to effectively reduce the carbon dioxide content of the atmosphere. Plant growth is a very important factor in this context, as plants use the atmospheric carbon dioxide to build up biomass. Therefore the development of land use strategies that maximize the standing biomass and carbon storage in the soil are most favourable. However, the mitigation efforts – in the short run – will not be able to stop climate change, and it is more than likely that the climate may further change in the next decades. Hence, appropriate strategies to deal with its consequences are needed. This includes, amongst others, the adaptation of agricultural production, for example by use of more drought tolerant crop varieties, or by a spatial shift of cultivated land into climatically more stable and more suitable areas. All these actions – however – should not lead to a further destruction of natural habitats and protected areas, as these areas have a very important

terres qui maximisent la biomasse actuelle et le stockage de carbone dans le sol est plus favorable.

Toutefois, les efforts de limitation - dans un proche avenir ne suffiront plus pour arrêter le changement climatique. Désormais, il est plus que nécessaire de trouver des stratégies appropriées de gestion de ses conséquences. Celles-ci incluent entre autres l'adaptation de la production agricole, par exemple en utilisant davantage de variétés de cultures tolérantes à la sécheresse, ou en changeant de terres cultivables vers les régions climatiquement plus stables et appropriées. Cependant toutes ces actions ne doivent pas conduire à une destruction supplémentaire des habitats naturels et des aires protégées, puisque ces zones ont une fonction régulatrice très importante. Il est très important de sensibiliser le public à ce sujet à travers une éducation et un renforcement des capacités comme conditions préalables d'un développement humain durable aujourd'hui et demain.

regulatory function. Altogether, it is very important to raise public awareness on this topic by education and capacity building as a precondition for sustainable human development today and in the future.

9.2

Conflicts entre l'utilisation des terres et de la biodiversité des prochaines décennies

Katharina SABELLEK
Jan Henning SOMMER
Sylvestre DA
Jaime GARCIA MARQUEZ
Rüdiger SCHALDACH
Wilhelm BARTHLOTT

L'Agriculture a été identifiée comme l'un des facteurs les plus importants de perte de la **biodiversité**⁷ mondiale. En Afrique de l'Ouest, le développement humain est de plus en plus freiné par la mauvaise utilisation des terres et les effets du **changement climatique**⁷. Du fait de la croissance démographique galopante (Fig. 9.2) et de la forte demande en nourriture, la pression sur la biodiversité va de façon croissante et se traduit par la **dégradation**⁷ des **habitats**⁷, la **fragmentation et la conversion des habitats**⁷ naturels.

La biodiversité est constituée d'une grande variété d'animaux, de plantes et de micro-organismes au niveau génétique, spécifique et écosystémique. Les humains tirent profit de la biodiversité à travers son rôle essentiel dans le fonctionnement de l'**écosystème**⁷. La biodiversité assure l'approvisionnement continu en nourriture et en produits comestibles. Plusieurs espèces végétales sont utilisées par

Conflicts of land use and biodiversity of upcoming decades

Agricultural production builds the major foundation for food production and for ensuring food security. However, agriculture has also been identified as one of the largest contributors to the loss of **biodiversity**⁷ worldwide. In West Africa, human well-being and development is increasingly at risk by unsustainable land use and **climate change**⁷. Because of a growing population (Fig. 9.2) and the subsequent growing demand for food, the pressure on biodiversity due to **habitat**⁷ **degradation**⁷, fragmentation, and conversion of natural **habitats**⁷ is increasing.

Biodiversity comprises the variety of animals, plants and micro-organisms at the genetic, species and **ecosystem**⁷ level. Humans benefit from the maintenance of biodiversity as an essential precondition for ecosystem functionality. In agriculture

les hommes, leur fournissant les nutriments nécessaires et utiles dans la fabrication de milliers d'autres produits. La production agricole dépend énormément de la biodiversité. Cette dernière offrant des fonctions écologiques importantes telles que la **pollinisation**⁷ (deux tiers des espèces végétales sont pollinisées par les animaux) et le contrôle biologique de diverses nuisances. Ces services dépendent de la grande diversité des différentes espèces. Plus de 100 000 espèces d'animaux telles que les abeilles, les papillons, les **coléoptères**⁷ et les chauves-souris sont responsables de la pollinisation des cultures par les animaux [5]. De plus, plusieurs espèces de **prédateurs**⁷ contribuent au contrôle des nuisances et des maladies. Plus de 90 % des insectes potentiellement nuisibles aux cultures sont contrôlés par des ennemis naturels vivant dans des zones proches des champs [5].

Une biodiversité intacte favorise également les systèmes agricoles étant donné qu'elle favorise la fertilité du sol, la fourniture en nutriments, la qualité de l'eau et le cycle. De plus, elle lutte contre les dangers environnementaux tels que l'érosion du sol, les inondations et la sécheresse.

biodiversity ensures the continued supply of food and goods. Many plant species are used by humans, providing an optimal supply of nutrients and offering many thousands of additional products. Agricultural production relies strongly on biodiversity, provisioning important ecosystem services such as **pollination**⁷ (two thirds of all crop species are animal pollinated) and biological pest control. These services depend on a wide diversity of different species: more than 100 000 animal species such as bees, butterflies, beetles (**coleoptera**⁷), birds, flies, and bats are responsible for the pollination of animal pollinated crops [5]. Moreover, many species of beneficial **predators**⁷ contribute to control pests and diseases. More than 90 % of potential crop-insect-pests are controlled by natural enemies living in areas adjacent to farmlands [5].

An intact biodiversity also contributes to agriculture systems as it supports soil fertility, nutrient supply, water quality and cycle. Apart from this it prevents environmental hazards such as soil erosion, flood, and drought. The historical human development relied on this environmental background. A specialized knowledge has been assembled

Le développement historique de l'homme dépend de cet arrière-plan environnemental. Un groupe spécial a été constitué ayant pour rôle de protéger les populations contre les déficits de récolte, les pertes d'animaux, l'infertilité du sol, les variations du climat et autres facteurs menaçants. Une équipe médicale a également été mise sur pied. Aujourd'hui autour de 60 000 espèces végétales sont utilisées dans le monde entier pour la médecine traditionnelle et moderne [5].

L'entretien de la biodiversité est une condition primaire et indispensable au fonctionnement des écosystèmes et à l'approvisionnement des populations en éco services essentiels. Ainsi, le développement durable de l'homme est étroitement lié aux stratégies d'utilisation des terres qui maintiennent un maximum de biodiversité.

UTILISATION ACTUELLE DES TERRES

La strate **herbacée**[?] des espaces ouverts de la savane septentrionale de l'Afrique de l'Ouest est communément utilisée pour le pâturage. L'élevage du bétail est moins abondant vers le sud où les forêts **ombrophiles**[?], se substituent à la végétation des savanes. Les forêts dans la partie Orientale de l'Afrique de l'Ouest sont utilisées pour l'exploitation du bois, les plantations et la culture des plantes.

that protect people against crop failure, animal loss, soil infertility, climate shifts, and other threatening factors. Also medicinal knowledge was collected. Today around 60 000 plant species are used for traditional and modern medicine worldwide [5]. The maintenance of biodiversity is an indispensable precondition for the functionality of ecosystems and the provision of humans with important ecosystem services. Therefore, the sustainable human development is closely linked to land use strategies that maintain a maximum of biodiversity.

CURRENT LAND USE

The **herbaceous**[?] and grassy layer of the open landscapes of the northern savanna of West Africa is commonly used for livestock grazing. Livestock farming is less abundant towards the South, corresponding to the shift in natural vegetation from savanna to rain forests. Forests in the southern parts of West Africa are used for wood extraction, plantations and crop cultivations. The use of arable land for either cultivation of crops or livestock farming largely depends on the environmental preconditions of an area, such as climatic suitability, water availability, and soil quality.

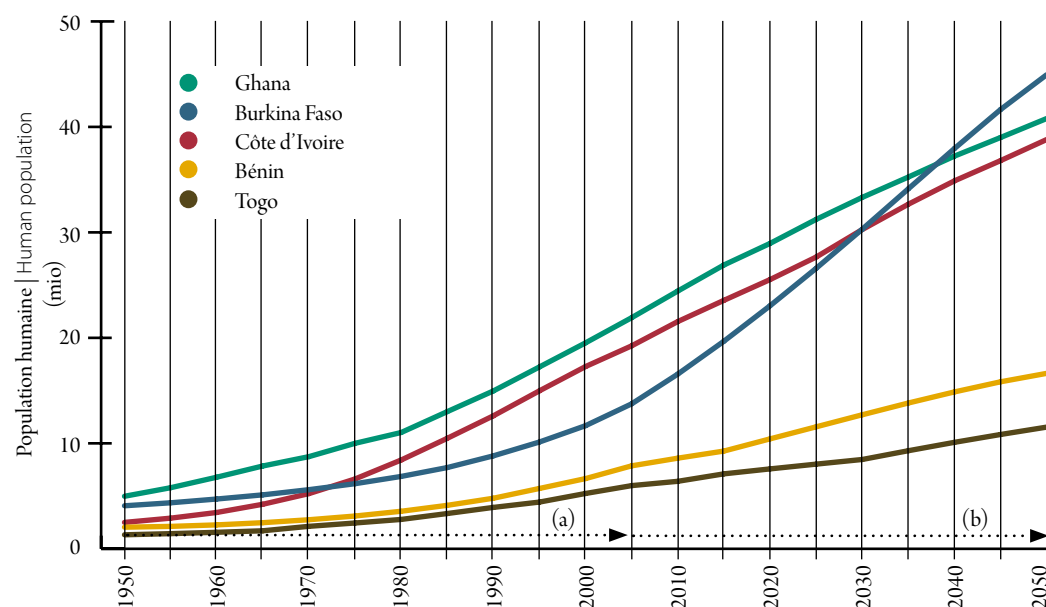


Fig. 9.2: Croissance démographique dans cinq pays d'Afrique de l'Ouest (a) 1950-2005 documentée par l'ONU, (b) 2005-2050 estimée sur la base du «markets first» scénario (UNEP 2008) | Human population growth in five countries of West Africa. (a) 1950-2005 documented by UN, (b) 2005-2050 estimated by the basis of the *markets first scenario* (UNEP 2008).

CURRENT CONFLICTS OF LAND USE AND BIODIVERSITY HOTSPOTS

Since the advent of agriculture roughly ten thousand years ago, a growing human population has required an increasing production of food. This demand was countered by the expansion of agricultural land and the development of more effective technologies and crops with higher yields. However, the intensification of land use in many cases depletes natural resources in an unsustainable way. If the resources removed from an ecosystem exceed the amount that can be regenerated for a longer period of time, it is used unsustainably and the system may lose its functionality and may finally break down completely. It is used unsustainably. There is clear evidence that unsustainable use of land is to a large extent responsible for an increased threat for biodiversity. The most relevant impact of land use on biodiversity is habitat degradation, fragmentation, and conversion of natural habitats to agriculturally used areas. Any exploitation of an ecosystem may degrade the quality of a habitat and thereby impair the living conditions of a particular species; for example, the quality of soil and water within an ecosystem may be affected negatively. The increasing demand of space

L'utilisation d'une terre arable pour l'agriculture ou l'élevage du bétail dépend largement des conditions primaires environnementales d'une région, telles que un climat approprié, la disponibilité en eau et la qualité du sol.

CONFLITS ACTUELS D'UTILISATION DES TERRES ET LES ZONES SENSIBLES DE LA BIODIVERSITE

Depuis l'avènement de l'agriculture il y a près de dix mille ans, les populations du monde en demandent davantage en termes de production alimentaire. Ces demandes ont provoqué l'expansion des terres agricoles et le développement des technologies et des cultures de plus en plus efficaces avec de meilleurs rendements. Toutefois, l'intensification de l'usage des terres dans plusieurs cas diminue les ressources naturelles de façon non durable. Si les ressources extraites d'un écosystème excèdent le taux pouvant être généré sur une longue période, le système entier peut perdre ses fonctionnalités et finir par se dégrader complètement. Il est clair que l'usage non écologique du sol est en grande partie responsable de la menace qui pèse sur la biodiversité. L'impact le plus pertinent de l'usage du sol sur la biodiversité est la dégradation des habitats, la fragmentation et la conversion des habitats naturels en zones cultivables. Toute

for land use often causes fragmentation: the break-up of larger habitats into smaller fractions, which may lose parts of their ecological functions. For example, migration of species, reproduction and interactions of populations may be disrupted. Finally, the conversion of natural habitats into land use area may completely destroy the living conditions of particular species and may thereby change species composition and may even cause local species extinctions.

Biodiversity patterns correspond to the climatic gradient from North to South, with high diversity in the South and lower in the North. At a local scale, other factors are more important, like the variance in topography, water availability and soil conditions. Trade-offs between land use and diversity rich centres arise especially in the south of West Africa where approximately 50 % of natural area is already converted into rangelands for livestock farming. 30 % of the plant diversity centres in Burkina Faso are affected by the expansion of arable land. Based on estimates for the year 2050 in the target countries, the area of conflict is predicted to increase by 15 % (Map 9.5).

exploitation d'un écosystème pourrait dégrader la qualité de l'habitat et par conséquent diminuer les conditions de vie des espèces particulières. Par exemple, la qualité des sols et de l'eau dans un écosystème pourrait être affectée négativement. La demande grandissante des zones cultivables cause souvent la dégradation des habitats les plus larges en petits fragments pouvant perdre certaines de leurs fonctions écologiques. Par exemple, la migration des espèces, la reproduction et les interactions entre les populations peuvent être perturbées. Enfin, la conversion des habitats naturels en zones cultivables peut complètement détruire les conditions de vie des espèces particulières et par conséquent changer la composition spécifique et même causer l'extinction des espèces endémiques. Les caractéristiques de la biodiversité correspondent au gradient climatique Nord-Sud, avec une grande diversité dans le Sud et moins dans le Nord. A l'échelle locale, d'autres facteurs, tels que la topographie, la disponibilité en eau et les conditions édaphiques, sont plus importants. Les conflits entre l'usage des terres et les centres de diversification surviennent particulièrement au Sud de l'Afrique de l'Ouest, où approximativement 50 % des espaces naturels sont déjà couverts de fermes d'élevage. 30 % des centres de diversification des plantes du Burkina Faso sont affectés du fait de

WHAT ARE THE CONFLICTS BETWEEN CERTAIN TYPES OF LAND USE CHANGE AND BIODIVERSITY CONSERVATION ISSUES?

The type and the intensity of land use has different impacts on biodiversity:

Arable cropland

Arable cropland has a direct impact on biodiversity due to fragmentation and conversion of natural habitats. The introduction of amplified technology into land use practices, like the use of machines, fire clearing, drainages and irrigation, lead to an intensification of land use and to larger and homogenized cultivated areas, such as plantations and other croplands (Fig. 9.3). Traditional and sustainable forms of land use cannot compete anymore economically

Fertilizer and **pesticides** are utilized to increase crop yields. Beside the desired effect by the use of chemicals, they often have negative effects, also. The use of pesticides may affect beneficial organisms and thereby may severely alter the species composition of the adjacent ecosystems and hence the

l'expansion des terres arables. Sur la base des prévisions, à l'aube de 2050 dans les pays cibles, on estime que la zone de conflit augmentera de 15 % (Carte 9.5).

QUELS SONT LES CONFLITS ENGENDRES PAR LE CHANGEMENT DE CERTAINS TYPES D'UTILISATION DES TERRES ET LES QUESTIONS SUR LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE?

Le type et l'intensité des méthodes d'utilisation des sols affectent différemment la biodiversité.

Terres cultivables

La mise en culture de nouvelles terres a un effet direct sur la biodiversité du fait de la fragmentation et de la conversion des habitats naturels. L'introduction des technologies de pointe en agriculture, telles que l'utilisation des machines, des techniques de détection des feux de brousse, du drainage agricole et l'irrigation, ont conduit à une intensification de l'utilisation des sols et des espaces cultivables de plus en plus vastes et homogènes tels que les plantations et autres sols cultivables (Fig. 9.3). Les formes traditionnelles et

provision of important ecosystem services (see chapter 9.3: *Impact of cotton cultivation*).

Livestock Farming

Livestock farming in West Africa is characterized by grazing animals such as goats, cattle and sheep (Fig. 9.4). These herbivores, eating grass, herbs, and leaves from shrubs and trees, or even woody twigs across large areas. Plant community structure can be changed: the selective consumption of grasses and herbs by grazing alter the competitive effects of a woodland system. Annual plants are able to recover more easily, but **perennial** plants lose competitive power. Also soil conditions are affected by grazing animals. Their hooves compact the soil, and the destruction of a protective plant cover may accelerate soil erosion. As a result of grazing animals the areas, mostly savannas, have undergone a significant change in species composition. (See in this chapter: *Changing grazing regimes*).

Forestry

Deforestation is one of the most influencing intrusions into an ecosystem. The destruction of habitats directly leads to



9.3

Utilisation actuelle des terres |
Current land use

Fig. 9.3: Terres cultivables. |
Cropland. MBO

Fig. 9.4: Elevage du bétail. |
Livestock farming. MBO

Fig. 9.5: L'exploitation forestière en zone de forêts denses humides. |
Timber logging in the Rain forest zone. JMU



9.4



9.5

écologiques d'utilisation des terres ne peuvent plus être satisfaisantes économiquement.

Les **engrais**⁷ et les **pesticides**⁷ sont utilisés pour augmenter la productivité. En plus des effets escomptés, l'utilisation des engrais chimiques produit également des effets négatifs. L'utilisation des pesticides peut également affecter les organismes bénéfiques et ainsi altérer la composition des espèces des écosystèmes adjacents et par là, la fourniture d'importants éco services. (Voir chapitre 9.3 : *L'impact environnemental de la culture de coton*).

Elevage du bétail

En Afrique de l'Ouest, l'élevage est constitué pour la plupart de caprins, de bovins, et d'ovins (Fig. 9.4). Ces herbivores consomment les graminées et les feuilles d'arbres, d'arbrisseaux ou même les brindilles sur de longues distances. La structure de la communauté des plantes peut être modifiée : la consommation sélective des graminées et des plantes par le pâturage réduit la compétition interspécifique dans le système forestier.

Les plantes annuelles sont capables de se régénérer très facilement mais les plantes **pérennes**⁷ perdent leur capacité compétitive. De même, les conditions du sol sont influencées par l'activité des

troupeaux de bétail. Leurs sabots rendent le sol compact suite au piétinement. La destruction de la couverture végétale (protectrice du sol) accélère le phénomène de l'érosion. Du fait de l'activité des troupeaux de bétail sur les surfaces cultivables, les savanes en particulier ont connu un changement significatif de leur composition spécifique. (voir encadre dans ce chapitre : *Le changement des régimes de pâturage*).

La Forêt

La déforestation est l'un des phénomènes influençant le plus l'écosystème. La destruction des habitats mène directement à une disparition de la biodiversité dans ces zones (voir encadre dans ce chapitre : *Les grenouilles comme indicateurs de la dégradation de la forêt tropicale*). Les forêts tropicales sont parmi les écosystèmes les plus diversifiés de la terre, abritant près de 80 % des espèces les plus connues au monde.

Dans la région australe de l'Afrique de l'Ouest, la végétation naturelle est composée de forêts denses abritant une large gamme d'espèces différentes. Ces forêts sont pour la plupart du temps exploitées et brûlées pour y récolter du bois de chauffe pour la commercialisation et pour gagner des terres arables nécessaires au pâturage, à

biodiversity loss within these areas (see box in this chapter: *Frogs as rain forest degradation indicators*). Tropical forests are among the most diverse ecosystems on earth, holding about 80 % of the world's known species.

In the southern region of West Africa, natural vegetation consists of dense forests that harbour a large number of different species. These forests are to an increasing extent exploited and burned down to sell timber, and to gain arable land for pasture, cultivation of crops, plantations of commodities, human settlements and infrastructure developments (Fig. 9.5). In West Africa only about 20 % of the natural moist forests still remain today, most of these are degraded, nevertheless [6]. Africa suffers from one of the highest rates of deforestation worldwide.

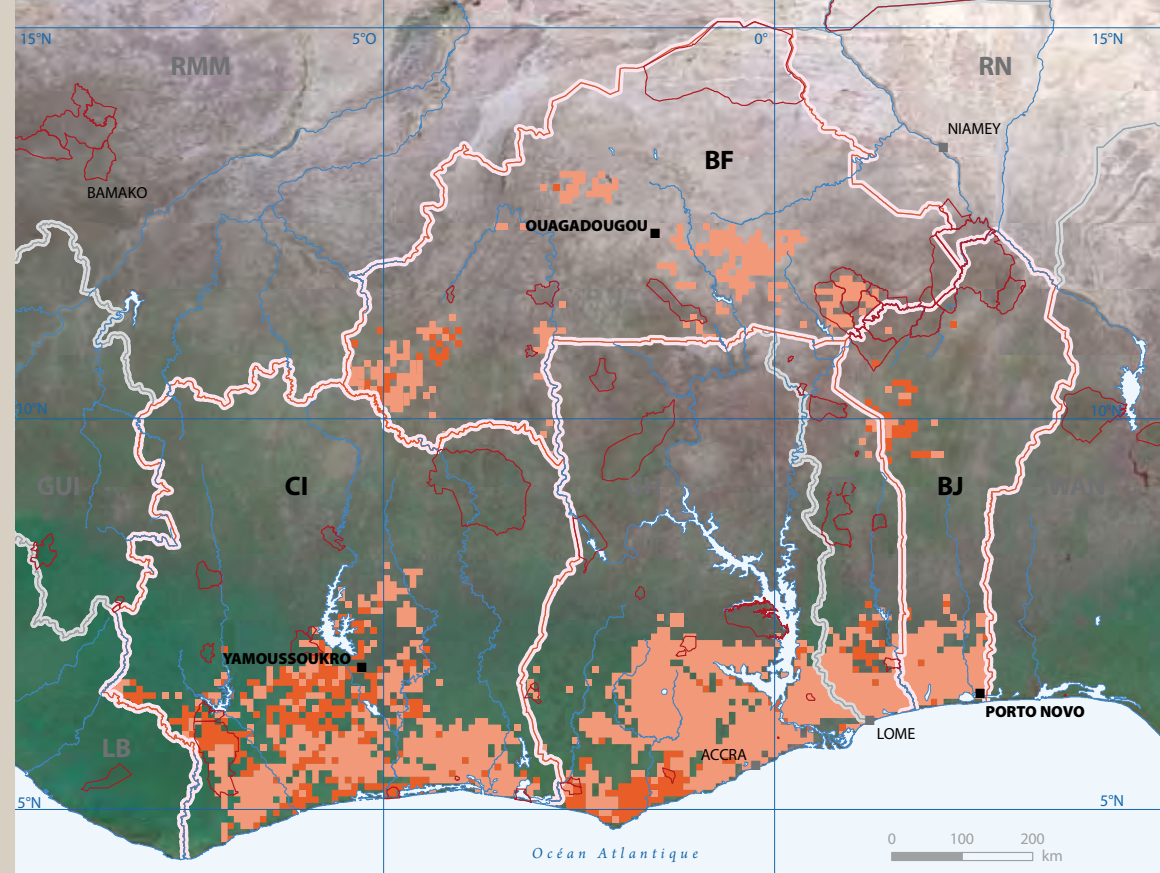
In the northern savanna regions of West Africa the use of wood is constrained to cutting down trees mainly for firewood and building material. 90 % of the human population depends on firewood as the main source of heating and cooking.

HOW WILL LAND USE CHANGE IN WEST AFRICA IN THE UPCOMING DECADES?

There is strong evidence that the current trend of human population growth and the demand for food and natural resources will further increase further in future. As it is impossible to predict what particular changes may happen, different scenarios have been set up that assume possible economic and societal developments for the next century. The here shown example refers to the "Markets First" scenario [7], which suggests that most of the world adopts the values and expectations of market-driven developments prevailing in today's industrialized countries. The scenario assumes a population growth in Africa from about 800 million people in 2000 to more than 1.9 billion in 2050 (for target countries see Fig. 9.2). This leads to a growing demand for food and hence a large increase of crop and livestock production.

Higher productivity by land use intensification can only partly compensate for this demand: There will be a strong pressure on additional areas formerly not in use being converted into cropland and rangeland. Map. 9.6 and figure 9.6 show the two main trends in the **BIOTA**⁷ West target countries:

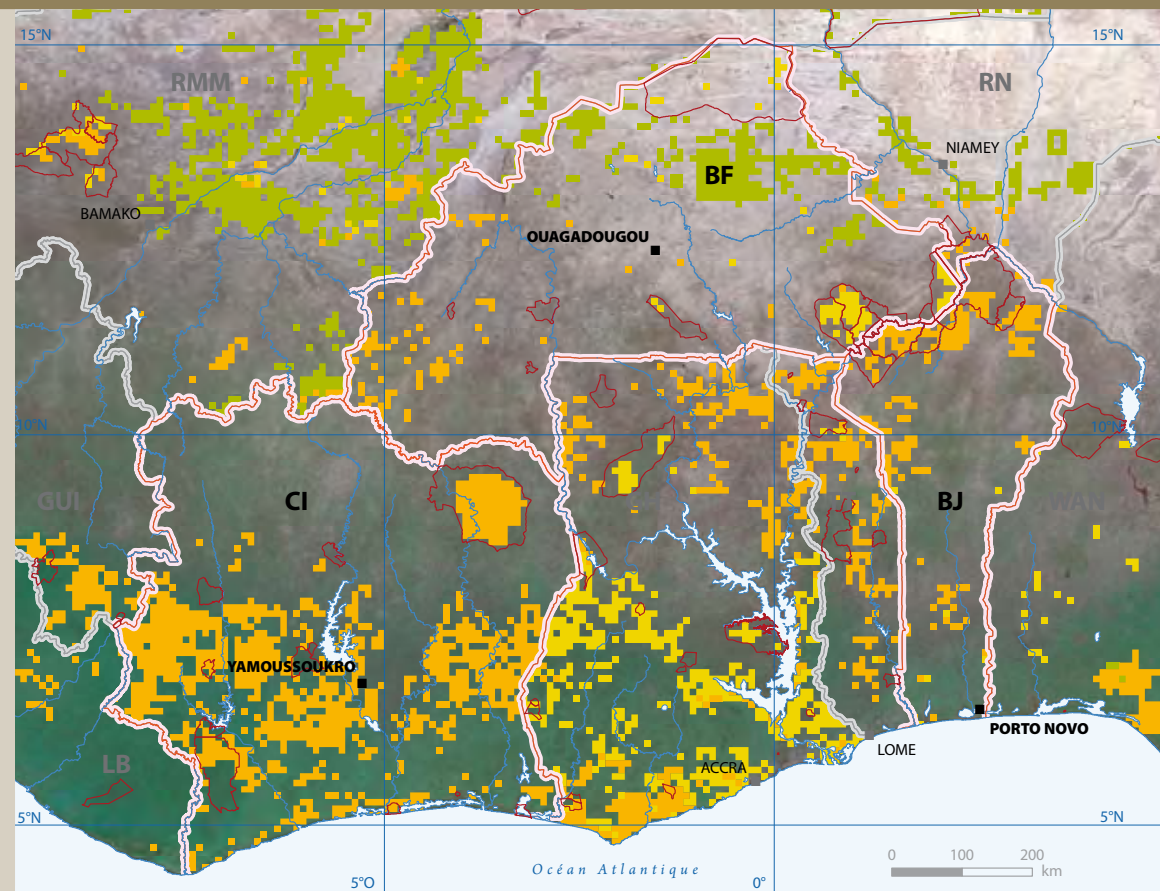
Conflit entre la biodiversité et la gestion de terroir	Conflict between high biodiversity and land use
en le an 2000	in the year 2000
en plus en 2050	additionally in 2050
Aires protégées	Protected Areas



Carte 9.5: Zones de conflits entre la grande biodiversité et l'utilisation des terres.

Map 9.5: Areas of conflict between high biodiversity and land use.

Changement de la gestion de terroir de 2000 à 2050	Land-use change from 2000 to 2050
terres boisées → zones agricoles	woodland → cropland
terres boisées → zones de pâturage	woodland → rangeland
zones agricoles → zones de pâturage	cropland → rangeland
Aires protégées	Protected Areas



Carte 9.6: Zones de changement potentiel de l'utilisation des terres causé par la croissance de la population (2000 – 2050).

Map 9.6: Areas of potential land use change due to population growth (2000 – 2050).

l'agriculture, aux plantations des produits de base, à la construction des maisons et au développement des infrastructures. (Fig. 9.5) En Afrique de l'Ouest seulement près de 20 % des forêts humides ont résisté jusqu'à ce jour, bien que la plupart d'entre elles se dégradent progressivement [5]. L'Afrique souffre de l'un des plus grands taux de déforestation du monde.

Dans les savanes du Nord de l'Afrique de l'Ouest, l'utilisation du bois passe par la coupe des arbres principalement utilisés comme bois de chauffe et matériel de construction. 90 % de la population mondiale utilise le bois de chauffe comme la principale source d'énergie pour la cuisson.

COMMENT L'USAGE DE LA TERRE PEUT-IL CHANGER EN AFRIQUE DE L'OUEST DANS LES DECENNIES A VENIR ?

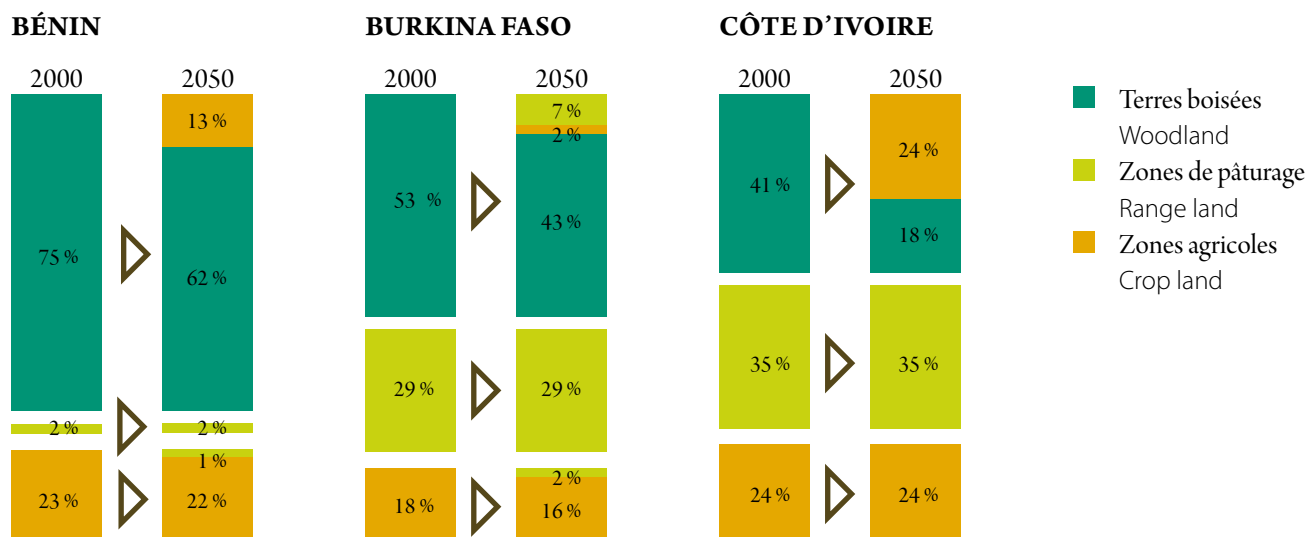
Il est évident que la tendance actuelle de croissance de la population humaine et la demande en nourriture et en ressources naturelles augmenteront encore dans le futur. Du fait de l'incertitude des prédictions, plusieurs scénarii ont été développés pour prédire les développements économiques et sociétaux probables au cours du siècle prochain. Puisqu'il est impossible de prédire les changements

qui surviendront de manière particulière, différents scénarii ont été développés en supposant de possibles développements économiques et sociétaux à venir dans le siècle prochain. Les exemples pris ici font référence au scénario des «Marchés préférentiels» [7], selon lesquels le monde entier devrait adopter les valeurs et attentes du développement axé sur le marché qui prédomine actuellement dans les pays industrialisés. Ce même scénario prévoit que la croissance de la population Africaine qui était de 800 millions de personnes en 2000 va croître à plus de 1.9 milliards en 2050 (pour les pays concernés voir la figure 9.2). Ceci va entraîner une demande croissante en nourriture et par là même, une augmentation des productions agricoles et animales.

Le taux de productivité élevé généré par l'intensification de l'utilisation des sols ne peut que partiellement compenser cette demande. Il y aura une grande demande de zones supplémentaires précédemment non utilisées, elles seront converties en terres cultivables et parcours naturels. La carte 9.6 et la figure 9.6 montre deux principales tendances dans les biotes Ouest des pays cibles.

En Côte d'Ivoire, on prévoit une forte conversion des forêts tropicales en terres cultivables dans le Centre Régional Guinéo-Congolais

Fig. 9.6: Changement potentiel dans l'utilisation des terres entre 2000 et 2050 en raison de la croissance démographique (en %); les zones urbaines < 1% et les changements de l'utilisation des terres < 1% ne sont pas représentés. | Potential land use change from 2000 to 2050 due to population growth (in %), urban area < 1 % and land use changes < 1 % not shown.



d'**endémisme**⁷ [8] ; ce qui constitue une menace particulière pour de nombreuses espèces.

- Au Burkina Faso, dans la région Soudanienne d'**endémisme**⁷ [8], on s'attend à une conversion des savanes arborées et arbustives en fermes d'élevage. Le surpâturage dans ces zones arides constitue une menace qui pourrait entraîner une baisse significative de la diversité végétale.
- Du fait d'une prévision limitée de la croissance démographique, l'intensification des systèmes d'utilisation des terres n'a pas été abordée à grande échelle pour le cas du Bénin par ce présent modèle.
- Ceci est alarmant, cependant dans les trois pays ciblés d'importantes aires protégées telles le Parc National de la Comoé (Côte d'Ivoire), ou le complexe WAP (Burkina Faso et Bénin) sont prévues pour évaluer le système d'utilisation des terres causé par la demande croissante en alimentation et des biens, couplés aux changements des habitats et la perte des espèces.

PERSPECTIVES

Le développement durable de l'Afrique de l'Ouest fait face à des défis substantiels à cause de la croissance de la population humaine,

- In Côte d'Ivoire a high pressure of conversion of tropical forest into cropland in the Guineo-Congolian regional centre of **endemism**⁷ [8] is predicted, threatening especially species rich habitats.
- In Burkina Faso in the Sudanian region of endemism [8] a conversion of savanna woodlands into range land is expected. An increased grazing pressure in these draught threatened areas is thought to lead to a significant decline in plant diversity.
- Due to a more moderate predicted growth of human population, land use change in the sense of intensification is not found for Benin on a large scale by the presented model.

Alarming however is the fact, that in all three countries, important protected areas such as the Comoé National park (Côte d'Ivoire) or the WAP-complex (Burkina Faso and Benin) are predicted to undergo land use change, caused by a growing demand for food and goods, which is associated with habitat change and species loss.

de l'intensification de l'utilisation des terres et du changement climatique. Les objectifs de conservation de grande valeur ont besoin d'être identifiés et mis en application en vue de diminuer le conflit de conservation pour freiner la menace durable qui pèse sur la biodiversité. Ce défi ne peut être relevé que par la création d'une conscience publique à travers une éducation appropriée et un renforcement des capacités, en plus du développement et de la mise en application des décisions politiques aux niveaux communal, national et international.

OUTLOOK

West Africa's sustainable development is facing substantial challenges due to human population growth, land use intensification and climate change. High priority conservation targets need to be identified and implemented in order to alleviate conservation conflicts to constrain the growing threat on biodiversity. This challenge can only be addressed by creating public awareness via appropriate education and capacity building, as well as implementation and dissemination of political decisions on communal, national and international level.

Les grenouilles comme indicateurs de dégradation des forêts tropicales

Annika HILLERS, Patrick Joël ADEBA, Mark-Oliver RÖDEL

La **biodiversité**⁷ des amphibiens de forêt change et diminue suite à la **fragmentation des forêts**⁷ (ex : changement de taille et de **connectivité**⁷ de la forêt) et la **dégradation**⁷ de l'**habitat**⁷ (ex : changement de la structure de la végétation). Les grenouilles de litière semblent ainsi plus sensibles à la qualité de l'habitat qu'à la taille et le niveau de fragmentation des forêts. Quelques petites forêts demeurent des habitats appropriés pour les grenouilles forestières pour le temps que ces forêts restent en état primaire avec des habitats aquatiques qui sont nécessaires pour la reproduction des grenouilles. Les grenouilles de forêt peuvent être des indicateurs du statut de dégradation et ainsi la qualité des forêts en zone tropicale.

Ceci a été démontré dans une étude menée dans la région de Taï au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire [9]. Le nombre d'espèces et la diversité des amphibiens des fragments de forêt étaient faibles en comparaison avec celles des forêts primaires continues. La structure et la composition des communautés de grenouilles étaient altérées dans les fragments de forêt. Le nombre d'espèces ou le changement dans la composition des communautés n'étaient pas

liées à la taille du fragment ou à la distance qui le sépare de la forêt continue voisine. Les changements semblaient être plutôt provoqués par la dégradation de l'habitat. La disponibilité des sites aquatiques pour la reproduction, la structure de la végétation (y compris les variables indiquant la dégradation, ex : la réduction de la **canopée**⁷ et une strate de végétation inférieure plus dense) et la couverture des feuilles mortes ont une grande influence sur la présence ou l'absence des espèces particulières. Certaines espèces liées aux forêts (ex : *Phrynobatrachus annulatus*, *Cardioglossa occidentalis*, et *Kassina lamottei*) ont disparu dans les fragments de forêt alors que les espèces de savane et de forêt secondaire (ex: *Phrynobatrachus latifrons* et *Astylosternus occidentalis*) étaient présentes.

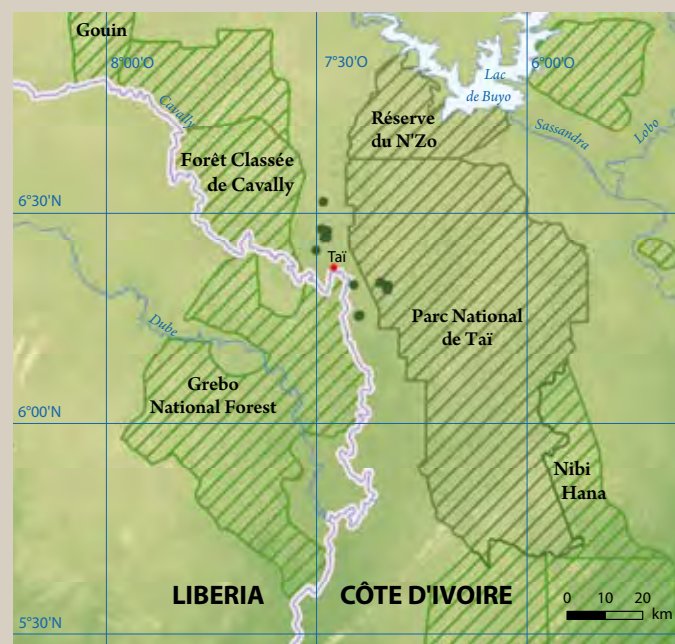
Dans la forêt primaire (Parc National de Taï), des sites d'observation proches avaient des communautés d'espèces d'amphibiens similaires. Cependant, cette observation n'était pas liée à la similarité de l'habitat observé. Ceci pourrait s'expliquer par l'existence d'un pool d'espèces de forêt duquel les membres de communautés d'amphibiens se recrutent par hasard. Pour les fragments de forêt, la similarité des assemblages de grenouilles est positivement corrélée à la proximité géographique et à la similarité de l'habitat. L'absence de certaines espèces de forêt dans les habitats forestiers fragmentés pourrait être interprétée comme un effet négatif de la fragmentation de l'habitat à long terme.

Comparée avec le niveau de fragmentation l'importance prédominante de la qualité de l'habitat pour la biodiversité des amphibiens pourrait s'expliquer par la situation géographique des fragments de forêt. Ils sont situés entre les deux principales régions forestières de l'Afrique de l'Ouest, le Parc National de Taï et la forêt à l'ouest de la Rivière de Cavally au Libéria. Ces blocs de forêt peuvent probablement stabiliser le climat des forêts **ombrophiles**⁷ au niveau régional et pourraient diminuer les effets de la fragmentation, ex : des conditions climatiques arides liées à la fragmentation de la forêt tropicale. De plus, les couches de litière de feuilles sèches qui étaient plus épaisses dans les fragments de forêts pourraient avoir affaibli les changements microclimatiques suivant la fragmentation.

En conclusion, vu l'ensemble des effets négatifs de la fragmentation des forêts, concernant le nombre d'espèces et la diversité des amphibiens, il est évident qu'un accroissement de la fragmentation et de la dégradation de l'habitat forestier doit être évité dans la zone de Taï en faveur de maintenir la grande diversité de la sous région forestière de la Haute Guinée. Le fait que les grenouilles de litière soient plus sensibles à la qualité de la forêt qu'à leur taille et au niveau de fragmentation, indique qu'aussi des petites forêts peuvent servir comme habitat pour les espèces forestières et contribuent à maintenir la biodiversité pour le temps qu'elles ne sont pas dégradées.

Les effets de la fragmentation de la forêt en Afrique de l'Ouest doivent également d'être testés dans des zones moins boisées, comme dans la région de Lamto [10]. Ces investigations pourraient clarifier si les grands blocs de forêt ont des effets stabilisateurs sur le climat des forêts tropicales et donc sur le niveau de biodiversité.

Points de collecte de grenouilles • Collecting points of frogs
Forêt classée  Classified forest
Réserve de l'UICN  IUCN protected area



Carte 9.7: Points de collecte dans le Parc National de Taï
Map 9.7: Location of collecting points in the Taï National Park.

Frogs as rain forest degradation indicators

Biodiversity⁷ of forest amphibians changes and decreases in the wake of forest fragmentation (defined as changes in size and **connectivity**⁷ of the forest **habitat**⁷) and habitat **degradation**⁷ (defined as changes in vegetation structure). Leaf-litter frogs thereby seem to be more sensitive to habitat quality than to sheer size and fragmentation level of forest habitats. Smaller forests may still remain suitable habitats for forest frogs, as long as these forests are not degraded. Forest frogs show an outstanding suitability as indicators for the degradation status and thus the habitat health of tropical rain forests.

This could be shown in a study in the Taï region in south-western Côte d'Ivoire [9]. In comparison to continuous primary forests, amphibian species richness and diversity were lower and frog assemblage composition was altered in forest fragments. But species richness or the change in species composition was not significantly related to forest fragment size or the distance to the next continuous forest. Instead, changes seemed to be mainly caused by habitat degradation.

Availability of aquatic sites for breeding, vegetation structure (including those variables indicating degradation, e.g. reduced **canopy**⁷ cover and thicker vegetation in lower strata), and leaf-litter cover had the most influence on the presence or absence of single species. Some true forest species (e.g. *Phrynobatrachus annulatus*, *Cardioglossa occidentalis*, and *Kassina lamottei*) were missing in fragments, while savanna species and secondary forest species (e.g. *Phrynobatrachus latifrons* and *Astylosternus occidentalis*) could be found.

The closer two observation sites in the primary forest (Taï National Park) were located to each other, the higher was the similarity in their amphibian species community. Surprisingly, this was independent of the similarity of the habitat observed. This might be explained by the existence of a forest wide species pool from which local assemblages recruit their members by chance. Between forest fragments the similarity of frog assemblages was positively correlated to both, spatial proximity and habitat similarity. The observed lack of forest species in fragmented habitats may be interpreted as a negative long-term effect of **habitat fragmentation**⁷.

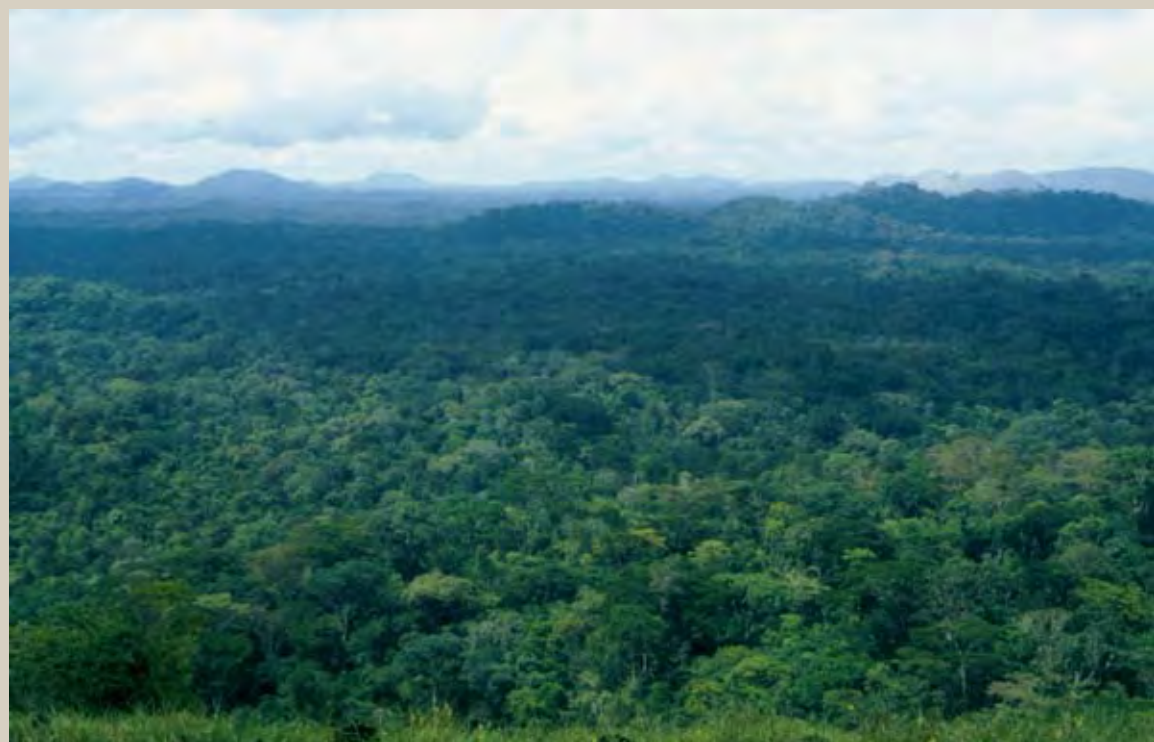
The predominant importance of habitat quality over the level of fragmentation for amphibian biodiversity may be explained by the geographic location of the forest fragments. They were situated between the two major extant West African forest regions, the Taï National Park and the Liberian forest block west of the Cavally River. These forest blocks possibly stabilize the regional rain forest climate and thus may mitigate effects like e.g. drier climatic conditions related to habitat fragmentation of rain forest. In addition, thicker leaf-litter layers found in the observed forest fragments may have buffered

microclimatic changes following fragmentation.

Nevertheless, in the light of the observed overall negative effect of forest fragmentation on amphibian species richness and diversity, it is evident that further forest fragmentation and habitat degradation in the Taï area should be avoided in order to maintain the high amphibian diversity of this Upper Guinea forest subregion. The fact that leaf-litter frogs are more sensitive to forest quality than to sheer size and fragmentation level indicated that smaller forests may remain suitable habitats for forest frogs as long as these forests are not degraded.

The effects of forest fragmentation in West Africa need to be tested also in less forested areas, as in the Lamto region [10]. This could clarify if larger forest blocks actually have a stabilizing effect on the regional rain forest climate and thus on levels of biodiversity.

Fig. 9.7: La forêt tropicale du Parc National de Taï. | Tropical rain forest of Taï National Park. MRO



Changer les régimes de pâture au centre du Bénin

Bettina ORTHMANN, Jules WOTTO, Brice SINSIN, Stefan POREMBSKI

Les Foulani en Afrique de l'Ouest sont traditionnellement des gardiens de bétail, établis, partiellement trans-humains ou complètement nomades. Mais du fait des grandes vagues migratoires causées par les sécheresses périodiques dans la région du Sahel, l'expansion de la culture du coton et la gestion stricte des parcs nationaux au nord du Bénin, le régime de pâturage a considérablement changé au cours des 10 dernières années dans la haute vallée de l'Ouémé [11], [12], [13]. La conséquence de ce changement est une pression considérable sur les zones de pâturage existantes dans la région de Doguè. Par le passé, la haute vallée de l'Ouémé ne servait que de zone de pâturage pendant la saison sèche (transhumance de longue distance) aux Foulani venus du Nord du Nigeria et du Nord du Bénin [14]. Aujourd'hui, elle est utilisée tout le long de l'année.

Régime de pâturage annuel

Saison sèche (Novembre à Mai): Les troupeaux de bétail des Foulani de Doguè parcourent de longues distances de transhumance à destination soit du Togo ou des forêts des autres pays voisins (Forêt classée) dans la haute vallée de l'Ouémé (Carte 9.8). Pendant ce temps, le pâturage sur le territoire du village de Doguè est exploité par des troupeaux en provenance du Nord du Bénin ou du Nigeria. Pendant cette période de l'année, les savanes ouvertes sont les zones de pâturage préférées du fait de leurs herbes remontantes. Les feuilles d'*Azelia africana*, *Khaya senegalensis* and *Pterocarpus erinaceus* servent également de pâtures.

Début de la saison des pluies: Retour des troupeaux locaux à Doguè. Les terres nouvellement labourées et les pâturages naturels situés au bord des camps sont couverts d'herbes. Les zones boisées sont également des pâturages de prédilection.

Saison des pluies: Il devient de plus en plus difficile de passer par la ceinture de terres en friches entourant les villages sans avoir à piétiner les cultures plantées. Ainsi, une transhumance de courte durée est effectuée: Le bétail est déplacé vers d'autres parcours hors de la ceinture de terres en friches où il passe la nuit. Pendant la saison avancée des pluies, également, les savanes denses sont utilisées jusqu'en début de saison sèche, lorsque les nappes phréatiques en dépression tombent aussi loin que cela se peut afin de permettre l'exploitation de la dépression.

Cette caractéristique générale du régime de pâturage des bergers Foulani de la région de Doguè est appliquée dans toutes les régions d'Afrique de l'Ouest (ex du Bénin: [15], [16]).

Perspectives à venir de formation des troupeaux

Wotto [12] a découvert que les tout premiers habitants Foulani arrivèrent en 1996 et qu'en 2003, les pâtures des zones considérées étaient déjà excessivement reboisées avec trois fois plus de bétails. Ils peuvent contenir autour des 4 000 UTB (Unité Bovine Tropicale), le nombre actuel de têtes tourne autour des 11 000 UTB. De plus, on peut également supposer que la migration actuelle des planteurs vers la région étudiée a déjà commencé, continuera et conduira à la conversion de vastes aires en parcelles cultivables. En conséquence, les savanes-zones boisées seront de moins en moins disponibles comme zones de pâturage ([17], [13]). On s'attend à l'avenir à ce qu'on interdise l'utilisation des zones du Parc National dans le Nord du Bénin et des Forêts classées entourant Doguè par les Foulani. Tous ces acteurs conduiront à une augmentation substantielle de la pression des pâturages restants dans la région de Doguè dans le futur [12].

Changing grazing regimes in Central Benin

The Fulani tribe in West Africa are traditionally herdsmen, settled, partly transhumant or completely nomadic. But due to large scale migration processes caused by periodic droughts in the Sahel regions, expansion of cotton cultivation, and stricter management of national parks in northern Benin, the grazing regime has changed considerably in the last 10 years in the Upper Ouémé Valley [11], [12], [13]. The consequence is considerable pressure on existing pasture areas in the Doguè region. Traditionally, the Upper Ouémé Valley was only used as grazing area during the dry season (long-distance transhumance) by Fulani from northern Nigeria as well as from northern Benin [14]. Nowadays it is used all the year round.

Annual grazing regime

Dry season (November to May): Cattle herds of the Fulani settling in Doguè are subjected to long-distance transhumance either to Togo or into the adjacent state forests (Forêt classé) in the Upper Ouémé Valley (Map 9.8). Meanwhile, the pasture on the territory of the village Doguè is exploited by herds coming from northern Benin or Nigeria. During this time of the year, the open savannas are the preferred pasture land due to already resprouting grasses. Additionally, the sprouted leaves of *Azelia africana*, *Khaya senegalensis* and *Pterocarpus erinaceus* are cut as fodder.

Beginning of rainy season: Local herds return to Doguè. Fallows and natural pasture near the camps are exploited for resprouting grass. Woodlands are also preferred pasture.

Rainy season: It becomes more and more difficult to pass through the field-fallow belt surrounding the villages without damaging the growing crops. Therefore, a short-distance transhumance is performed: The herds are driven to sites outside the field-fallow belt and stay there also during the night. In the progressed rainy season also dense savannas are used, until the beginning of the dry season, when the water table in the depression has fallen far enough to allow exploitation also of the depression.

This general pattern of the grazing regime of the Fulani herdsmen in the Doguè region is applied over wide regions in West Africa (e.g. for Benin: [15], [16]).

Future prospects for herding

Wotto [12] found that the first Fulani settlers arrived in 1996 and that by

2003 the pastures of the considered area were already overstocked with three times to many cattle: the carrying capacity lies around 4 000 UTB (Unité Bovine Tropical), the actual stocking rate was over 11 000 UTB. Additionally it can also be assumed that the migration of farmers into the study region, already taking place today, will continue and will lead to a conversion of large areas into farmland. Consequently, the availability of woodland savanna sites as pasture will decline continuously [13], [17]. Further restrictions for Fulani to use areas in the National Parks in northern Benin as pasture as well as areas of the Forêt classée surrounding Doguè are also to be expected. All these factors will lead to a substantial increase in pressure on the remaining pastures of the Doguè region in the future [12].



Carte 9.8: Transhumance de longue et de courte distance avec les troupeaux bovins dans la périphérie de Doguè.

Map 9.8: Long and short distance transhumance of cattle herds in the vicinity of Doguè.

9.3

Impact environnemental de la culture du coton

Le coton est de loin la fibre naturelle la plus importante en ces débuts du 21^{ème} siècle. En ce début des années 2000, il représente encore plus de 38 % du marché de la fibre et la production du coton connaît de multiples problèmes dont l'instabilité des prix mondiaux et chroniquement déprimés rendant précaires les conditions de vie des agriculteurs.

Mais le coton n'est pas seulement affecté par des problèmes de « politiques agricoles » menés et dirigés par les pays les plus nantis. Sa culture extensive dans certaines régions, l'utilisation massive d'intrants chimiques, ou le développement très récent du coton transgénique, affecte très fréquemment la **durabilité**⁷ environnementale, économique et sociale du secteur du coton. L'ensemble des problèmes qui d'une part affectent aujourd'hui gravement les filières cotonnières et la vie des petits agriculteurs, et qui d'autre part requièrent une régulation forte et bien adaptée aux réalités locales

Environmental impact of growing cotton

Cotton is by far the most important natural fibre at the beginning of the 21st century. In the first years of the century, it still represented more than 38 % of the fibre market, but cotton production experiences many problems like the instability of world prices, which were chronically depressed, rendering farmers' living conditions precarious.

But cotton isn't only affected by problems resulting from the "agricultural policies" adopted and directed by the most affluent countries. Its extensive cultivation in certain regions, massive use of chemical inputs, or the very recent development of transgenic cotton very frequently affects the environmental, economic and social **sustainability**⁷ of the cotton sector. All the problems, which on the one hand seriously affect cotton sectors and the lives of small farmers, and on the other hand require regulations that are strong and well-adapted to local

et aux marchés agricoles sont résumés dans les paragraphes qui suivent.

LE COTON CONVENTIONNEL

Le coton - intensification des cultures associées : Au Burkina Faso, les zones cotonnières sont les plus productrices de maïs grâce à l'utilisation des **engrais**⁷ et de paquets technologiques destinés au coton. Le coton a permis, avec l'assolement et le transfert des techniques d'intensification sur les autres cultures, l'accroissement des productions vivrières.

Le coton - modernisation de l'élevage et culture attelée : La zone cotonnière est par ailleurs devenue une région d'élevage avec un cheptel bovin important dont une partie est employée pour la culture attelée, et qui permet la production de fumier de parc. La fabrication et la distribution d'aliments pour le bétail à base de tourteaux de coton contribuent au développement d'une production laitière et de viande destinée à l'auto-consommation en zone rurale et à la satisfaction de plus en plus importante des besoins des villes.

realities and agricultural markets, are summarized in the paragraphs that follow.

CONVENTIONAL COTTON

Cotton - intensifying associated crops: In Burkina Faso, cotton zones produce most corn due to the use of **fertilizers**⁷ and technological packages for cotton. With crop rotation and the transfer of intensification techniques to other crops, cotton has enabled increased food production.

Cotton - modernizing livestock farming and animal traction: Moreover, the cotton zone has become a region for animal husbandry with a significant stock of cattle, part of which is used for animal traction, and enables the production of manure. The manufacture and distribution of cottonseed cake-based food for livestock contributes to developing milk and meat production for the rural zone's own consumption and to satisfying the increasingly sizeable needs of cities.

Cotton - instrument for professionalizing the rural world: Cotton is also structuring and organizing producers into village

Le coton - instrument d'une professionnalisation du monde rural :

Le coton, c'est aussi la structuration et l'organisation des producteurs en associations villageoises regroupées au sein d'organisations professionnelles nationales dirigées par des paysans. Ces associations organisent la collecte du coton-graine, évaluent les besoins des producteurs en intrants et en assurent la distribution comme le remboursement. Elles contribuent à l'amélioration des conditions de vie grâce à la construction et au fonctionnement d'écoles, de maternités, de centres de santé, et mettent en place des structures de crédit mutuel.

Le coton – désenclavement et aménagement du milieu rural :

Pour permettre la mise en place des intrants et l'évacuation des produits, le coton a conduit à la réalisation puis à l'entretien de centaines de kilomètres de pistes rurales qui se traduisent par un désenclavement de régions entières et par une amélioration des conditions de circulation. Parallèlement, l'aménagement d'infrastructures rurales comme des forages pour l'eau potable a été entrepris. Toutes ces actions qui contribuent à accroître le bien être des populations contribuent à freiner l'exode rural et l'émigration vers les pays développés.

associations regrouped within peasant-directed national professional organizations. These associations organize cottonseed collection, evaluate the needs of the producers for inputs and ensure distribution as reimbursement. They contribute to the improvement of life conditions by construction and functioning of schools, maternity, health centers and implement mutual credit structures.

Cotton – improving access and planning of the rural environment:

To enable the implementation of inputs and the transportation of products, cotton led to the creation and subsequently to the maintenance of hundreds of kilometers of

Fig. 9.8: Conversion des terres pour la culture du coton. | Land Conversion for cotton cultivation. KLI

Fig. 9.9: Culture cotonnière dans la zone tampon du Parc National de la Pendjari. | Cotton farming at the buffer zone of Pendjari National Park. MBO

Fig. 9.10: Coton récolté attente de transport. | Harvested cotton awaiting transport. MBO



Le coton – influence sur la fertilité des sols et sur l'érosion :

Grâce à la rotation coton-céréales, l'engrais pour le coton profite à l'ensemble de l'assolement. L'érosion est liée au mode de gestion du parcellaire même si on est loin des risques d'érosion inhérents aux grandes cultures mécanisées. Le système de culture pure, associé à la préparation des terres à la charrue, pourrait poser un problème d'érosion pluviale.

Le coton – utilisation de produits chimiques : L'incidence du **parasitisme**⁷ sur la culture cotonnière au Burkina Faso est telle que la lutte chimique reste aujourd'hui un passage obligé pour une production rentable et d'envergure. On constate de nos jours que la consommation d'insecticides a été quelque peu réduite grâce à des techniques de lutte qui ciblent spécifiquement les ravageurs économiquement nuisibles à un stade donné du développement de la plante. Ces techniques de lutte ciblée conduisent à une réduction des quantités de matières actives des **pesticides**⁷. Toutefois il demeure les risques d'apparition de résistance, de disparition de la **faune**⁷ auxiliaire et les risques de pollution des sols et des eaux souterraines.

rural roads which led to improved access to entire regions and improved roadway conditions. In parallel, rural infrastructure planning like drilling for drinking water was undertaken. All these actions contribute to increasing the well-being of populations and contribute to halting the rural exodus and emigration towards developed countries.

Cotton – influence on soil fertility and erosion: By cotton-cereal rotation, the fertilizers used for cotton benefit all crop rotations.

Erosion is connected to the parcel mode of management even if we are far from the risks of erosion inherent in large mechanized plantings. The pure crop system, associated with preparing lands with the plow, could pose a problem by pluvial denudation.

Cotton – use of chemical products: The incidence of **parasitism**⁷ in cotton plantings in Burkina Faso is such that chemical pest control today remains a required passage for profitable and widespread production. Today, we note that insecticide consumption is somewhat reduced because of control

LE COTON TRANSGENIQUE (COTON BT)**Impact de l'introduction des cotonniers transgéniques**

Bien que la culture de cotonniers transgéniques ne soit pas encore pratiquée en Afrique de l'Ouest et du Centre, nous pouvons évoquer ici les questions économiques et environnementales que suscite son introduction chez les petits producteurs.

Les interrogations du public concernant l'impact des plantes transgéniques sur la santé humaine sont pressantes. Le cotonnier est concerné par ce débat, puisqu'il est également une plante alimentaire par l'huile, la farine, et les protéines extraites de sa graine. Toutefois, la protéine des graines est en général utilisée pour l'alimentation animale et l'huile qui fort heureusement renferme très peu de protéines. L'effet des protéines insecticides produites par les cotonniers Bt a donc peu de chance de toucher l'être humain. Sur un autre plan, la réduction de l'usage des insecticides que permet le cotonnier Bt pourrait avoir un effet positif, même s'il restera probablement limité, sur la santé humaine.

Un autre sujet de préoccupation, concerne la **dissémination**⁷ hors des champs cultivés du pollen des variétés transgéniques. En Afrique de l'Ouest et du Centre, en l'absence d'espèces sauvages

techniques that specifically target economically harmful pests at a given stage in the plant's development. These targeted control techniques led to the reduction in the quantities of active matter in **pesticides**⁷. Nonetheless, the risks of the appearance of resistance, disappearance of auxiliary **fauna**⁷ and risks of polluting the soil and groundwater remain.

TRANSGENIC COTTON (BT COTTON)**Impact of transgenic cotton introduction**

Even though the cultivation of transgenic cotton plants is not yet practiced in West or Central Africa, here we evoke the economic and environmental questions that its introduction in small farms can lead to.

Public questions on the impact of transgenic plants on human health are pressing. The cotton plant is affected by this debate, since it is also a food plant for the oil, flour and proteins extracted from its seeds. Nonetheless, the protein of the seeds is used generally for animal feed and in the oil, which very fortunately possesses very few proteins. Thus, the effect of insecticide proteins produced by Bt cotton plants has little chance of affecting

susceptibles de donner une descendance avec le cotonnier, ce risque se restreint à la **pollinisation**⁷ croisée entre plants cultivés. Dans la pratique, il deviendra alors difficile de garantir une filière non OGM.

Le principal risque en ce qui concerne les cotonniers Bt réside dans le fait que leur culture pourrait provoquer la sélection des souches d'insectes résistantes. Pour préserver la capacité de résistance aux insectes des plantes porteuses d'un **gène**⁷ Bt, la stratégie dite «haute dose/refuge», adoptée aux Etats-Unis, et qui consiste à implanter des parcelles de cotonniers non transformés au voisinage des parcelles de plantes transgéniques, est difficile à mettre en place chez les petits producteurs. Les nouvelles générations de transgéniques basées sur l'association de deux gènes de résistance aux insectes agissant sur des cibles différentes réduiront probablement les probabilités d'apparition de ces résistances.

L'impact des cotonniers Bt pourrait théoriquement être bénéfique sur la **biodiversité**⁷ de l'entomofaune. Ils ne semblent pas présenter d'effets négatifs sur les insectes non cibles, et en permettant une réduction de l'utilisation d'insecticides chimiques à large spectre, la culture de variétés transgéniques est moins nocive pour l'environnement que la culture protégée par des insecticides. Ces cotonniers

human beings. On another level, reducing the use of insecticides would allow the Bt cotton plant to have a positive effect on human health, even if this probably will remain limited. Another topic of concern is the dissemination of transgenic varieties of pollen outside cultivated fields. In West and Central Africa, due to the absence of wild species able to create descendants with the cotton plant, this risk is restricted to cross-**pollination**⁷ between cultivated plants. In practice, it becomes more difficult to guarantee a non-GMO sector.

The main risk as concerns Bt cotton plants resides in the fact that their cultivation could provoke the selection of insect-resistant stocks. To preserve the resistance to insects of plants carrying a Bt **gene**⁷, in the United States the so-called "high dose/refuge" strategy was adopted and consists of implanting parcels of untransformed cotton plants alongside transgenic plant parcels, but this is difficult to implement for small farmers. The new generations of transgenics, based on the association of two genes with resistance to insects, act on different targets and will probably reduce the probability of such resistance appearing. The Bt cotton plant impact could be beneficial theoretically for the **biodiversity**⁷ of entomofauna. It does not seem to present

peuvent cependant présenter un risque sur la biodiversité, difficile à prédire, au travers des changements des équilibres entre populations d'insectes. Plus les complexes parasitaires actuels sont denses, plus le risque sera grand d'en faire une simplification.

Enfin l'introduction des cotonniers transgéniques peut présenter des risques socioéconomiques en raison de certaines questions comme celles-ci-après :

- Le coût des semences Bt sera-t-il suffisamment ajusté pour ne pas compromettre la rentabilité de la culture au niveau des petits producteurs ?
- Les variétés de coton Bt proposées par des sociétés multinationales, dont l'introduction sera négociée au niveau national avec des sociétés cotonnières, répondront-elles aux exigences des conditions écologiques africaines et des systèmes de culture pluviale ?
- Une monopolisation de fait de la fourniture de semences par un nombre limité de multinationales ne conduira-t-elle pas à un affaiblissement de l'offre variétale et à une réduction de l'effort de sélection des recherches nationales ?

negative effects in non-target insects and enables a reduction in the large-scale use of chemical insecticides. The cultivation of transgenic varieties is less harmful to the environment than using insecticides to protect crops. However, whether these cotton plants could present a risk to biodiversity is difficult to predict through the changes in the balance between insect populations. The denser the current parasite complexes are, the greater the risk of simplification.

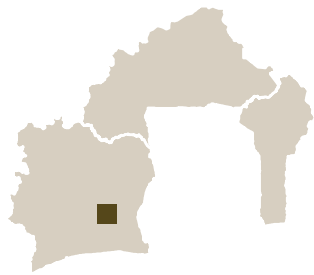
Finally, the introduction of transgenic cotton plants could present socioeconomic risks due to some questions as follow:

- Will the cost of Bt seeds be sufficiently adjusted so as not to compromise the profitability of the crop at the small producers' level?
- Will the varieties of Bt cotton offered by multinational companies, the introduction of which will be negotiated nationally with cotton companies, meet the requirements of African ecological conditions and rain-fed crop systems?
- Will the monopolization of the supply of seeds by a limited number of multinational companies lead to a weakening of the varieties offered and a reduction in the selection effort of national research?

9.4

Le cacao et la diversité végétale

Annick KOULIBALY
Dossahoura TRAORÉ
Dethardt GOETZE



Les régions tropicales sont les aires biologiques les plus diverses au monde [18]. En Afrique tropicale, les reliques des **habitats**⁷ forestiers représentent actuellement les seuls réservoirs de **biodiversité**⁷. Ils constituent les habitats uniques de plusieurs espèces et communautés de plantes dont les sites originels sont perturbés par les activités humaines. En Afrique de l'Ouest, ces habitats renferment des ressources végétales naturelles qui sont indispensables dans la vie quotidienne des communautés villageoises. Ces ressources végétales constituent les produits et biens de consommation qui sont utilisés dans l'alimentation, la médecine, l'artisanat, la construction et divers autres domaines. Cependant, de nos jours, on assiste à une réduction considérable de la diversité végétale et même à la disparition des reliques forestières. L'utilisation des terres est l'un des processus qui provoque une perte importante de la diversité et qui prend actuellement une large place dans les tropiques [19]. Parmi

les activités **anthropiques**⁷ qui détruisent la végétation, l'agriculture demeure l'une des plus spectaculaires, par la réduction intense de la couverture végétale naturelle qu'elle peut entraîner. L'augmentation de la production de cultures de rente est l'une des voies principales de l'accélération de la perte de la diversité [20]. En Côte d'Ivoire la cacaoculture est responsable de la disparition annuelle de milliers d'hectares de forêts dans le sud du pays (Carte 9.9 et 9.10). La surface des plantations de cacaoyers est passée de 500 000 hectares en 1975 à environ 2 millions d'hectares à présent et a contribué à près de 14 % de la déforestation dans le pays [21].

IMPORTANCE DE LA CULTURE DU CACAO

Le cacaoyer (*Theobroma cacao*) a été introduit en Afrique durant la période coloniale, au début du 20^{ème} siècle. Au départ, cette culture de rente était cultivée dans des aires limitées qui permettaient son développement. Depuis les années 1970, elle est devenue de plus en plus importante et occupe de grandes surfaces de culture. La surface totale de plantation de cacaoyer au monde se répartie en 23 % en Amérique latine, 9 % en Asie et 60 % en Afrique. La Côte d'Ivoire est devenue, dès 1978, le premier producteur mondial de cacao avec plus de 44 % de l'offre mondiale [22]. La cacaoculture

Cacao and plant diversity

Tropical regions are the biologically most diverse areas in the world [18]. In tropical Africa, the remnants of forest **habitats**⁷ currently represent the only reservoirs of **biodiversity**⁷. They constitute the sole habitats for several plant species and communities whose original sites have been disturbed by human activity. In West Africa, these habitats hold natural plant resources that are vital for daily life of village communities. These plant resources consist of consumption products and goods that are used in food, medicine, crafts, construction and various other areas. Nowadays, however, plant diversity is being reduced considerably, and even forest relics are disappearing. Land use is currently one of the most important processes provoking significant loss of diversity in the tropics [19]. Among the **anthropogenic**⁷ activities destroying vegetation, agriculture remains one of the most spectacular as it can lead to an

intense reduction of natural plant cover. Increase in cash crop production is a major way to accelerate diversity loss [20]. In Côte d'Ivoire, cultivation of cacao is responsible for the disappearance of thousands of hectares of forest in the South of the country every year (Map 9.9 & 9.10). The area of cacao plantations has increased from 500 000 hectares in 1975 to around 2 million hectares at present and contributed by almost 14 % to deforestation in the country [21].

IMPORTANCE OF CACAO CULTIVATION

The cacao tree (*Theobroma cacao*) was introduced to Africa during the colonial period at the beginning of the 20th century. Initially, this cash crop was cultivated in limited areas suited for its development. Since the 1970s, it has become increasingly important and has occupied large cultivated areas. The total area of cacao plantations in the world divides up into 23 % located in Latin America, 9 % in Asia and 60 % in Africa. Since 1978, Côte d'Ivoire has become the world's leading producer of cocoa providing over 44 % of the world supply [22]. Cacao cultivation procures around 30 % of worldwide income from exports and contributes to more than 9 % of Côte d'Ivoire's **Gross**

procure environ 30 % des recettes globales d'exportation et participe à plus de 9 % du **Produit Intérieur Brut**⁷ de la Côte d'Ivoire. Cette production occupe plus d'un million de planteurs, soit 15 % de la population rurale puisque le cacaoyer est planté à 80 % par de petits paysans [23]. Le développement de l'économie nationale, politique et économique et les options futures sur l'expansion du marché de l'exportation ont été les principales préoccupations du Gouvernement ivoirien. Aussi, l'intensification de l'agriculture comme adaptation innovatrice et la migration des groupes ethniques ont favorisé la conversion des terres avec des changements drastiques dans la couverture de la végétation et sur la biodiversité. L'abattage de la forêt et le brûlis ont permis au verger ivoirien de cacaoyers de connaître une progression historique et géographique de l'Est vers l'Ouest du pays [24].

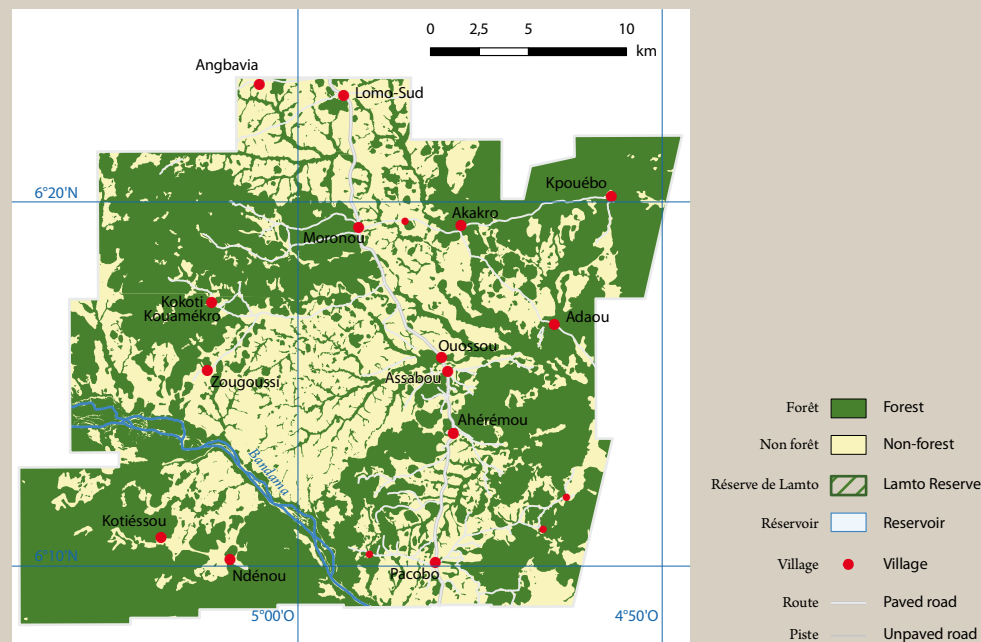
CHANGEMENT DE L'UTILISATION DES TERRES

L'association de cultures vivrières à des cultures de rente telles que le cacaoyer marque le passage de la pratique traditionnelle agricole peu intensive, de subsistance, à une agriculture récente, introduite et intensive. L'agriculture traditionnelle consiste principalement en la culture annuelle d'espèces d'igname (*Dioscorea* spp.). L'igname,

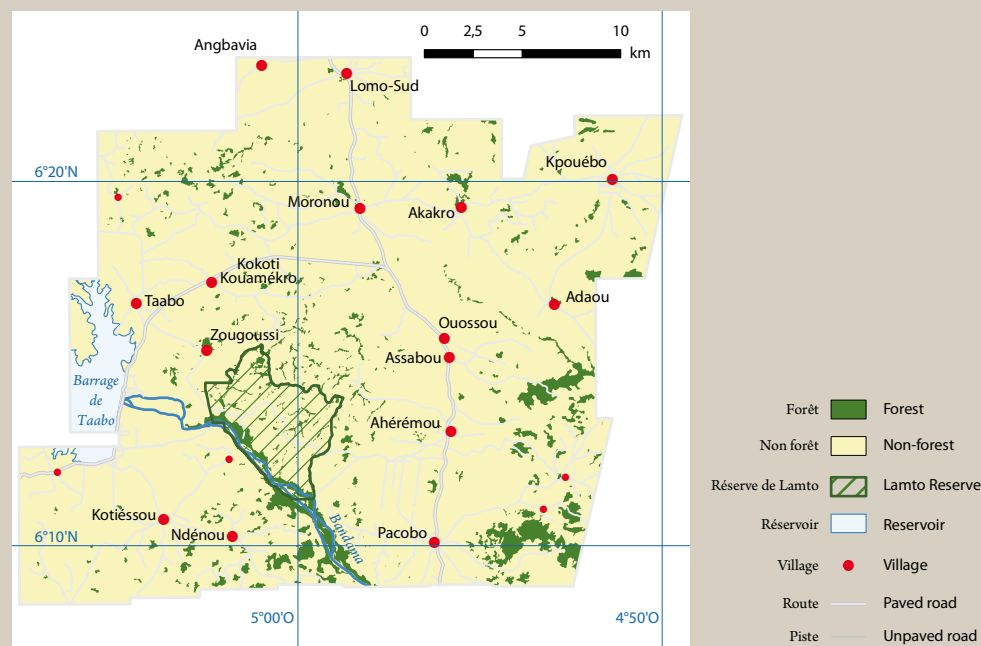
Domestic Product⁷. Cocoa production keeps over a million planters occupied, standing for 15 % of the rural population, because 80 % of cocoa are produced by smallholders [23]. The development of the national economy, politics and economics, and future options of expansion of the export market have been the main concerns of the Ivorian government. In addition, intensification of agriculture as an innovative adaptation, and migration of ethnic groups favoured land conversion with drastic changes in vegetation cover and biodiversity. As a result of cutting forests and burning, the Ivorian cacao orchard experienced a historic and geographic progression from the East to the West of the country [24].

CHANGE IN LAND USE

The association of food crops with cash crops such as cacao marks the transition from traditional low-intensity subsistence agriculture to recently introduced and intensive agriculture. Traditional agriculture mainly consists of annual cultivation of yam species (*Dioscorea* spp.). Yam can be cultivated in all tropical climates and provides 12 % of food energy in intertropical zones [25]. Today, cultivation of yam is associated with that of cacao in



Carte 9.9: Couverture forestière de la région de la Réserve de Lamto en 1956 par digitalisation des photos aériennes de l'IGN, Paris. | **Map 9.9:** Forest cover in the Lamto Reserve region in 1956 from digitization of aerial photographs (IGN Paris).



Carte 9.10: Couverture forestière dans la région de la Réserve de Lamto en 2004. Digitalisation d'une image panchromatique SPOT 5, avec une résolution spatiale de 5 m. | **Map 9.10:** Forest cover in the Lamto Reserve region in 2004. Digitization of a SPOT 5 panchromatic image with a spatial resolution of 5 m.

qui peut se cultiver sous tous les climats tropicaux, assure 12 % de l'alimentation énergétique dans les zones intertropicales [25]. De nos jours, la culture de l'igname est associée à celle du cacaoyer dans le sud de la Côte d'Ivoire. Bien que les corvées sur ces exploitations l'aient familiarisé avec les techniques « modernes », le paysan ivoirien a résolument décidé d'intégrer la culture de rente dans les complexes agraires. Chaque année, le paysan coupe et brûle une nouvelle portion de forêt et installe son champ qu'il transforme ensuite en plantation de culture de rente (Fig. 9.11). A partir de la carte de diminution de la superficie des massifs forestiers au profit des cultures, Yao et al. [26] ont même suggéré qu'il existe des liens clairs de cause à effet entre l'augmentation de l'activité agricole due aux cultures de rente et la diminution de la pluviométrie au cours des dernières décennies. Aussi, la continuelle augmentation de surfaces de plantations de culture de rente entraîne la diminution de terres cultivables. Cette situation conduit à la réduction des surfaces en jachère et même à la durée de jachère qui est indispensable à la régénération de la végétation. Les conséquences de la cacao-culture sur la diversité végétale sont peu connues.

the South of Côte d'Ivoire. Though the Ivorian peasant has become familiarized with "modern" techniques due to the chores on these exploitations, he has resolutely decided to integrate cash crops into the agrarian complexes. Every year, the peasant slashes and burns a new portion of forest and installs his field that he subsequently transforms into a cash crop plantation (Fig. 9.11). From a map of decrease in forest area giving way to crops, Yao et al. [26] even suggested that clear cause-and-effect relationships exist between the increase in cash crop agriculture and the decrease in precipitation during the last decades. In addition, the continual increase in the area of cash crop plantations has caused a decrease in cultivable land. This situation leads to a reduction of fallow area and even fallow duration, which is crucial for the regeneration of vegetation. The effects of cacao cultivation on plant diversity are hardly known.

IMPACT OF CACAO CULTIVATION ON PLANT DIVERSITY

In Côte d'Ivoire, relationships between cacao cultivation and plant diversity were studied in the Lamto Reserve region (Centre) and the Oumé region (western Centre) along an age

EFFET DE LA CACAO-CULTURE SUR LA DIVERSITÉ VÉGÉTALE

Les interrelations entre la culture du cacaoyer et la diversité végétale, en Côte d'Ivoire dans la région de la Réserve de Lamto (Centre) et dans la région d'Oumé (Centre-Ouest) ont été effectuées le long d'un gradient d'âge des aires cultivées, compris entre 1 et 40 ans, plantations abandonnées et fragments forestiers comme sites de référence. Les jeunes plantations de cacaoyers ont présenté une diversité végétale plus élevée d'espèces ligneuses naturelles lorsqu'on se rapproche des fragments forestiers. Cette situation était due aux individus adultes épargnés dans les champs et à la repousse forte des espèces forestières dans la phase initiale de plantation.

Les plantations de cacaoyers de la région de la Réserve de Lamto renferment une diversité végétale composée d'espèces caractéristiques des forêts semi **décidues**⁷ de la région telles que *Dialium guineense*, *Antiaris toxicaria*, *Blighia sapida*, *Celtis philippensis*, *Cola millenii*, *Griffonia simplicifolia*, *Lecaniodiscus cupanioides* et *Motandra guineense* (cf. [27]) qui présentent de gros diamètres dans les plantations. Les jeunes individus de *Millettia zechiana*, de diamètre plus petit (1 à 5 cm d.b.h.) servent de tuteurs à l'igname. *Deinbollia*

gradient of plantations of 1 to 40 years, and on abandoned plantations and forest fragments as reference sites. Diversity of natural woody species was higher on young cacao plantations that were closer to forest fragments. This situation was due to adult individuals left on the fields, and to strong regrowth of forest species in the initial phase of plantation.

In the Lamto Reserve region, plant diversity on cacao plantations is composed of species characteristic of semi-**deciduous**⁷ forests such as *Dialium guineense*, *Antiaris toxicaria*, *Blighia sapida*, *Celtis philippensis*, *Cola millenii*, *Griffonia simplicifolia*, *Lecaniodiscus cupanioides* and *Motandra guineense* (see [27]) which are present with large stem diameters on the plantations. The young individuals of *Millettia zechiana* with a smaller diameter (1 to 5 cm d.b.h.) serve as stakes for yam. *Deinbollia pinnata*, *Exolobus patens*, *Loeseneriella africana*, *Mondia whytei* and *Ficus exasperata* almost never reach diameters larger than 5 cm d.b.h. due to the regular cleaning of the plantations which reduces their competition with cacao. Banana plants, grown for their fruits that are destined for consumption or sale, serve as shelter against the heat of the sun and as humidity source for

pinnata, *Exolobus patens*, *Loeseneriella africana*, *Mondia whytei* et *Ficus exasperata* ne dépassent presque jamais le diamètre de 5 cm à cause du nettoyage régulier dans les plantations réduisant la compétition de ces dernières avec le cacaoyer. Le bananier, planté pour ses fruits qui sont destinés à la consommation ou à la vente, sert d'abri contre la chaleur du soleil et de source d'humidité aux jeunes cacaoyers (Fig. 9.12). La présence de nombreux rejets, à sa base, assure un maintien de sa dominance en nombre d'individus. Les années suivantes, le nombre d'individus de cacaoyer augmente (Fig. 9.13) et domine la plantation (Fig. 9.14). Cette progression se fait aux dépens des espèces naturelles. Le nombre d'individus de cacaoyers, le nombre d'individus de bananiers et le nombre total d'espèces sont fonction de l'âge de la plantation. En revanche, quel que soit l'âge de la plantation, les pourcentages de couverture de la litière des herbacées², de la litière totale (ensemble cacaoyer et bananier), de la végétation totale et du bois mort dans la plantation de cacaoyers restent semblables [28]. L'analyse de la distribution des espèces dans les classes de diamètre (Fig. 9.15) montre que dans les premières années de plantation, quelques jeunes individus d'espèces autres que la culture de rente (régénération par souches ou graines après le défrichage) s'ajoutent aux espèces alimentaires secondaires

young cacao trees (Fig. 9.12). The presence of numerous shoots at its base ensures its continued dominance in terms of number of individuals. In the following years, the number of cacao individuals increases (Fig. 9.13) and dominates the plantation (Fig. 9.14). This progression occurs to the detriment of natural species. The number of cacao individuals, the number of banana individuals and the total number of species are a function of plantation age. However, irrespective of plantation age, the cover percentages of grass litter, total litter (cacao and banana together), the entire vegetation, and dead wood in the cacao plantation remain similar [28]. The analysis of species distribution in diameter classes (Fig. 9.15) shows that during the first years of plantation, some young individuals of species other than cash crop (regeneration from stumps or seeds after clearing) add to cultivated secondary food species and to the spontaneous species spared [29]. These species recorded on the young plantations are predominantly forest species and indicate that regeneration on plantations in the Lamto Reserve region leads to reforestation.

The general situation of young plantations has proven to be similar in the Oumé region. However, the study of older



Fig. 9.11 : Arbres abattus après défrichage d'une portion de forêt dans la région de la Réserve de Lamto. | Felled trees after clearing of a portion of forest in the Lamto Reserve region. AKO

Développement des plantations de cacao proche de la Réserve de Lamto: | Development of cacao plantations close to the Lamto Reserve:

Fig. 9.12: La phase initiale dominée par des bananiers avec des plants de cacaoyer plantés à côté de leurs troncs. | Initial phase dominated by banana with cacao saplings planted close to their stems. DGO

Fig. 9.13: Pendant les premières années, les cacaoyers en développement rapide et les bananiers coexistent. | During the first years, the rapidly developing cacao plants and banana co-exist. AKO

Fig. 9.14: Après environ six ans les houppiers des cacaoyers donnent déjà de fort ombrage. After some six years the cacao canopy already provides strong shading. DGO

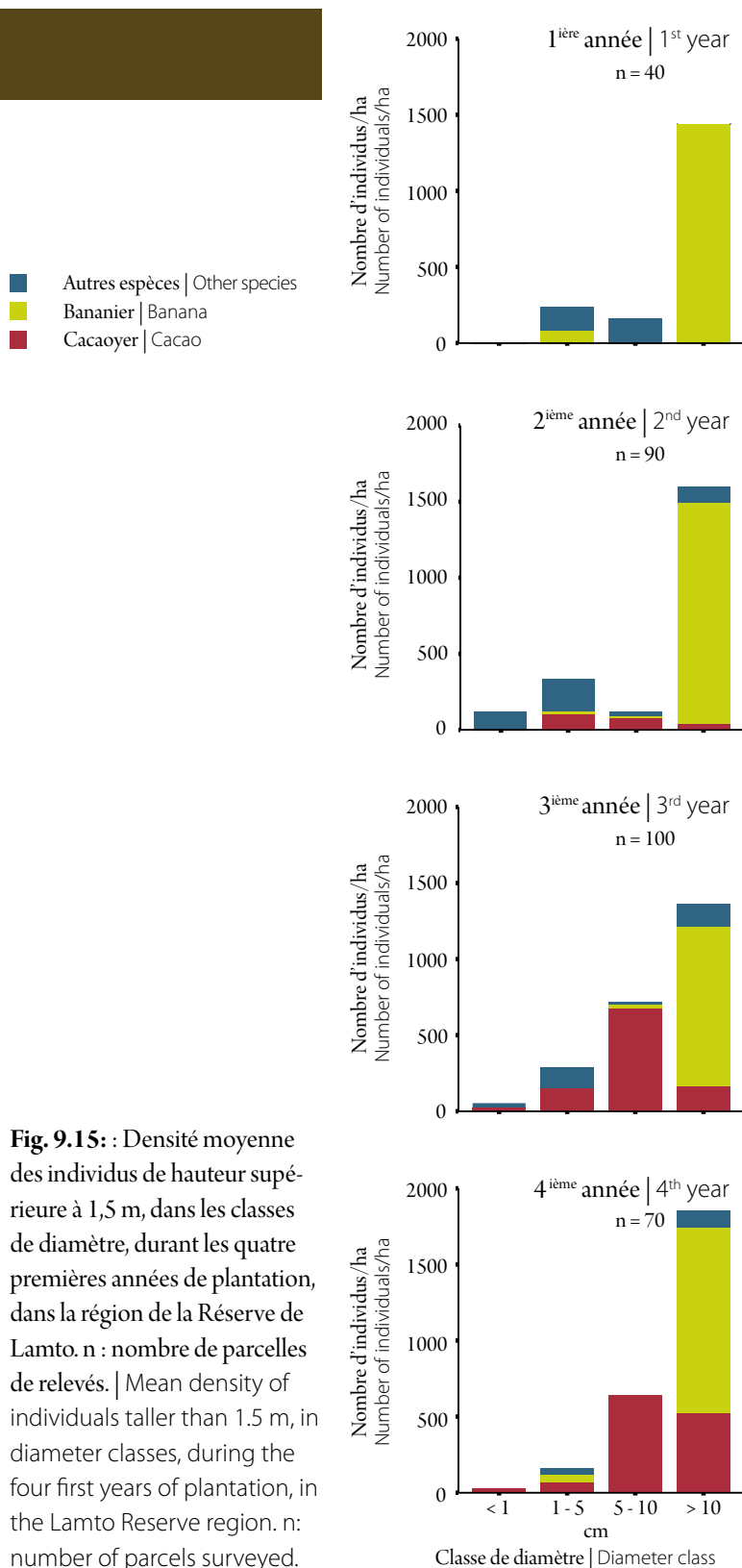


Fig. 9.15 : Densité moyenne des individus de hauteur supérieure à 1,5 m, dans les classes de diamètre, durant les quatre premières années de plantation, dans la région de la Réserve de Lamto. n : nombre de parcelles de relevés. | Mean density of individuals taller than 1.5 m, in diameter classes, during the four first years of plantation, in the Lamto Reserve region. n: number of parcels surveyed.

cultivées et aux espèces spontanées épargnées [29]. Ces espèces, recensées dans les plantations jeunes, sont en majorité des espèces forestières, indiquant que la régénération dans les plantations de la région de la Réserve de Lamto conduit vers une reforestation.

La situation générale des jeunes plantations s'est avérée être similaire dans la région d'Oumé. Cependant l'étude des plantations âgées a montré qu'il y a une diminution du nombre d'espèces sur plusieurs années qui s'explique par le nettoyage régulier de la plantation. L'élimination des repousses de plantes commence dès la 3^{ème} année et se répète 4 fois dans l'année conduisant à une diminution drastique de la diversité végétale. Les paysans épargnent uniquement des espèces naturelles utiles comme par exemple *Spondias mombin* et *Ricinodendron heudelotii* pour l'alimentation, et *Alstonia boonei* et *Rauvolfia vomitoria* qui ont des vertus médicinales. Les espèces qui y poussent restent liées aux formations originales humides de la région d'Oumé caractérisées par des espèces telles que *Antiaris toxicaria* var. *africana*, *Cola gigantea*, *Celtis mildbraedii* et *Albizia adianthifolia*. Du fait de l'ouverture de la **canopée** dans les plantations âgées, la diversité des espèces spontanées augmente à nouveau mais lentement. Pendant que plusieurs espèces disparaissent

plantations showed that the number of species decreased over several years due to regular cleaning of the plantation. The elimination of plant shoots starts as of the third year and is repeated four times a year, leading to a drastic decrease of plant diversity. The peasants only spare useful natural species such as *Spondias mombin* and *Ricinodendron heudelotii* for example for nourishment, and *Alstonia boonei* and *Rauvolfia vomitoria* having medicinal value. The species growing there remain linked to the original humid formations of the Oumé region characterized by species such as *Antiaris toxicaria* var. *africana*, *Cola gigantea*, *Celtis mildbraedii* and *Albizia adianthifolia*. Due to the opening of the **canopy** in older plantations, the diversity of spontaneous species slowly increases again. While several species disappear due to cultivation practices, a certain stock of species remains present and a little stock of species appears such as several fig species (*Ficus* sp.). Frequent forest species such as *Sterculia rhinopetala* and *Trichilia prieuriana* reappear on the abandoned plantations after their elimination under cacao cultivation.

du fait de la pratique culturelle, un certain stock d'espèces demeure présent et un petit stock d'espèces apparaît dont plusieurs espèces de figue (*Ficus* sp.). Des espèces forestières fréquentes comme *Sterculia rhinopetala* et *Trichilia prieuriana* re-apparaissent dans les plantations abandonnées après leur élimination sous la culture du cacaoyer.

L'AGROFORESTERIE PAYSANNE

L'agroforesterie⁷ paysanne se définit comme l'intégration d'arbres dans les cultures, pour diversifier et soutenir la production du ménage en vue d'augmenter les bénéfices sociaux, économiques et environnementaux. La mise en place d'un système d'agroforesterie dans les plantations de cacaoyers est encouragée pour les bénéfices que peuvent en retirer les paysans. Le paysan épargne les espèces naturelles ligneuses à usages multiples. Il tire profit de leur utilisation directe mais également de la vente des amandes ou fruits issus surtout des espèces exotiques⁷ introduites. Le degré d'importance des espèces varie d'une région à l'autre et aussi d'une ethnie à l'autre. La diversité des espèces préservées et introduites est entièrement liée aux us et coutumes des ethnies locales comme c'est

PEASANT AGROFORESTRY

Peasant agroforestry⁷ is defined as integration of trees in cultivation to diversify and support household income in view of increasing social, economic and environmental benefits. The implementation of an agroforestry system in cacao plantations is encouraged by the benefits that the peasants can reap. The peasant spares natural woody species with multiple uses. He benefits from their direct use and also from the sale of seeds or fruits coming most of all from the introduced exotic species⁷. The degree of importance of the species varies from one region to another and also from one ethnic group to another. The diversity of preserved and introduced species is entirely linked to knowledge and customs of the local ethnic groups as is the case in the Lamto Reserve region and even more so in the Oumé region. The change in plant use due to the expansion of cacao plantations was studied in detail by comparing the three dominant ethnic groups of the Oumé region. These are the native Gagou, the Baoulé who immigrated from neighbouring areas, and the allogeneic Mossi from Burkina Faso. The species preserved on the plantations by these ethnic groups are overall similar and apparently related to the original forest formations.

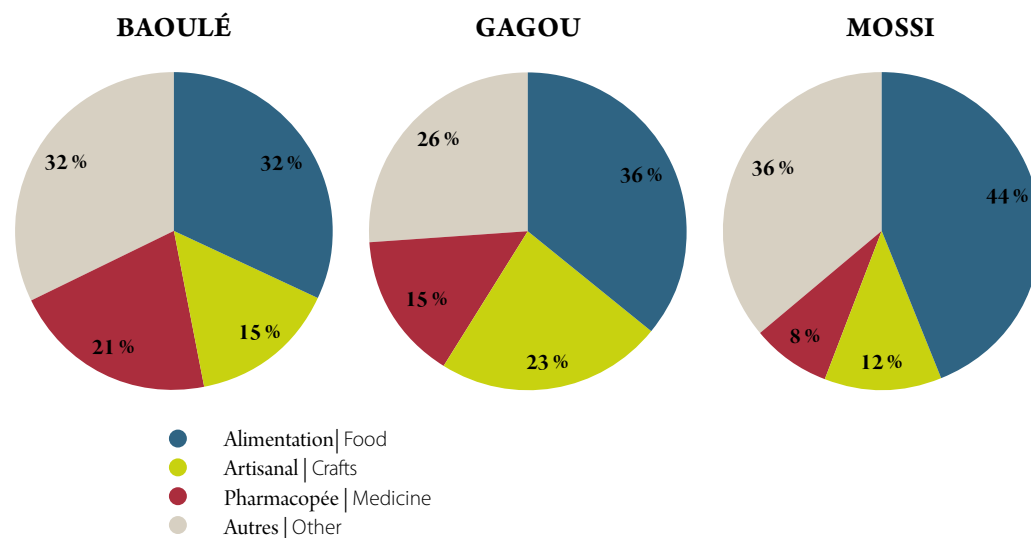


Fig. 9.16: Importance des principaux domaines d'utilisation des espèces naturelles spontanées pour les ethnies dominantes. | Importance of the main utilization purposes of spontaneous natural species by dominant ethnic groups.

Knowing the local flora⁷ well, the Gagou preserve a large number of species especially for crafts and construction (Fig. 9.16). The Baoulé preserve more species used in medicine, which is related to their good knowledge of phytotherapy. The Mossi, who know less about the local flora, mostly preserve species used for nutrition and introduce most species, originating especially from the Sudanian zone, to mitigate insufficient supply. These choices are thus guided purely by knowledge based on ancestral heritage of each ethnic group's social and cultural habits. In the cacao agroforests of the Oumé region, certain species that have become rare, such as *Bridelia grandis*, *Erythrina vogelii* and *Kigelia africana*, are also conserved. The social, economic, cultural and biological contribution of this agroforestry system is considerable and is part of the preservation of biodiversity.

THREATS TO LIFE OF POPULATIONS

In the context of the expansion of cacao cultivation, several native woody species used by local populations as building material, energy source or medicine are about to disappear, such as *Triplochiton scleroxylon*, *Irvingia gabonensis* and *Raphia hookeri*.

le cas dans la région de la Réserve de Lamto et encore plus dans la région d'Oumé. Le changement dans l'utilisation des plantes dû à l'expansion de la culture du cacaoyer a été étudié en détail en comparant les trois ethnies dominantes de la région d'Oumé. Ce sont les autochtones Gagou, les Baoulé qui ont immigrés des aires voisines et les allogènes Mossi, venant du Burkina Faso. Les espèces préservées dans les plantations par ces ethnies sont globalement similaires et apparemment imposées par les formations forestières originelles. Les Gagou, connaissant bien la flore⁹ locale, préservent un grand nombre d'espèces surtout pour l'artisanat et la construction (Fig. 9.16). Les Baoulé préservent plus d'espèces utilisées en pharmacopée, ceci est lié à leur bonne connaissance de la phytothérapie. Les Mossi, connaissant moins la flore de la région, préservent en majorité des espèces utilisées dans l'alimentation et introduisent le plus d'espèces, surtout de la zone soudanienne, pour pallier les insuffisances. Ces choix sont donc purement guidés par des connaissances fondées sur un héritage ancestral des habitudes sociales et culturelles de chacune des ethnies. Notons aussi que c'est dans les agroforêts cacaoyères de la région d'Oumé que certaines espèces telles que *Bridelia grandis*, *Erythrina vogelii* et *Kigelia africana*, devenues rares, sont conservées. La contribution sociale, économique,

culturelle et biologique de ce système d'agroforesterie est considérable et participe à la préservation de la biodiversité.

MENACES SUR LA VIE DES POPULATIONS

Dans le contexte de l'expansion de la culture du cacaoyer, plusieurs espèces ligneuses natives qui sont utilisées par les populations locales comme matériel de construction, source d'énergie ou médicament comme *Triplochiton scleroxylon*, *Irvingia gabonensis* et *Raphia hookeri* sont en train de disparaître. Rares dans les plantations, leur exploitation intensive entraîne leur disparition également dans les quelques reliques forestières. L'utilisation d'une grande diversité de plantes, par les populations, pour leurs besoins et surtout comme supplément médical à cause du coût exorbitant de la médecine dite moderne et de l'éloignement des centres de santé, fait de la diversité végétale un facteur incontournable, gardant une importance notable dans la vie quotidienne des villageois sans autres alternatives. C'est pourquoi la perte de la biodiversité naturelle conduirait à des changements notables. Ce sont des changements dans les futures stratégies d'utilisation des terres et une marginalisation encore plus grande des populations pauvres et en particulier des femmes, des périodes de famine durant la saison sèche, la perte des

As such species are already rare in the plantations, their intensive exploitation leads to their disappearance also from some forest relics. Populations use a large variety of plants for their needs and particularly as medical supplements due to the exorbitant cost of so-called modern medicine and the large distance to health centres. This makes plant diversity an essential factor keeping a great importance in the daily life of villagers who have no other alternative. This is why the loss of natural biodiversity leads to notable changes. These are changes in future strategies of land use and even greater marginalization of poor populations and especially women, periods of famine in the dry season, loss of traditional medical knowledge and lack of local natural materials for construction. The loss of native plants has substantial consequences for the continuity of growth of the rural community.

PERSPECTIVES OF BIODIVERSITY CONSERVATION

The local elimination of species and reduction of forest area due to change in land use (cacao cultivation) indicates a critical development of the situation of biodiversity. The studies

initiated and undertaken by the **BIOTA West Africa**⁹ project demonstrate that:

- There is great potential for forest species regeneration as of the first years of cacao cultivation with a greater floristic richness in plantations closer to original forests. Future management options should take this initial potential into account.
- After abandonment of a cacao plantation, the spontaneously developing vegetation leads to reforestation by secondary forest plants. The forests' natural spontaneous regeneration is omnipresent and can be used to actively preserve natural biodiversity.
- Despite the fact that they belong to different ethnic groups, the peasants apply the same mode of cultivation: agroforestry, which is a proper system for conserving biodiversity and is closely linked to the customs and traditions of local ethnic groups. This practice should be upheld and strengthened by protecting and integrating more forest species in cacao plantations.

connaissances traditionnelles médicales et un manque de matériel naturel local pour la construction. La perte des plantes natives a des conséquences substantielles sur la continuité de l'agrandissement de la communauté rurale.

PERSPECTIVES DE CONSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ

L'élimination locale des espèces et la réduction de la surface forestière due à un changement dans l'utilisation des terres (la cacao-culture) dénotent d'un développement critique de la situation de la biodiversité. Les études initiées et réalisées par le projet **BIOTA West Africa**⁷ démontrent bien que:

- Il existe un fort potentiel de régénération des espèces forestières dès les premières années de plantations de cacaoyers, avec une plus grande richesse floristique dans les plantations qui sont plus proches des forêts originelles. Les options futures d'aménagement devront tenir compte de ce potentiel initial.
- Après l'abandon de la plantation de cacaoyer, la végétation spontanée qui s'y développe conduit à la reforestation par les plantes de forêts secondaires. La régénération naturelle

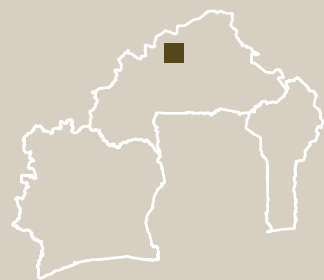
spontanée des forêts est omniprésente et peut activement être utilisée pour une préservation de la biodiversité naturelle.

- En dépit de leur appartenance à différentes ethnies, les paysans appliquent le même mode de culture, dont l'agroforesterie, qui est un véritable système de conservation de la biodiversité et qui est étroitement liée aux coutumes et traditions des ethnies locales. Cette pratique doit être soutenue et renforcée par la protection et l'intégration de plus d'espèces forestières dans les plantations de cacaoyers.
- L'utilité de la biodiversité pour la survie des populations dans les pays en voie de développement oblige à prendre en compte des activités économiques adaptées à l'aménagement durable des régions perturbées.

- The usefulness of biodiversity in the survival of populations in developing countries requires that economic activities adapted to sustainable management of the disturbed regions be taken into account.

ZAI – « Levez-vous tôt pour vous empresser de préparer votre terre »

Dorkas KAISER, Souleymane KONATÉ, K. Eduard LINSENMAIR, Michel LEPAGE



Un exemple de restauration traditionnelle des sols en Afrique semi-aride est donné par la pratique du Zaï [30], à l'aide duquel il est possible de restaurer des terres asséchées totalement dégradées dans les régions semi-arides : la présence de matière végétale sur des sols structurellement encroûtés peut déclencher une activité des termites et améliorer la disponibilité en eau du sol, le taux d'infiltration et les capacités de stockage dans une mesure suffisante pour pouvoir stimuler le rétablissement de la végétation [31]. En « moore », la langue des Mossis au Burkina Faso, Zaï est tiré de « zaiegre » qui veut dire « se lever tôt pour s'empresser de préparer sa terre » [30]. La technique est simple mais, comme l'indique déjà le nom, requiert un dur labeur. La terre doit être préparée tôt pendant chaque saison sèche. Il faut à peu près 60 jours de travail pour préparer 1 ha de terre avec la technique Zaï améliorée [32]. Cette technique combine les aspects des ressources en eau avec les pratiques de gestion des nutriments [33]. Il existe aujourd'hui deux formes successives de Zaï :

Le Zaï agricole : les fermiers creusent des puits (micro bassins versants) dans des rangées parallèles ou alternantes et y placent des semences avec des matériaux organiques. Des termites décomposant ce matériau sont attirées, en améliorant au passage la fertilité du sol. Leur activité de creusement accroît la porosité du sol en stimulant son aération et la capacité d'infiltration de l'eau.

Le Zaï forestier : les champs agricoles sont laissés en jachère après 4-5 ans de culture Zaï continue. En l'espace de 10-20 ans, une végétation boisée et herbacée[↗] se développe, formant la matrice qui permettra l'introduction d'espèces supplémentaires, par exemple d'espèces économiquement rentables. Pour mieux comprendre le rôle des termites dans ce processus de restauration, on a établi des parcelles[↗] expérimentales près d'Ouahigouya (province de Yatenga, Burkina Faso). Ici, le sol rouge est typiquement du type lithosol ferrugineux[↗] avec une proportion élevée de gravier, souvent latéritique[↗] et avec une forte tendance à l'érosion par l'eau et le vent [34]. La végétation naturelle est de la steppe selon la classification de l'UNESCO [35], avec de larges zones dénudées. Les parcelles ont été disposées en suivant les quatre étapes successives du système traditionnel Zaï : sol nu encroûté, champ de millet (Zaï agricole), jeune forêt Zaï, vieille forêt Zaï (Zaï forestier). Chaque site avait une aire d'environ 1 ha et 9 blocs expérimentaux ont été établis avec quatre carrés, de 1 m² chacun (Fig. 9.17). Différents matériaux organiques disponibles localement ont été placés dans chaque carré : foin Aristida, blocs de bois Bombax, compost, et un test a été effectué sans matériau organique. Des termites favorisant la croissance de champignons[↗] appartenant au genre des odontotermes et des macrotermes se sont révélés être les principaux

« bioturbateurs du sol », le foin étant l'appât le plus attirant et efficace dans toutes les étapes successives. En déplaçant le sol depuis des strates plus basses vers la surface lorsqu'ils construisent leurs structures biogéniques, les termites ont changé la distribution de la taille des grains en amenant vers la surface le sous-sol plus fin, et ont abaissé la compaction du sol en augmentant la porosité. On a observé un énorme accroissement dans l'espace poreux de la surface provoqué par les trous de forage (macropores), la surface encroûtée dans la zone dégradée ayant été cassée. L'infiltration de l'eau et l'aération du sol ont été de ce fait remarquablement accrues.

En dépit de son efficacité élevée et de ses effets à long terme très positifs, le système Zaï continue à n'être appliqué que sur le plateau Mossi au Burkina Faso et sur le plateau Dogon au Mali. Une technique comparable, le « Tassa », est utilisée dans la vallée du Keita au Niger (p. ex. [30]). Mais on peut conclure de cette expérience que l'activité des termites est une composante décisive du processus de restauration du sol. L'introduction et la gestion de termites seront des outils prometteurs parmi les tentatives de restauration des sols, susceptibles de représenter une alternative aux apports très coûteux passant par le traitement mécanique ou des fertilisants[↗] dans les méthodes agricoles.

ZAI "Get up early and hurry to prepare your land"

An example for traditional soil restoration in semi-arid West Africa is the Zaï practice [30], with which fully degraded, barren lands in semi-arid regions can be restored: the presence of vegetal matter on structurally crusted soil can trigger termite activity and improve the soil water status, the infiltration rate and storing capacity sufficiently to enhance vegetation re-establishment [31]. In "Moore", the language of the Mossis in Burkina Faso, Zaï is drawn from "zaiegre" which means "to get up early and hurry to prepare one's land" [30]. The technique is simple but, as the name already indicates, requires hard work. The land must be prepared early during the dry season. About 60 working days are needed to prepare 1 ha land with the improved Zaï technique [32]. The technique combines water harvesting aspects as well as nutrient management practices [33]. Two successive forms of Zaï exist today:

Agricultural Zaï: the farmers dig pits (micro watersheds) in parallel or alternate rows and put crop seeds together with organic material into these. Termites decomposing this material are attracted, thereby improving soil fertility. Their burrowing activity increases the soil's porosity, enhancing its aeration and water infiltration capacity.

Forestry Zaï: the crop fields lie fallow after 4-5 years of continuous Zaï cultivation. Within 10-20 years, rich woody and herbaceous[↗] vegetation develops, forming the matrix for the introduction of additional, e.g. economically valuable species.

To better understand the role of termites in this restoration process, experimental plots[↗] were established close to Ouahigouya (Province of

Yatenga, Burkina Faso). Here the red soil is typically of the type **ferruginous**⁷ lithosol with a high proportion of gravel, often **lateritic**⁷ and with strong tendency to water and wind erosion [34]. The natural vegetation is steppe according to UNESCO's classification [35], with large bare areas. The plots were placed in four succession stages of the traditional system Zai: Crusted bare soil, millet field (agricultural Zai), young Zai forest, old Zai forest (forestry Zai). Each site had an area of about 1 ha and 9 experimental blocks were established with four quadrates, each 1 m² (Fig. 9.17). In each quadrate different locally available organic material was placed: Aristida hay, Bombax wooden blocks, compost, and a control without any organic material. Fungus growing termites belonging to the genera *Odontotermes* and *Macrotermes* turned out to be the main "soil bioturbators", hay being the most attractive and effective bait in all succession stages. By moving soil from lower soil horizons to the surface when constructing their biogenic structures, the termites changed the grain size distribution by bringing up the finer sub-soil and lowered soil compaction by increasing the porosity. An enormous increase in soil surface pore space caused by the foraging holes (macropores) was found, the crusted surface in the degraded area was broken up. As a consequence, water infiltration and soil aeration was remarkably increased. Despite its high efficiency and its very positive long-term effects, the Zai system is still only applied on the Mossi Plateau in Burkina Faso and on the Dogon Plateau in Mali. A comparable technique, the "Tassa", is used in the Keita Valley in Niger, e.g. [30]. But from this experiment it can be concluded, that termite activity is a decisive component in the soil restoration process. Directing and inducing termite activity will be a promising tool in endeavors of soil restorations and may represent an alternative to high priced inputs via mechanical treatment or **fertilizers**⁷ in agricultural methods.



Fig. 9.17: Carrés expérimentaux dans une aire dégradée | Experimental quadrats in degraded area DKA

9.5

Problématique de la conservation des aires protégées en Afrique de l'Ouest

Brice SINSIN

INTRODUCTION

La problématique de l'utilisation des terres n'a jamais été aussi complexe qu'en Afrique Sub-Saharienne où la population humaine ne cesse d'augmenter pendant qu'en même temps près de 60 % des africains dépendent de l'utilisation des ressources naturelles pour vivre et se développer. Les pressions exercées par la population, en particulier l'expansion de l'agriculture ainsi que les autres utilisations/exploitations des terres, constituent des facteurs de risque d'extinction pour les organismes ou la création d'**habitats**⁷ fragmentés. Tous les **écosystèmes**⁷ ont été touchés par cette **dégradation**⁷ des habitats et de plus en plus d'espèces disparaissent en Afrique de l'Ouest, particulièrement dans les forêts de la Sierra Leone, au Libéria, en Côte d'Ivoire, au Ghana et au Nigéria.

Pour de nombreuses espèces végétales et animales protégées, particulièrement dans un tel contexte, les aires protégées sont un refuge

vital face à la pression démographique toujours croissante qui vient puiser sur les ressources naturelles pour l'agriculture, les pâturages, les bois, etc. et leurs effets clairement destructeurs sur les habitats naturels.

L'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) a défini les aires protégées de la manière suivante: "Un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associées".

Ainsi les aires protégées jouent un rôle déterminant dans le maintien de la **biodiversité**⁷ par la gestion des menaces existantes, la réduction d'autres pressions mondiales et en proposant des mesures de gestion actives, ce qui combat les risques climatiques pouvant affecter la biodiversité. Pour toutes ces raisons, l'effort de conservation des aires protégées de l'Afrique de l'Ouest est un facteur clé pour les autorités politico-administratives, les institutions de recherche et de formation, les ONG, les agences bénévoles, etc. Il faut noter toutefois, que les populations riveraines qui subissent les contraintes de la protection attendent des pouvoirs publics d'avantage d'actions concrètes pouvant leur permettre de mieux vivre les

*Protected Areas conservation issues in West Africa***INTRODUCTION**

Land use issues are no where so critical as in **Sub-Saharan**⁷ Africa where human population is still increasing. At the same time about 60 % of the Africans rely on natural resources to sustain livelihoods and for development. Population pressure, particularly the expansion of agriculture and other land use practices, act as extinction factors for many organisms or are creating increasingly fragmented **habitats**⁷. All **ecosystems**⁷ are affected by such a **degradation**⁷ of habitats and species loss in West Africa, but particularly the forest cover in Sierra Leone, Liberia, Côte d'Ivoire, Ghana, and Nigeria, which are experiencing a high rate of clearance.

For many threatened plants and animals particularly in such a context, protected areas are a vital refuge in the face of increasing demographic pressure on natural resources for agriculture,

pastoralism, fuel wood harvesting etc. and their effects as the evident declining natural habitats.

A protected area is defined by IUCN (International Union for Conservation of Nature) as a "clearly defined geographical space, recognised, dedicated and managed, through legal or other effective means, to achieve the longterm conservation of nature with associated ecosystem services and cultural values". Thus protected areas play a vital role in conserving an essential portion of **biodiversity**⁷ through the management of existing threats, thus reducing overall pressures, and also in providing active management measures to reduce climate hazards that threaten biodiversity. For all those reasons the conservation effort to support protected areas on the ground in West Africa is well stressed by decision makers, training and research institutions, NGOs, donors agencies even if local people are still expecting much more from income generation promised to them as a mitigation solution to the restriction imposed to them by the protection of part of the land of their ancestors.

restrictions d'accès aux terres de leurs ancêtres qu'impose la loi sur la protection de la nature.

CATEGORIES D'AIRES PROTEGEES EN AFRIQUE DE L'OUEST

La plupart des aires protégées de l'Afrique de l'Ouest ont été établies pendant la période coloniale et seules quelques nouvelles aires protégées sont apparues après les années 1960. Il est également important de souligner qu'aucun critère n'a été suivi pour l'identification et la sélection des sites les plus menacés, ce qui explique que de nombreuses espèces végétales ou animales ont manqué de protection, ce que l'on appelle communément les « Gap species » ou littéralement « espèces lacunes ».

La plupart des aires protégées étatiques de l'Afrique de l'Ouest correspondent à des zones gérées ou conservées pour l'exploitation durable de leurs ressources ce qui correspond à la Catégorie VI de l'UICN, de même qu'à la Catégorie très largement connue, celle du « Parc National » (Catégorie II de l'UICN). Seules quelques-unes des aires protégées de l'Afrique de l'Ouest sont classées comme réserves naturelles intégrales (Catégorie I de l'UICN; 16 aires protégées de 7 pays sur lesquelles 8 se trouvent au Nigéria).

CATEGORIES OF PROTECTED AREAS IN WEST AFRICA

Most of the protected areas in West Africa were established during the colonial period and only few new creations of protected areas were noticed in the years after the 1960s. It is also important to highlight that no criteria for identifying and selecting the most important sites were taken in order to achieve representation and address persistence of biodiversity as basic indicators for establishing protected area at that time, so that many species and their habitats lacked protection, the so-called gap species.

Public protected areas categories in West Africa belong mainly to area managed for (sustainable) resource use, which roughly corresponds to the IUCN category VI, and to the well known National Park (IUCN category II). Only few protected areas in West Africa are strict reserves (IUCN category I; 16 strict protected areas in 7 countries among which 8 were established in Nigeria). Marine protected areas are a new experience; About 14 marine protected areas were established in 6 countries of West Africa (Cap Vert, Mauritania, Senegal, Gambia, Bissau Guinea, and Guinea). Increased attention should be paid to aquatic

La protection de zones marines est une expérience toute nouvelle ; 14 aires marines protégées ont été établies dans 6 pays d'Afrique de l'Ouest (Cap Vert, Mauritanie, Sénégal, Gambie, Guinée Bissau et Guinée). Les écosystèmes aquatiques doivent être particulièrement surveillés et ce dans toutes les régions, car les populations locales ont mis au point leurs propres stratégies pour en exploiter au maximum les ressources, ce qui pourrait provoquer la disparition des espèces les plus répandues.

Sur les listes nationales des aires protégées, on constate que de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest sont dotés de catégories d'aires protégées en situation d'attente (réserves forestières, forêts classées, sanctuaire de **faune**², etc.) sans plan d'aménagement objectif, ce qui explique que l'UICN ne les a pas recensées comme Catégories d'aires protégées. Les aires protégées communautaires, telles que les bois sacrés, se retrouvent partout en Afrique, même si leurs tailles sont trop petites pour garantir un fonctionnement viable des écosystèmes qu'elles abritent. En plus du programme de classification mis au point par l'UICN, l'Afrique de l'Ouest abrite des aires protégées reconnues par les Conventions internationales ou de programmes spéciaux d'organismes internationaux tels que l'UNESCO (18 Réserves de **Biosphère**², 10 sites naturels classés

ecosystems in all countries of the region in terms of sustainable management as local populations have developed their own strategy to harvest the maximum resource leading to a high risk of the tragedy of the commons.

In the national list of protected areas one can find that many countries in West Africa have a kind of standby state protected area categories (forest reserve, protected forest, **fauna**² refuge, etc.) with no active management objective that would allow them to be referred to as one of the IUCN categories of protected areas. Community conserved areas like sacred groves exist everywhere in Africa, even though their size is too small to really maintain ecosystem functioning processes.

In addition to the IUCN category system, West Africa houses some protected areas recognized by agreements and by several international organizations e.g. the UNESCO **Biosphere**² Reserves (18), the UNESCO World Heritage natural sites (10), Ramsar sites (51), lowland forest ecosystem hotspots (Guinea, Sierra Leone, Liberia, Côte d'Ivoire, Ghana, Togo and Nigeria), etc. 15.8 % of West Africa area was protected in 2009 through the existing network of about 859 protected areas established in

au Patrimoine de l'Humanité, 51 sites Ramsar et différents "hots-pots" d'écosystèmes forestiers (Guinée, Sierra Leone, Libéria, Côte d'Ivoire, Ghana, Togo et Nigéria), etc.

15,8 % de l'Afrique de l'Ouest était protégé en 2009 et appartenait au réseau de 859 aires protégées de cette région (selon la Classification de l'UICN) ce qui correspond à 37,9 % des aires protégées en Afrique. Le nombre d'aires protégées répertoriées selon les Catégories internationales de l'UICN varie de pays en pays, certains pays n'ayant aucune de leurs aires protégées dans les Catégories de l'UICN à côté d'autres dont les aires protégées ont respecté ces mêmes Catégories. Si l'on prend en compte les aires protégées communautaires, cela permettrait d'augmenter de manière considérable le nombre total d'aires protégées au niveau mondial quoiqu'en raison de leur faible taille il y aurait peu à gagner en terme de superficie mondiale protégée.

LA BIODIVERSITE DANS LES ZONES PROTEGEES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

L'Afrique de l'Ouest héberge d'importants biomes (forêts, mangrove, zones humides, milieux marins, savane, steppe et désert) et leur biodiversité respective. En termes de **biogéographie**, on

that region according to IUCN Management Categories. This number of protected areas in West Africa corresponds to 37.9 % of protected areas in Africa. The number of protected areas according to IUCN categories differs from one country to another with some countries having categorized none of their protected areas and others 100 % of their protected areas. If community conserved areas were to be considered, the total number would be many times higher even if the total area under protection would not increase in a significant proportion.

BIODIVERSITY IN WEST AFRICAN PROTECTED AREAS

West Africa houses some important biomes (forest, mangrove, wetlands, seascape, savanna, steppe, and desert) with their corresponding biodiversity. In terms of **biogeography** one can notice two regional centers of plant **endemism**: the Guineo-Congolian and secondly the Sudanian. The Sahel and the Sahara are two typical transition zones with some species close to arid areas. Relief in West Africa is not so pronounced compared to East and Southern African regions but some montane ecosystems occur there. Particularly the Mont Nimba mountain in Guinea and Côte d'Ivoire houses a viviparian endemic frog,

peut constater d'une part deux centres régionaux d'**endémisme** floristique : les centres régionaux d'endémisme Guineo-Congolais et Soudanien, et d'autre part les zones de transition Guineo-Congolais-Soudanien ou Guineo-Soudanien, du Sahel et du Sahara ; toutes ces régions et zones de transition abritent plusieurs centaines voire plusieurs milliers d'autres organismes vivants. Le relief en Afrique de l'Ouest n'est pas tellement prononcé, en comparaison avec les régions Est et Sud de l'Afrique, mais on y retrouve certains écosystèmes de montagne. Le Mont Nimba et autres sommets que l'on retrouve en Guinée, Sierra Leone, Liberia et en Côte d'Ivoire hébergent des espèces endémiques dont une espèce de grenouille endémique vivipare ; bien d'autres espèces appartenant à des groupes **taxonomiques** supérieurs voire phyla y sont menacées.

L'Afrique de l'Ouest abrite près de 16,1 % des mangroves du golfe de Guinée, 22,3 % des forêts humides et 22,6 % des savanes qui sont protégées selon la classification des écorégions **terrestres** établies par le WWF. Ceci est quelque chose de positif, car la Convention sur la Diversité Biologique a fixé pour cible pour l'horizon 2010 qu'au moins 10 pour cent de chaque écorégion soit effectivement protégé (CBD Décision VII/30, 2004). Toutefois, certains

and other species belonging to higher **taxonomic** groups and phyla.

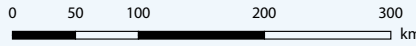
In the region, about 16.1 % of the Gulf of Guinea mangroves, 22.3 % of Guinean moist forests and 22.6 % of savannas are protected (corresponding to WWF **terrestrial** ecoregions). This is positive as the Convention on Biological Diversity defined 2010 targets which called for at least 10 percent of each of the world's ecological regions to be effectively conserved (CBD Decision VII/30, 2004). However some ecosystems failed to be conserved in some countries and it is important to stress that biodiversity conservation should be effective at local, national and international levels. The local and national conservation are important as many species ranges fall outside reserves and it is important to set up a more effective spatial planning for a protected area network.

Biodiversity extends in West Africa over a long climatic gradient and patterns from coastal to humid and arid zones, and hopefully all these biomes and major ecosystem types are to some extent represented as protected areas even if many of the protected areas in West Africa are under huge threats.

Plant endemism in West Africa is comparable with Central



Catégorie de l'UICN des Parcs nationaux	IUCN category of national parks
I	IV
II	V
III	VI



Carte 9.11: Réseau des Aires Protégées de l'Afrique de l'Ouest.
 Map 9.11: Protected Area Network of West Africa.

écosystèmes n'ont pas pu être conservés dans certains pays et il est important d'insister sur le fait que la conservation de la biodiversité doit se faire aux niveaux local, national et international. La conservation aux niveaux local et national est importante car de nombreuses espèces ne se trouvent pas dans les aires protégées et il est primordial de définir de nouveaux réseaux efficaces d'aires protégées. La biodiversité en Afrique de l'Ouest est abritée sous différentes zones climatiques et biogéographiques allant des côtes plus humides aux déserts arides (zones humides et zones arides). Heureusement, les nombreux biomes et types d'écosystèmes présents dans cette région du monde sont en partie sous protection malgré le fait que plusieurs aires protégées sont très menacées en Afrique de l'Ouest. L'endémisme végétal en Afrique de l'Ouest est comparable à celui de l'Afrique centrale, même si l'on y recense une vie sauvage moins dense. La plupart des espèces de faune africaine terrestre sont bien représentées dans les réseaux d'aires protégées en Afrique de l'Ouest, avec de nombreuses espèces de grande importance au niveau écologique et pour les populations humaines. D'importants sites qui accueillent les espèces migratrices (Important Bird Area (IBA)) se trouvent fort heureusement dans des aires protégées. Dans le milieu marin, les baleines, requins, dauphins, tortues de

Africa even if wilderness there is less protected *per se*. Most of the African terrestrial fauna is well represented in the West African protected area network within which many species are of great importance both ecologically and for human populations. Sites for migratory species like Important Bird Area (IBA) exist in many protected areas.

In seascape, whales, sharks, dolphins, sea tortoises etc. are common but data are lacking to better characterize marine diversity. The West African hotspot encompasses all of the lowland forests of political West Africa and is characterized by the Guinea forest coastal countries which maintain remnant fragments of the forests. Human population density is a driving force: there is estimated to be 137 people/km². The hotspots original extents were over 620 314 km², but the hotspot vegetation remaining covers only 93 047 km² (17.4 %), housing 1 800 endemic plant species, 31 endemic threatened birds, 35 endemic threatened **mammals**⁷, and 49 endemic threatened amphibians. The area protected within the hotspot is 108 104 km² of which 18 880 km² belong to the IUCN Categories I-IV.

mer, etc. sont des espèces répandues mais les données font défaut pour rendre compte de l'importance de la biodiversité marine en Afrique de l'Ouest.

Le "hotspot" ou point chaud de l'Afrique de l'Ouest inclut toutes les forêts denses humides sur les territoires des pays côtiers qui conservent des fragments de ces écosystèmes forestiers. La densité de population humaine est estimée à 137 individus/km². Le hotspot s'étend en général sur 620 314 km², mais la végétation ne recouvre que 93 047 km² (17,4 %), et abrite 1 800 espèces endémiques végétales menacées, 31 espèces endémiques d'oiseaux menacées, 35 espèces endémiques de **mammifères**⁷ menacées et 49 espèces endémiques d'amphibiens menacées. Les aires protégées de cette région couvrent 108 104 km² dont 18 880 km² font partie des catégories I à IV de l'UICN.

MODELES D'AMENAGEMENT ET DE GESTION

Les aires protégées sont établies pour faciliter la conservation de la biodiversité et des programmes d'aménagement y sont définis en conséquence. La plupart des activités de protection consistent en l'allumage des feux d'aménagement annuels, entretien des routes et des sites panoramiques et en l'organisation de patrouilles anti-

MANAGEMENT PRACTICES

Protected areas are established for biological diversity conservation, then management actions are accordingly observed in protected areas activities. The most common management activities observed are annual bushfires, building and maintenance of roads and viewing points, anti-poaching patrols. This aims at protecting the integrity of the biodiversity sheltered by the reserves and favouring tourism.

In zones where hunting is practiced and under control, the off take quota should be based on scientific monitoring of wildlife species to be sustainable and not harmful to biodiversity. But few reserves base their off take quota on scientific wildlife monitoring work, so it is hard to know if game harvesting went beyond the Maximum Sustainable Yield threshold which could jeopardize game population viability. However most of the protected areas are field laboratories and the multiple research works conducted there have contributed to a better knowledge and consequently conservation of the biodiversity. Local populations are involved and more and more empowered at different levels of decision making and management activities in protected areas. The importance of participation is

braconnages. L'objectif est d'y protéger l'intégrité de la biodiversité hébergée dans les réserves et de promouvoir le tourisme.

Dans les zones où la chasse est pratiquée, le quota d'abattage devrait être basé sur le contrôle scientifique des espèces sauvages et ne doit pas compromettre la viabilité des populations fauniques. Toutefois, peu de zones de chasse fondent leur quota sur le suivi scientifique de la faune, ce qui ne permet pas de connaître les limites de prélèvement maximal durable en vue d'éviter de compromettre la viabilité des populations animales. Cependant, la plupart des zones de chasse sont des laboratoires de terrain et de nombreuses études y sont menées à propos de la conservation de la biodiversité ce qui a permis d'accumuler une importante somme de connaissances et sur leur gestion.

Les populations locales sont de plus en plus renforcées et associées à divers niveaux de prise de décision et de gestion des aires protégées. L'importance de la gestion participative des aires protégées n'est plus à démontrer aussi de nombreuses expériences du genre sont en cours dans la région. D'un autre côté, l'accroissement des effectifs des populations animales, dû à la bonne gestion des aires protégées, fait que les conflits entre la population humaine et la faune sauvage augmentent en périphérie des aires protégées. Sur

obvious and many of such management policy experiences are ongoing in the region. On the other hand, as fauna population increases, conflicts between wildlife and local populations also increase outside reserves where effective management actions, limited in the past, are improving. In many sites, local populations used to receive benefits from nature conservation, which lead them to be more tolerant to conflicts. So far one important issue is: How to get local population to be custodians of the whole system through their participation and through the incentives given to them for better biodiversity improvement in protected areas? Are incentives given to population perceived as payment to mitigate constraint of land access limitation due to the protection of a portion of their land?

Transboundary protected areas, known in some places as Peace Parks are important to conserve larger ecosystems and thus more sustainably resources. There is at least an effort to harmonize management practices between different countries involved even if this could be improved. The W protected areas network (in Benin, Burkina Faso and Niger) is the biggest and one of the best examples of transboundary Biosphere Reserve in the region. Other protected areas complexes in the region

de nombreux sites, les populations locales reçoivent les retombées et autres bénéfices de la bonne gestion des aires protégées, deviennent plus responsables et créent moins de conflits avec les gestionnaires de ces réserves. L'une des grandes problématiques est de savoir comment parvenir à amener les populations locales à s'approprier le système de gestion efficace à travers leur participation et au moyen de primes qui leur seraient accordées pour leur aide ? Les primes accordées aux populations sont-elles bien perçues comme un paiement visant à mitiger les contraintes liées à l'accès aux terres dû à la protection de leur terrain ?

Les aires protégées transfrontalières, appelées parfois Peace Parks (zones de paix) sont des zones importantes dans la protection durable de vastes écosystèmes disposant de nombreuses ressources. Un grand effort est fait pour harmoniser les pratiques entre les différents pays impliqués, même si cela pouvait encore être amélioré. Le réseau d'aires protégées des Parcs nationaux du W (au Bénin, au Burkina Faso et au Niger) est l'un des meilleurs exemples en matière de Réserves de Biosphère transfrontalières de la région. D'autres réseaux d'aires protégées transfrontalières sont le WAP (W-Arli-Pendjari) situé entre le Bénin et le Burkina Faso, Niokolo-Badiar entre le Sénégal et la Guinée. Les six pays frontaliers qui ont créé des

are WAP (W-Arli-Pendjari) between Benin and Burkina Faso, Niokolo-Badiar between Senegal and Guinea. The six countries that had established marine protected areas could be cited as transboundary network of marine protected areas. On the ground management practices in protected areas are mainly effective through time limited projects, and activities are usually financed by foreign donors. As fund is not homemade, protected areas suffer degradation when projects close and capacity built for conservation in the mean time moves away. On the other hand, protected areas in West Africa lack local experts and management is rarely based on sound scientific output in the frame of an adaptive management system. That situation of skill gap arises because local universities and research centers are rarely seen as a relevant stakeholder while dealing with conservation issues in protected areas, and consequently education and training are disconnected from the application institution at ground level.

THREATS

Several factors threaten biodiversity in protected and other areas in West Africa. Land degradation and fragmentation by

aires marines protégées contiguës peuvent être aussi cités comme promoteurs de bel exemple d'aires protégées transfrontalières. Sur le terrain, les activités d'aménagement des aires protégées sont effectives seulement sur financement extérieur, généralement sur de courtes durées de projet. Du fait que le budget pour l'aménagement ne vient pas des trésors publics locaux, les aires protégées encourent de graves dégradations à la fin des projets financés de l'extérieur, et les compétences formées durant la phase de projet s'enfuient pour d'autres emplois loin des aires protégées. Il s'en suit que les aires protégées manquent cruellement de compétences en Afrique de l'Ouest, et en outre les plans d'aménagement sont rarement le produit de résultats de recherche scientifique dans le cadre de système de gestion adaptative. Cette situation de manque de compétences pour la gestion des aires protégées résulte parfois du fait que les universités locales et les institutions nationales de recherche sont rarement perçues comme des partenaires utiles au système de gestion des aires protégées. Ce faisant, la formation est déconnectée de ce secteur d'emploi et en fin de compte les produits formés manquent de pratiques adéquates et s'adaptent difficilement aux exigences des structures utilisatrices au niveau des aires protégées.

human activities (mainly agriculture) are one of the main reasons of biodiversity loss in the region. Agriculture, though still extensive, continuously requires a lot of land to get an attractive yield in a situation with a low input of **fertilizers**⁷. The land clearing with tree cutting at the beginning of every rainy season leads to the reduction of the habitats of many species, and in most cases protected areas are seen as panacea by local people in search of land for agriculture so encroachment is a major issue of conservation and dealing with local population livelihoods. Pastoralism as traditional grazing system with high stock numbers instead of high productivity is the common livestock breeding system in West Africa, especially in the Sahel countries. Most protected areas are still experiencing stock settlement inside their area with competition for water and fodder between domestic stock and wildlife. All these threats are worsened by the rapid growth of human population (about 2% of annual increase rate) in the region.

In protected areas which shelter most of the diversity of the region, bad governance, poaching, and pressure for land by local populations are the main threats. Diseases from outside (stocks and dogs) sometimes weaken wildlife populations or reduce

MENACES

Plusieurs facteurs menacent la biodiversité des aires protégées d'Afrique de l'Ouest. La dégradation des terres et la fragmentation par les activités humaines (principalement agriculture) sont les principales raisons qui expliquent la perte de la biodiversité dans la région. Dans le contexte de l'agriculture extensive avec de faibles applications d'**engrais**⁷ aux sols appauvris, les productions agricoles sont obtenues à la taille de l'exploitation au détriment du rendement. Le déboisement des terres au début de chaque saison des pluies entraîne une réduction de l'habitat de plusieurs espèces, et dans la plupart des cas, les aires protégées sont considérées comme la panacée par les agriculteurs locaux à la recherche de terre pour l'agriculture. L'invasion des aires protégées est donc un problème majeur qui concerne à la fois la conservation de la biodiversité et la survie des habitants. Le pastoralisme caractérisé par le maintien d'une forte charge de cheptel au détriment d'une forte productivité du troupeau est la pratique courante de l'élevage de gros bétail notamment dans les pays sahéliens. Plusieurs aires protégées subissent l'impact de l'exploitation illégale de leurs pâturages par les troupeaux bovins nomades ou transhumants qui imposent à la faune sauvage une compétition pour l'eau d'abreuvement et le fourrage.

them dramatically.

The few data available on biodiversity components and the lack of continuous monitoring of at least important and threatened species also represent constraints for decision making. These last years, more attention has been paid to biodiversity and a lot of effort has been made to improve the knowledge and the monitoring of biodiversity and this shall be pursued. In the same sense, some ecosystems like aquatic ones are mainly conserved inside existing protected areas and outside, many are threatened by **anthropogenic**⁷ activities. Marine habitats in particular are threatened by the destruction and degradation of habitat, due to water pollution caused by anthropogenic activities; but even more by mining companies (as common in the coastal sea between Lomé in Togo and Grand Popo in Benin) using these habitats as a less expensive solution for their waste. This should be considered increasingly. Mining companies which exploit minerals inside protected areas (as it is ongoing in the Mont Nimba strict reserve in Guinea) cause major habitat destruction even if they finance mitigation activities for the benefit of the government or of local population. With the declining reserves of oil and gas in places like Arabia and the

Toutes ces menaces n'ont fait que décupler avec la croissance rapide de la population humaine (près de 2 % du taux de croissance annuel) dans la région.

Dans les aires protégées qui abritent la plupart des espèces de faune sauvage de la région, une mauvaise gestion, le braconnage et un mauvais usage des terres par les populations locales sont les principales menaces. Les maladies venues de l'extérieur (cheptel et chiens) peuvent parfois affaiblir les populations sauvages ou menacer de les faire disparaître.

La faible quantité d'informations disponibles à propos de la biodiversité et le manque de contrôle des espèces les plus en danger constituent également des contraintes à la prise de décision. Au cours de ces dernières années, on a attaché plus d'importance à la biodiversité et beaucoup d'efforts ont été faits pour améliorer sa connaissance, aussi ces efforts méritent-ils d'être poursuivis. Dans le même ordre d'idées, certains écosystèmes tels que les écosystèmes aquatiques, sont majoritairement contenus dans des aires protégées existantes et à l'extérieur, et ils sont menacés par les activités anthropiques⁷. Les milieux marins sont particulièrement menacés par la destruction et la dégradation de l'habitat, à cause de la pollution de l'eau provoquée par les activités anthropiques mais surtout

North Sea, considering the political instability, Africa's waters especially in the Gulf of Guinea are becoming places for oil and gas exploitation. This may affect marine biodiversity by chemical pollution but also acoustic pollution. The WCS Ocean Giants Programme is getting interested in identifying and mitigating impacts of these activities on marine biodiversity but an awareness of West African stakeholders is still necessary.

Fig. 9.18: La survie de plusieurs grands mammifères comme celle des éléphants dépend des aires protégées comme milieu-cadre et milieu-ressource. | Many animal species, especially large mammals, depend on protected areas for their habitat. BSI

Fig. 9.19: L'érosion hydrique due aux mauvaises pratiques d'utilisation des terres est une grave menace pour la biodiversité. | Erosion due to land use threatens biodiversity. BSI

Fig. 9.20: Le braconnage fait usage de pièges posés discrètement dans plusieurs aires protégées. | Illegal poaching with traps is found in some protected areas. BSI



par les entreprises minières (comme celle du phosphate située sur la zone côtière entre Lomé au Togo et Grand Popo au Bénin) qui à la recherche d'une solution peu coûteuse pour se débarrasser de leurs déchets déversent des polluants dans l'océan Atlantique. Ce problème doit donc être pris sérieusement en considération. Les compagnies d'exploitation minières qui exploitent les minerais au sein des aires protégées (comme c'est le cas de la réserve intégrale du Mont Nimba en Guinée) représentent une grande menace pour l'habitat même si leurs activités permettent de générer des revenus pour les populations locales ou le gouvernement. Avec le déclin des réserves en pétrole brut dans des zones telles que l'Arabie, la Mer du Nord et avec l'instabilité sociale, les eaux de l'Afrique, particulièrement dans le Golfe de Guinée, deviennent des sites d'exploitation privilégiés. Ceci peut influencer sur la biodiversité marine au travers de polluants chimiques et acoustiques. Le Programme WCS Ocean Giants tente d'identifier et d'analyser les conséquences de ces activités sur le milieu marin mais les acteurs locaux d'Afrique de l'Ouest doivent absolument prendre conscience de la situation. Quelques couloirs ont été établis et correctement gérés pour relier les aires protégées au niveau national et régional. La gestion de cet espace s'avère primordial car la population humaine ne cesse de

Few corridors have been established and are being managed adequately to connect protected areas at national and regional levels. But such a landscape integrative management is important as human population is growing and corridors will allow a mix between animal populations and reduce inbreeding. National policies don't favour biodiversity conservation either. Some protected areas exist on paper only, but in jurisdiction nothing is done to protect them effectively in the field. Governments don't invest in many protected areas. Protected areas are managed by projects funded by international donors and between two projects the areas are almost abandoned to farmers, herders and poachers because of the low (or lack of) investment by the government. Of the sixteen countries of West Africa, at least 6 (37.5 %) are currently or have recently been involved in conflicts and wars. These conflicts affect not only the countries directly involved but also neighbouring countries through mass migration of people fleeing the fighting. Guinea has been affected by the conflicts in Liberia. This situation is worse as many protected areas, especially the transboundary ones in West Africa are located at borders between countries. It is important to note that

croître et que les couloirs favorisent les échanges de gènes⁷ et réduisent ainsi les phénomènes de consanguinité.

Les politiques nationales ne favorisent pas toujours la conservation de la biodiversité. Certaines aires protégées n'existent officiellement que sur le papier, mais rien n'est fait pour les protéger efficacement sur le terrain. Les gouvernements n'investissent pas beaucoup dans la protection des aires protégées qui sont essentiellement financées à l'aide de projets de bailleurs étrangers. Ces aires protégées sous projet sont souvent abandonnées en fin de projet aux agriculteurs, bergers et braconniers à cause du peu d'aide (ou de l'absence d'aide) de la part des gouvernements.

Sur les seize pays d'Afrique de l'Ouest, au moins 6 (37,5 %) sont ou ont été impliqués dans une guerre ou un conflit. Ces conflits ont des conséquences non seulement sur les pays directement concernés mais également sur les pays voisins à cause des vagues de migration d'individus cherchant à fuir la guerre. La Guinée a été touchée par les conflits au Libéria. Cette situation est particulièrement catastrophique dans les aires protégées transfrontalières, particulièrement dans celles d'Afrique de l'Ouest situées aux frontières géographiques des pays. Il est important de souligner que les guerres peuvent avoir un double impact : un impact positif ou un impact

wars could have a double impact: a positive one or a negative one. In some areas of Côte d'Ivoire and Chad, because of the rebel's presence, people and poachers in particular couldn't go inside certain reserves, so wildlife was protected. But at the same time, these rebels/armed people could also transform themselves into poachers to kill indiscriminately wildlife to have revenues or for food. Refugees also need food, so when areas are not well protected, they could poach, install themselves in reserves where their activities impact negatively on wildlife, vegetation, water ponds, etc.

All these factors to some extent are the causes of the weakness noticed in the management of most of the protected areas in West Africa. Recent output of the evaluation of the 10 World Heritage natural sites in that region came to the conclusion that 5 of such exceptional sites were declared endangered in West Africa.

How to find a balance between increasing demand and decreasing supporting ecosystem function?

So far experiences show that benefit sharing of natural resource gathered in protected areas helps to mitigate overuses. Then

négalif. Dans certaines zones de la Côte d'Ivoire et du Tchad, à cause de la présence des rebelles, les individus et les braconniers en particulier n'ont pas accès à certaines réserves, ce qui contribue à la protection des espèces. Mais en parallèle, ces rebelles/Forces armées peuvent aussi devenir des braconniers menaçant la vie sauvage pour se nourrir ou gagner de quoi vivre. Les réfugiés eux aussi ont besoin de nourriture et, lorsque les zones ne sont pas protégées, ils s'installent dans les réserves et mettent en péril la végétation, les sources d'eau, les animaux, etc.

Tous ces facteurs sont responsables, à des degrés divers de la dégradation des aires protégées de l'Afrique de l'Ouest. L'évaluation de 10 sites du Bien du Patrimoine naturel protégés de cette région a conduit à la conclusion que 5 de ces sites de haute valeur écologique exceptionnelle étaient menacés.

Comment trouver l'équilibre entre une demande croissance et un écosystème toujours plus exposé ?

Jusqu'ici les expériences démontrent que le partage des ressources naturelles comprises dans les zones protégées aide à mitiger la surexploitation.

Le Succès justifierait alors l'utilisation durable des ressources

success could justify sustainable utilisation of natural resources in protected areas since illegal overuses would kill benefits.

SOME SUGGESTIONS

Effective protected area management is a key objective to be assigned to any protected area management system in order to succeed in biodiversity conservation inside and around them. On the other hand protected area management is a long term activity so adequate funds should be saved to give sustainable financial support to biodiversity conservation inside and around protected areas. Political stability and good governance at societal level will surely contribute to a decreased biodiversity loss in the long term since effective management of protected areas at ground level is highly dependent on the overall socioeconomic trend at national and regional levels. Tourism hates war and social troubles.

Involvement of the local population in protected area management should be a component of the whole system of managing and protecting biodiversity inside protected areas. Local populations should be given responsibility and be empowered

naturelles dans des aires protégées et contribuerait à réduire la disparition des espèces protégées.

QUELQUES SUGGESTIONS

Une gestion efficace des aires protégées est un objectif clé qui doit être affecté à chaque zone naturelle, afin de conserver la biodiversité interne et externe à ces zones. D'un autre côté, la gestion efficace des aires protégées est une activité sur le long terme, ce qui implique que des fonds raisonnables soient levés afin de pouvoir supporter l'activité et lutter pour la protection de la biodiversité interne et externe à ces zones. La stabilité politique et une bonne gestion sociétale contribueront sans aucun doute à la protection de la biodiversité sur le long terme ; la gestion efficace des aires protégées dépend grandement du contexte mondial socio-économique. Le touriste a horreur de la guerre et des troubles sociaux.

L'implication de la population locale dans la lutte pour la protection des aires protégées doit être intégrée au système global de gestion et de protection. La population locale doit être responsabilisée et impliquée dans un effort de cogestion des aires protégées.

in a co-management system of protected areas.

Most of the universities in West Africa have protected area management curricula in their training agenda, so research questions in protected areas should be addressed using science to design sound management and natural resource monitoring in the field. Training institutions are stakeholders of protected area management systems and should benefit of adequate funds to deliver capacities for effective management of these vulnerable and ecological islands.

Attention should always be paid to combine conservation and development goals. It is not obvious as poverty seems to be always a constraint to conservation, but biodiversity conservation should always go together with human welfare.

Managing only the existing network of protected areas, which fail to protect some important organisms useful to ecosystem functioning, could lead to the extinction of gap species not covered by protected areas. An additional effort for creating new protected areas where key ecosystems are not protected

La plupart des universités d'Afrique de l'Ouest proposent des offres de formation liées à la gestion des aires protégées, ce qui devrait permettre de trouver des solutions aux questions de recherche sur les aires protégées afin d'y asseoir les programmes d'aménagement sur des résultats scientifiques. Les instituts de formation sont des aides précieuses pour l'aménagement et pour la gestion des aires protégées, aussi doivent-elles donc disposer de ressources financières suffisantes pour former les compétences nécessaires pour gérer convenablement ces îles écologiques fragiles.

Il faut veiller à allier les objectifs de conservation à ceux de développement. Cela n'est pas toujours évident car la pauvreté est souvent démontrée comme une contrainte majeure à la conservation de la biodiversité, alors que la conservation de la biodiversité doit **systématiquement** s'accompagner de la recherche du bien-être humain.

Seule la mauvaise gestion du réseau actuel d'aires protégées qui ne couvre pas certains organismes de l'écosystème peut entraîner un réel danger de disparition des espèces menacées. Un effort supplémentaire pour créer de nouveaux espaces protégés dans lesquels les

should be supported at large extent. Montane ecosystems are critically threatened in many sites in West Africa so there is no more time to decide to stop mining companies destroying the Mont Nimba site and other hotspot areas under high land clearing and harvesting activities.

Finally a network of natural resource monitoring activities based on science is needed from national to regional levels in order to meet common concerns of transboundary conservation issues in protected areas in West Africa.

écosystèmes jusque ici non protégés seraient largement surveillés est à soutenir vivement. Les écosystèmes de montagne sont exposés à de nombreuses menaces en Afrique de l'Ouest : il est donc temps de mettre fin à la destruction du Mont Nimba et d'autres hotspots, mais aussi aux activités de déboisement anarchiques.

Enfin, un réseau d'activités de gestion des ressources naturelles fondées sur la science doit être mis en place aux niveaux national et régional, pour intégrer les problèmes liés à la conservation transfrontalière dans les aires protégées d'Afrique de l'Ouest.

BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE 9

REFERENCES CHAPTER 9

- [1] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2000: Special Report on Emissions Scenarios. Cambridge University Press, Cambridge.
- [2] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007: Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Fourth Assessment Synthesis Report. WMO, UNEP.
- [3] Sommer JH. 2008: Plant Diversity and Future Climate Change – Macroecological Analyses of African and Global Species Distributions. Doctoral Thesis, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- [4] Da SS. 2010: Spatial patterns of West-African plant diversity along a climatic gradient from coast to Sahel. Doctoral Thesis, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- [5] FAO. 2008: Agriculture for Biodiversity Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: 1-46.
- [6] FAO. 1998: The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [7] UNEP. 2007: Global Environment Outlook 4 (GEO-4).
- [8] White F. 1983: The vegetation of Africa: a descriptive memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa, vol. 20. UNESCO, Paris, France.
- [9] Hillers A, Veith M & Rödel M-O. 2008 : Effects of forest fragmentation and habitat degradation on West African leaf-litter frogs. *Conservation Biology* 22, 762-772.
- [10] Adeba PJ, Kouassi P & Rödel M-O. 2010: Anuran amphibians in a rapidly changing environment – revisiting Lamto, Côte d'Ivoire, 40 years after the first herpetofaunal investigations. – *African Journal of Herpetology*, 59: 1-16.
- [11] Sinsin B & Heymans JC. 1988: Problèmes liés à la transhumance des animaux domestiques à travers les parcs nationaux. *Nature et Faune* 4, 2, 27-31.
- [12] Wotto J. 2003: Pratique de l'élevage des bovins au Bénin: son intégration dans la gestion des écosystèmes du terroir de Doguè. Diplôme d'étude, Faculté des sciences agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou.
- [13] Doevenspeck M. 2004: Migration im ländlichen Benin: sozialgeographische Untersuchungen an einer afrikanischen Frontier. Dissertation, Universität Bayreuth.
- [14] Houinato M. 2001: Phytosociologie, écologie, production et capacité de charge des formations végétales pâturées dans la région des Monts Kouffé (Bénin). Université Libres de Bruxelles. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique. 219 pages + annexes.
- [15] Sturm HJ. 1993: Produktions- und weideökologische Untersuchungen in der subhumiden Savannenzzone Nordbenins. *Karlsruher Schriften zur Geographie und Geoökologie* 2, 1-94.
- [16] Bierschenk T. 1997: Die Fulbe Nordbenins: Geschichte, soziale Organisation, Wirtschaftsweise. LIT Verlag, Hamburg.
- [17] IMPETUS 2003: An integrated approach to the efficient management of scarce water resources in West Africa: case studies for selected river catchments in different climatic zones. Final Report. IMPETUS, Köln.
- [18] Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Da Fonseca GAB & Kent J. 2000: Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.
- [19] Fahrig L. 2003: Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology*.
- [20] Darkoh MBK. 2003: Regional perspectives on agriculture and biodiversity in the drylands of Africa. *Journal of Arid Environments*, 54, 261-279.
- [21] Palix G & Comolet A. 1996: L'impact environnemental des pratiques macroéconomiques d'ajustement structurel en Côte d'Ivoire. Rapport pour la Banque Mondiale et le Ministre Français de la Coopération.
- [22] Kéli ZJ, Kébé M & Ballo K. 2003: Programme de 2e génération : Commission cultures d'exportation, CNRA.
- [23] Duguma B, Gockowski J & Bakala J. 2001: Smallholder cacao (*Theobroma cacao* Linn.) cultivation in agroforestry systems of West and Central Africa: challenges and opportunities. *Agroforestry Systems*, 51, 177-188.
- [24] Assyrie AA, Dehevels O, Kébé BI & Petithuguenin P. 2005: Proceedings: towards a sustainable cocoa economy - what strategies to this end? In: 14th International Cocoa Research Conference. Lagos, Cocoa Producers' Alliance, 2005, 1151-1156.
- [25] Coursey DG & Martin FW. 1972: The past and futur of yam as crops plants. Simonds NW. ed., Longma, London, 70-74.
- [26] Yao TB, Servat E & Paturel JE. 2000: Evolution du couvert forestier ivoirien sur la période 1950–1990, en relation avec la variabilité du climat et les activités anthropiques. In : *Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers inter-tropicaux*, Servat M. & Servat-Vildary S. (eds). UNESCO Paris. pp. 57-62.
- [27] Koulibaly A, Kouamé FN, Traoré D & Porembski S. 2010: Structure et régénération de la végétation ligneuse le long de transects forêts–savanes dans la région de la Réserve de Lamto (Côte d'Ivoire). *Annales de Botanique de l'Afrique de l'Ouest* 6, 56-72.
- [28] Koulibaly A, Goetze D, Porembski S, Traoré D & Aké Assi L. 2010: Vegetation characteristics and changes under cash crop cultivation in forest-savanna mosaics in Côte d'Ivoire. in: Van der Burgt X, van der Maesen J & Onana J-M (eds): *Systematics and conservation of African Plants*. Proceedings of the 18th AETFAT Congress, 26 February–2 March 2007 at Yaoundé, Cameroon: 805-814.

- [29] Koulibaly A. 2008: Caractéristiques de la végétation et dynamique de la régénération, sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïques forêts-savanes, des régions de la Réserve de Lamto et du Parc National de la Comoé, en Côte d'Ivoire. PhD thesis UFR Biosciences, Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire).
- [30] Roose E, Kabore V & Guenat C. 1999: Zai practice: A west African traditional rehabilitation system for semiarid degraded lands, a case study in Burkina Faso. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 13, 343-355.
- [31] Mando A & Brussaard L. 1999: Contribution of termites to the breakdown of straw under Sahelian conditions. 29, 332-334.
- [32] Ouédraogo M. & Kaboré V. 1996: The "zai": a traditional technique for the rehabilitation of degraded land in the Yatengo, Burkina Faso. Pages 80-92 in Reij C, Scoones, I & Toulmin C (eds). *Sustaining the soil. Indigenous soil and water conservation in Africa*.
- [33] Dougbedji F, Denich M, Martius C, Giesen N & Vleck P. 2002: Organic amendment decomposition, nutrient release and nutrient uptake by millet in a traditional land rehabilitation technique in the Sahel. *Ecology and Development Series No. 1*, 2002 1,147.
- [34] BURNASOL. 1985: Etudes morpho-pédologiques. Rapport + cartes. Bureau National des Sols, Ouagadougou.
- [35] UNESCO. 1977: Carte de la repartition des régions arides (note technique du map, no.7). United Nations Education, Science and Cultural Organisation, Paris.

Lectures supplémentaires | Further reading

- Coad L, Burgess ND, Loucks C, Fish L, Scharlemann JPW, Duarte L & Besançon B. 2009: The ecological representativeness of the global protected areas estate in 2009: progress towards the CBD 2010 target. UNEP-WCMC, WWFUS and ECI, University of Oxford.
- Dudley N & Colton S. 2000: Management effectiveness of Protected Areas. An International Workshop. IUCN, WWF International & The World Bank.
- Kalpers J. 2001: Volcanoes under Siege: Impact of a Decade of Armed Conflict in the Virungas. Washington, D.C. Biodiversity Support Program.
- Lindenmayer DB, Clark TW, Lacy RC & Thomas VC. 1993: Population viability analysis as a tool in wildlife conservation policy: With reference to Australia. *Environmental Management*, 17, 745-758.



10 Méthodes de collecte des données de terrain pour l'évaluation et le suivi de la biodiversité

Field methods for biodiversity assessment and monitoring

La biodiversité et ses composantes sont bien complexes à appréhender de manière analytique que ce soit au niveau local, national ou régional, et leur évaluation nécessite diverses techniques d'études et de suivi faisant appel à diverses disciplines scientifiques. Dans le cadre du projet BIOTA, les méthodes d'études ont été harmonisées par groupe taxonomique et elles ont été utilisées par les différents groupes de recherche qui ont participé au projet sur leurs sites de travail respectif. Ce chapitre présente ces méthodes et autres techniques utilisées sur le terrain pour évaluer et suivre la biodiversité à différents niveaux écologiques (espèce, population, écosystème, paysage). Un accent particulier est accordé aux plantes, fourmis, termites, poissons, amphibiens et chauves souris.

Biodiversity and its components are highly complex at local, national and regional scales, and their assessment requires different techniques of studies and monitoring from scientific disciplines. In the frame of the BIOTA research project, methods have been harmonized for each taxonomic group studies conducted in different sites by different research teams. This chapter is designed to present such methods and techniques used in the field to assess and monitor biodiversity at different scales of ecological organization (species, population, ecosystem and landscape level). Particular emphasize is given to plants, ants and termites, fishes, amphibians, and bats.

Fig. 10.0: La méthode d'échantillonnage par boîtes est le meilleur moyen d'évaluer de façon quantitative les communautés de têtards résidant dans les étangs et les flaques d'eaux. | The box sampling method is the best way to quantitatively assess tadpole communities in ponds and puddles. MMO



10.1

Collecte des données sur les plantes

Adjima THIOMBIANO
Karen HAHN-HADJALI
Annick KOULIBALY
Brice SINSIN

La végétation est l'une des caractéristiques majeures de la **biogéographie**[?] et se définit comme étant l'ensemble des communautés végétales renfermant la **flore**[?] qui consiste en une liste de toutes les espèces végétales d'une région donnée. Recueillir des informations sur la végétation contribue à résoudre les problèmes écologiques liés par exemple à la conservation biologique ou même à prendre des mesures d'aménagement de certains milieux. Cela peut également servir de base pour prédire les changements futurs.

Dans le but d'obtenir une information juste de la végétation d'une région, il est nécessaire de mener à la fois des travaux de terrain et des observations en laboratoire.

Dans l'impossibilité matérielle de parcourir entièrement les zones à étudier (au regard de leur superficie, de leur accessibilité, de la diversité des facteurs à mesurer), il est souvent prélevé des échantillons

représentatifs de l'ensemble de la zone d'étude sur la base de plans d'échantillonnage variables.

Il existe principalement trois types d'échantillonnage :

- L'échantillonnage aléatoire qui est basé sur un choix au hasard des sites d'observation;
- L'échantillonnage **systématique**[?] qui consiste à quadriller la zone d'étude puis à sélectionner les sites sur la base d'un pas établi (ou distance fixe entre les sites);
- L'échantillonnage stratifié qui consiste à classer d'abord en différents types de formations puis à choisir à l'intérieur de chaque type un échantillon pris au hasard ou de manière systématique.

Dans le cadre de **BIOTA**[?], nous avons surtout privilégié l'échantillonnage stratifié qui permet à toutes les communautés d'être prises en compte et de rendre les observations plus fiables. Les observations effectuées dans chaque site peuvent porter sur :

- Des **relevés**[?] floristiques (simples listes, Fig 10.1)
- Des relevés **phytosociologiques**[?] (avec des coefficients affectés à chaque espèce pour exprimer leur poids et leur fréquence respectifs, Fig. 10.2)

Collecting field data: Plants

Vegetation is one of the main characteristics of **biogeography**[?]. It is defined as the group of plant communities within **flora**[?], consisting of a list of all the plant species in a given region. Collecting this information on plants contributes to resolving ecological problems linked to biological conservation or can even be taken into account in planning measures of some environments. Data on vegetation can also serve as a basis for predicting future changes.

In order to obtain correct information on the vegetation of a region, both fieldwork and laboratory observations need to be undertaken.

Given the impossibility of completely covering a whole study region (taking into account the size of the study region, accessibility, and the diversity of parameters to measure),

representative samples of the entire study zone have to be taken on the basis of variable sampling designs.

Mainly, three types of sampling exist:

- Random sampling based on a random selection of observation sites;
- **Systematic**[?] sampling that consists of marking out the study zone, then selecting the sites based on an established step (or fixed distance between sites);
- Stratified sampling that consists of first classifying the study region into different types of formations, then choosing a sample within each type taken randomly or systematically.

Within the **BIOTA**[?] framework, we favoured stratified sampling which takes all plant communities into account and allows for reliable observations.

The observations made at each site can result

- In the floristic observation (simple lists, Fig.10.1)
- **Phytosociological**[?] observations (with coefficients calculated for each species to express their respective weight and frequency, Fig.10.2)

- Des mesures dendrométriques (mesures des diamètres et hauteurs, Fig.10.3)

le tout sur la base de fiches conçues au préalable. En outre, une récolte d'échantillons a toujours accompagné ces observations en vue de préciser la détermination, d'enrichir les différents **herbiers**⁷ et de constituer une base de données pour les travaux ultérieurs (Fig.10.4). Tout échantillon collecté doit être le plus complet possible (fleurs, fruits, tiges, feuilles et racines pour les **monocotylédones**⁷).

Dans le cadre du programme BIOTA nous avons mené les observations de terrain à travers 2 dispositifs :

1. Des observatoires permanents installés le long de gradients climatiques dans lesquels nous menions des inventaires de façon périodique (chaque 3 ans) en considérant un gradient d'utilisation de l'Homme (aires protégées et zones d'activités humaines) ;
2. Des sites distribués dans les différentes zones écologiques de chaque pays en rapport avec les travaux de thèse des étudiants.

Une méthode standard a été utilisée par tous les acteurs du pro-

- Dendrometric measurements (measurements of diameters and heights of woody species, Fig.10.3) all based on a previously defined sampling design. Additionally, a collection of plants should always accompany these observations to prove the species identification, enrich **herbariums**⁷ and create a database for later research (Fig.10.4). All samples collected should be as complete as possible (flowers, fruit, twigs, leaves and roots for **monocotyledons**⁷).

Within the framework of the BIOTA program, we undertook field observations following two strategies:

1. Permanent observatories installed along the climatic gradients in which we undertook inventories periodically (every three years) considering a gradient of **anthropogenic**⁷ land use intensity (protected areas and zones of human activity);
2. Sites distributed in the different ecological zones of each country in relation to students' thesis work.

A standard method was used by all program participators, which is indispensable to the future synthesis and comparison between sites.



Fig. 10.1: L'inventaire floristique simple. | Simple floristic inventory. KKO

Fig. 10.2: Les relevés phytosociologiques de la strate herbacée. | Phytosociological observations of the herbaceous stratum. MSC

Fig. 10.3: Mesures dendrométriques. | Dendrometric Measurements. ATH

Fig. 10.4: Confection de l'herbier. | Preparing the herbarium. ATH

gramme, ce qui est indispensable à une synthèse future et une comparaison entre les sites.

Les objectifs poursuivis à travers cette méthode standard et les observatoires sont :

- Collecter des données scientifiques fiables au profit des chercheurs, étudiants, gestionnaires des parcs et décideurs politiques

- Fournir des données fiables pour la validation des différents modèles développés çà et là sur la végétation, et sur les **changements climatiques**?
- Impliquer les différents acteurs et promouvoir l'harmonisation des méthodes à l'échelle de chaque pays et en Afrique de l'Ouest.

DISPOSITIF D'ENSEMBLE DES OBSERVATOIRES

L'étude de la flore et de la végétation reposait sur une série de 3 plateaux imbriqués dont les superficies sont : 100 m², 1 000 m² et 10 000 m² (Fig. 10.5).

Les travaux d'inventaire

Sur chaque site d'inventaire, chaque auteur des travaux s'efforce de récolter les informations qui s'avèreront capitales sur le site d'observation. Les données stationnelles les plus importantes sont : la date, l'auteur des observations, les formations végétales en présence ainsi que leur taux de recouvrement, les caractéristiques pédologiques et topographiques, les traces des activités humaines.

- Involving different actors and promoting the harmonization of methods at the scale of each country in West Africa.

MECHANISM OF ALL THE OBSERVATORIES

The study of the flora and the vegetation is based on a series of 3 overlapping **plots**⁹ with areas of: 100 m², 1 000 m² and 10 000 m² (Fig. 10.5).

Inventories

On each inventoried site, the author tries to collect key information of the observation site. The most important data are: date, author of the observations, plant formations present as well as their coverage, pedological and topographic characteristics, signs of human activities.

1. Simple floristic inventory (10 000 m²)

This is an itinerant floristic inventory, which consists of covering a given area and inventorying the different species based on their presence (Fig. 10.2). The method was applied on a hectare scale (100 m x 100 m). It is a rapid and simple method and is

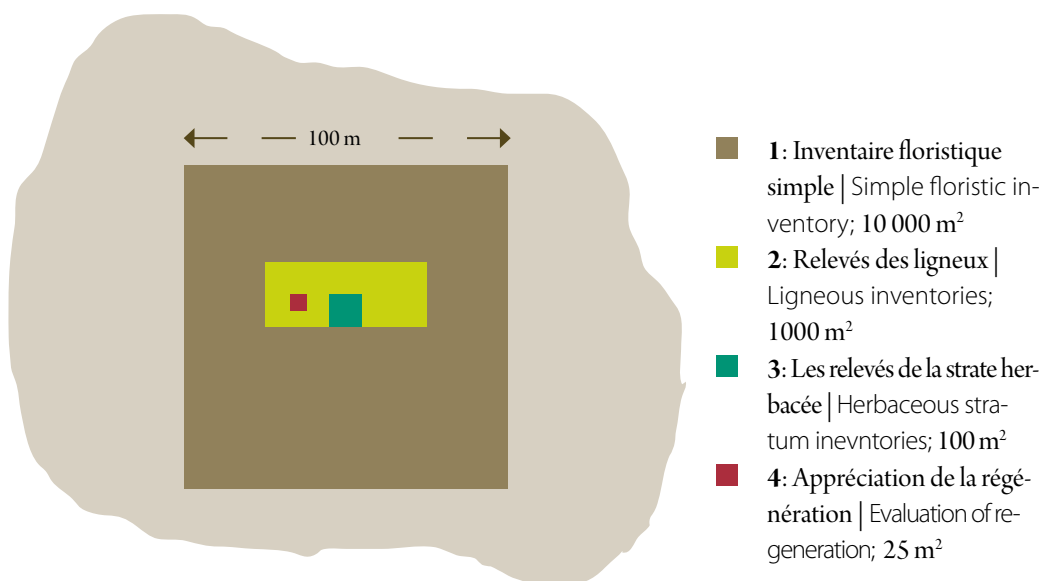


Fig. 10.5: Dispositif d'inventaire dans les observatoires de BIOTA. Les données collectées sont variables d'une superficie à une autre. | Inventory mechanism in the BIOTA observatories. The collected data vary from one area to another.

The objectives pursued through this standard method and observatories were:

- Collecting reliable scientific data as base data for researchers, students, park managers and political decision makers
- Supplying reliable data to validate the different models developed in different places on vegetation dynamics and **climate change**⁹

1. L'inventaire floristique simple (10 000 m²)

Il s'agit d'un inventaire floristique itinérant qui consiste à parcourir une aire donnée et d'en recenser les différentes espèces sur la base de leur présence (Fig. 10.2). C'est la méthode qui a été appliquée à l'échelle d'un hectare (100 m x 100 m). Méthode rapide et simple, elle est souvent sollicitée dans plusieurs cas notamment lorsque la superficie à inventorier est relativement importante, ou lorsqu'on veut disposer de la liste des espèces sur une aire donnée. Cette méthode présente l'avantage d'être rapide mais ne considère pas la fréquence et le poids de chacune des espèces ; toutefois, elle permet une bonne comparaison de la **phytodiversité** entre les biomes.

2. Les relevés des ligneux (1 000 m²)

■ Les relevés phytosociologiques

Cette méthode a surtout été utilisée par les étudiants doctorants sur leurs sites d'étude. Ce sont des relevés qui permettent de décrire, de caractériser, de classifier et de suivre la dynamique des associations végétales.

Dans le cadre de BIOTA une approche phytosociologique basée sur des relevés effectués dans des placeaux de 1 000 m² (rectangles de 50 m de long sur 20 m de large) ou dans des carrés de 30 x 30 m

often applied when the area to be inventoried is relatively large or when one wants to have a species list for a given area. This method has the advantage of being rapid, however it does not consider the frequency and the weight of each of the species; nonetheless, it permits a good comparison of **phytodiversity** between different biomes.

2. Ligneous inventories (1 000 m²)

■ Phytosociological relevés

This method was used mostly by PhD students on their study sites. These are reports that enable the description, characterization, classification of plant associations and allow following their dynamics.

In the framework of BIOTA, a phytosociological approach based on relevés done in 1 000 m² plots (rectangles 50 m long by 20 m wide) or in 30 x 30 m squares were applied by all the PhD students. In all plots (homogenous and representative) all the **ligneous** species were inventoried then an abundance-dominance coefficient (frequency and weight of the species) was allocated to each of them. These coefficients take into account

a été appliquée par tous les étudiants doctorants. Dans chaque placeau (homogène et représentatif) toutes les espèces ligneuses sont recensées puis un coefficient d'abondance-dominance (fréquence et poids de l'espèce) est affecté à chacune d'elles. Ces coefficients qui prennent en compte le nombre d'individus ainsi que leur recouvrement, sont estimés visuellement et exprimés en pourcentage. Pour ce faire, l'échelle à 6 coefficients de Braun-Blanquet a été utilisée (Tab. 10.1).

Dans le cas des observatoires de BIOTA nous avons effectué un inventaire des espèces ligneuses et à chacune d'elles un coefficient d'abondance-dominance a été appliqué en utilisant l'échelle de Londo (Tab. 10.2) et en fonction des strates.

■ Mesures dendrométriques

En plus des travaux phytosociologiques des mesures ont été effectuées par les doctorants dans des placeaux de 1 000 m² (ou de 30 x 30 m) en vue d'apprécier l'état des structures de populations de différentes communautés végétales ou de certaines espèces choisies sur la base de certains critères (importance socio-économique, écologique, etc.). Pour ce faire, tous les individus **ligneux** de diamètre à hauteur de poitrine (DHP) ≥ 5 cm et de hauteur ≥ 1,30 m

the number of individuals as well as their coverage and are estimated visually and expressed in percentages. To do this, the scale of six Braun-Blanquet coefficients was used (Tab. 10.1). In the case of BIOTA observatories, we did a ligneous species inventory and additionally, an abundance-dominance coefficient was applied by using the Londo scale (Tab. 10.2) and according to the function of strata.

■ Dendrometric Measures

In addition to the phytosociological work, measurements were taken by PhD students in 1 000 m² (or 30 x 30 m) plots with the aim of assessing population structures of different plant communities or some selected species, their selection based on certain criteria (socio-economic, ecological importance, etc.). To do this, all ligneous individuals with a diameter at breast height (DBH) ≥ 5 cm and height ≥ 1.30 m were measured by using a timber callipers (Fig. 10.3) or a Pi-Tape Linear Measure (for the diameter) and a graded pole or a clinometer (e.g. Suunto, for height). Furthermore, additional notes were taken on the form of the individuals, their state of health, as well as their phenology. All plant individuals that did not fulfil the measurement

sont mesurés en utilisant un compas forestier (Fig. 10.3) ou un ruban pi (pour le diamètre) et une perche graduée ou un inclinomètre (p.e. Suunto, pour la hauteur). En outre, des observations complémentaires ont souvent porté sur la forme des individus, leur état sanitaire ainsi que leur phénologie. Tous les individus végétaux ne remplissant pas les conditions de mesure sont pris en compte dans la régénération. Les résultats de ces mesures permettent de dégager la tendance progressive ou régressive des différentes populations d'espèces et des communautés végétales dans leur ensemble.

3. Les relevés de la strate herbacée (100 m²)

Les relevés de la strate herbacée⁷ sont effectués sur des placeaux de superficie plus réduite en raison de leur plus grande sensibilité aux variations des facteurs stationnels. Installés au sein des placeaux des ligneux (Fig. 10.5), leur nombre dépend fortement de l'hétérogénéité⁷ du site. Chaque faciès⁷ ou unité de végétation devra être pris en compte. Dans chacun des placeaux les différentes espèces sont recensées (espèces herbacées comme ligneuses) et chacune affectée d'un coefficient d'abondance-dominance exprimant sa fréquence et son poids. Tout comme pour les ligneux, les échelles de Londo ou

de Braun-Blanquet sont utilisées sur la base d'une appréciation du nombre d'individus et de leur recouvrement.

Dans le cadre d'études spécifiques, la méthode des points quadrats a quelquefois été utilisée sur des lignes de 25 à 50 points de lecture en vue d'apprécier la diversité floristique, la fréquence spécifique et la contribution spécifique.

Enfin, dans le cadre de l'estimation de la capacité de charge, des mesures de biomasse ont été effectuées sur des placettes de 1 m² dans lesquelles on procède à une fauche intégrale des herbacées, à la mesure du poids frais et puis sec (après séchage jusqu'au poids constant à l'étuve à 60 °C voire 105 °C au laboratoire).

4. Appréciation de la régénération (25 m²)

Dans le souci de mieux apprécier la dynamique des communautés et des espèces, des placettes de 25 m² ont quelquefois été installées dans les placeaux des ligneux. A l'intérieur de ces placettes le nombre d'individus par espèce est compté et la hauteur de chacun d'eux est mesurée puis rangée plus tard dans les différentes classes de hauteur : 0-0,5 m ; 0,5-1 m ; 1-2 m ; 2-4 m ; 4-8 m ; ≥ 8 m.

Tab. 10.1: Echelle de Londo. | Londo-Scale.

Londo	Echelle	recouvrement	Range of cover (%)
1		0 - <1	
2		1 - <3	
4		3 - <5	
10		5 - <15	
20		15 - <25	
...		...	
90		85 - <95	
100		95 - 100	

Tab. 10.2: Braun-Blanquet: (Echelle d'abondance-dominance).

Braun-Blanquet: (cover-abundance scale).

B.-B.	Recouvrement (%)	Range of cover (%)
+	< 5 %, peu d'individus	< 5 %, few individuals
1	<5 %, indiv. nombreux	<5 %, numerous indivi.
2	5-25 %	5-25 %
3	25-50 %	25-50 %
4	50-75 %	50-75 %
5	75-100 %	75-100 %

criteria were taken into account in describing regeneration capacity. The results of these measurements enabled obtaining the progressive or regressive tendency of the different species populations and plant communities all together.

3. Herbaceous stratum inventories (100 m²)

The records of the grassy stratum were done on plots with a smaller area since the sensitivity of grass species to the variations of site factors is higher. Located within the ligneous plots (Fig.10.5), their number of plots depends greatly on the heterogeneity⁷ of the site. Each plant formation or vegetation unit should be taken into account. In each of the plots, all species was inventoried (grassy species and ligneous) and each estimated by an abundance-dominance coefficient that expressed their frequency and weight. Just as for the ligneous, the Londo or Braun-Blanquet scales were used assessing the number of individuals and their coverage.

Within the specific studies, the point-quadrat-method was sometimes used with lines of 25 to 50 reading points aimed at evaluating the floristic diversity, specific frequency and specific contribution.

CONCLUSION

Les méthodes d'étude de la végétation et de la flore sont variables et dépendent fortement des objectifs et des moyens disponibles. Dans un souci de mise en commun des observations de terrain pour une meilleure comparaison des travaux et un meilleur suivi de la phytodiversité aux échelles nationale et régionale, une harmonisation des méthodes s'impose. C'est dans l'esprit de réduire les disparités entre les données d'observations que le programme BIOTA a mis au point ce dispositif qui permet non seulement de caractériser en un instant précis la flore et la végétation mais aussi de suivre leur dynamique spatio-temporelle. L'un des grands acquis de cette standardisation des méthodes réside incontestablement dans la mise en commun des données pour leur valorisation scientifique (publications, base de données, etc.).

Finally, for the estimation of the carrying capacity, biomass measurements were done on plots of 1 m² in which we did a complete cutting of grasses. We measured the fresh and then the dry weight (after drying upto a constant weight, the chamber at 60° or 105°C in the laboratory).

4- Evaluation of regeneration (25 m²)

To better quantify the community and species dynamic, 25 m² plots were sometimes installed within the ligneous plots. In these plots, the number of individuals per species was counted and the height of each of them was measured and categorized in different height classes: 0-0.5 m; 0.5-1 m; 1-2 m; 2-4 m; 4-8 m; ≥ 8 m.

CONCLUSION

The vegetation and flora study methods are variable and depend very much on the goals of the study and available resources. For the sake of sharing field observations for a better comparison of research and for better monitoring of plant diversity at the national and regional scale a harmonization of methodologies is required. In the spirit of reducing disparities

between the observational data, the BIOTA program has developed this approach. It can not only characterize the flora and vegetation at a specific point in time but it can also be used to monitor their dynamics in space and time. One great benefit of this standardization of methods without doubt lies in the possibility of pooling of data for scientific usage (publications, databases, etc.).

10.2

Évaluation des communautés de termites et de fourmis

Dorkas KAISER
Souleymane KONATÉ
K.Eduard LINSENMAIR

PROTOCOLE STANDARDISÉ POUR L'ÉVALUATION COMBINÉE DES COMMUNAUTÉS DE TERMITES ET DE FOURMIS

En Afrique de l'Ouest, les termites et les fourmis constituent des éléments clés de la **faune**⁷ du sol. Les termites font partie des organismes du sol les mieux adaptés aux conditions arides et semi-arides et ont un rôle central dans la dynamique et le fonctionnement des **écosystèmes**⁷ [1]. Le haut niveau de spécialisation écologique des termites et des fourmis, combiné à un modeste degré de diversité, en font des **taxons**⁷ candidats comme indicateurs biologiques des perturbations **anthropogéniques**⁷. L'échantillonnage conjoint des deux taxons revêt un intérêt spécial en raison de leur forte interaction et à cause de leur connexion étroite (et à facettes) avec de nombreux autres groupes d'organismes. Par ailleurs, du fait de leurs

habitudes alimentaires différentes, la combinaison de l'échantillonnage des deux taxons peut apporter plus d'informations. Un protocole standardisé d'évaluation combinée des termites et des fourmis est donc crucial pour permettre des comparaisons entre des cas d'étude, l'échange d'informations et de données et constituer une bonne opportunité pour le suivi de la **biodiversité**⁷ tropicale.

DISPOSITIF D'ÉCHANTILLONNAGE

Les communautés de termites et de fourmis peuvent être évaluées simultanément. Pour ce faire, un schéma d'échantillonnage standardisé essentiellement adapté aux termites en savane, à savoir le protocole d'évaluation rapide ou RAP (Rapid Assessment Protocol) inspiré de Jones & Eggleton [2] pour les termites en forêts, a été mis au point. Ce protocole standard termites-fourmis combiné est conçu autour de trois **transects**⁷ sur une distance de dix mètres, chacun mesurant 50 mètres de long. Un transect est utilisé pour les termites et deux pour les fourmis. Le transect est une ligne imaginaire de 50 m de long, 2 m de large qui est subdivisée en 10 sections contiguës de 10 m² (5 m x 2 m) chacune. En cas d'inclinaison dans l'**habitat**⁷, le transect doit être placé horizontalement. Dans chaque site, plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour la collecte des

Assessment of termite and ant communities

PROTOCOL FOR THE STANDARDIZED COMBINED ASSESSMENT OF TERMITE AND ANT COMMUNITIES

In West Africa, termites and ants represent key components of the soil **fauna**⁷. Termites are among the soil organisms best adapted to arid and semi-arid conditions and they play a central role in the dynamics and functioning of the **ecosystem**⁷ [1]. The high level of ecological specialization combined with a modest degree of diversity make termites and ants candidate **taxa**⁷ for biological indicators of **anthropogenic**⁷ disturbance. The sampling of both taxa together is of special interest, because of their strong interactions among each other and because of their tight and multifaceted connection to many other groups of organisms in tropical ecosystems. Moreover, because of their different food habits, the combination of the sampling

of the two taxa is more informative. A standardized protocol of a combined assessment of termites and ants is therefore crucial to allow comparisons between case studies, exchange of information and data, and may be a good tool for the monitoring of tropical biodiversity.

STUDY SITES

Termite and ant communities can be assessed simultaneously. Based on a standardized sampling scheme mainly adapted to termites in savannas, the "rapid assessment protocol" (RAP) (based on Jones & Eggleton [2]) for termites in forests, a standardized combined assessment of termite and ant communities has been developed. The combined termite-ant standard protocol is based on three **transects**⁷ in a distance of ten meters of each other, all three of them fifty meters long. One transect was used for termites and two transects for ants. The baseline transect is 50 m long, 2 m wide and divided into 10 contiguous sections of 5 m x 2 m each. In case of an incline in the **habitat**⁷, the transect has to be placed horizontally. On each study site, termite and ant species are collected

termites et des fourmis (Tableau 10.3). La figure 10.6 montre schématiquement une combinaison des différentes méthodes dans un même site.

RECENSEMENT DES SPECIMENS

1: Section:

Microhabitats : Chaque section de 10 m² est fouillée jusqu'à 2 m au-dessus du sol. Tous les micro-habitats susceptibles d'abriter des termites sont concernés ; par exemple, dans les horizons superficiel de sol, sous les bois morts, sous les écorces, dans les sols riches en humus, dans les accumulations de litière au pied des troncs d'arbres, sous et à l'intérieur des branches mortes (Fig. 10.7A), dans les branches mortes rattachés aux arbres vivants, dans les structures biogéniques (termitières épigées, plaquages de sol et bandes de végétation). Il en va de même pour les fourmis. Les plaquages de sol sont construits par les termites sur la source alimentaire afin d'en éviter le dessèchement et aussi pour se protéger contre les prédateurs⁷.

Décapages de sol : (Fig. 10.7B) 12 mottes de terre (12 cm x 12 cm x 10 cm) sont prélevés aléatoirement dans chaque section à l'aide de

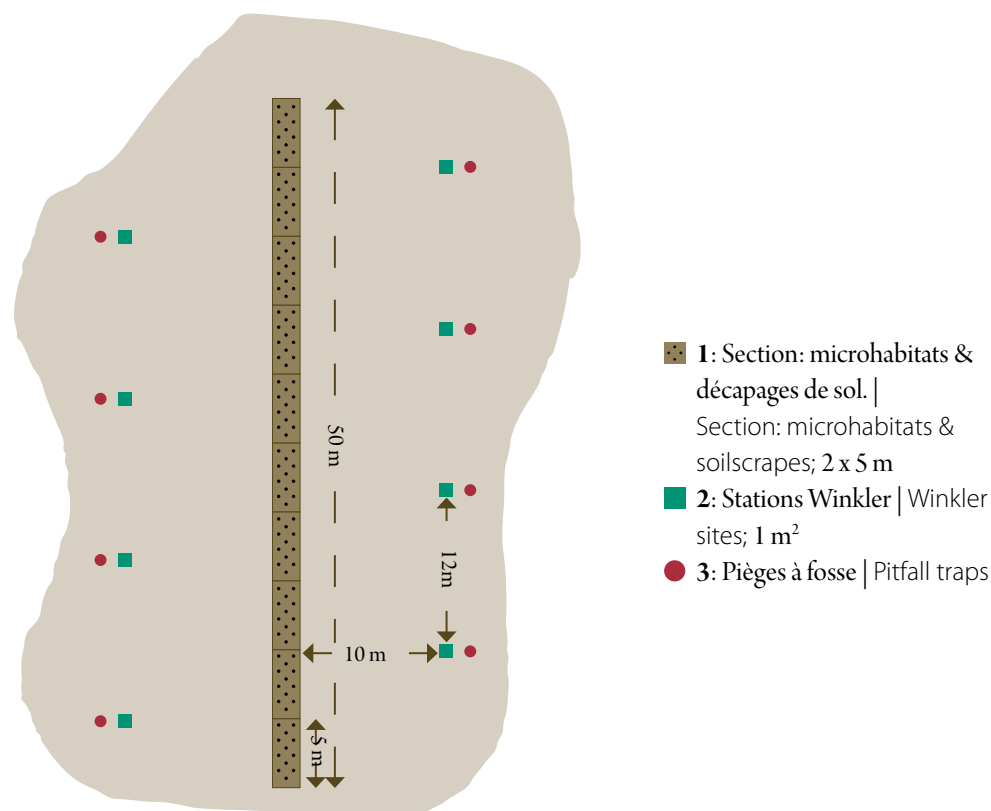
by different methods (Tab 10.3). Figure 10.6 shows the combination of the two different methods within a study site.

SPECIMEN CENSUS

1: Section:

Microhabitats: In each section, termites are hand-searched in all different microhabitats that are known to be preferred sites: soil, inside and under rotten logs, under the bark of rotten logs, humus-rich soil and accumulations of litter at the base of tree trunks, below and inside fallen branches (Fig. 10.7A), and dead wood attached to trees (up to a height of 2 m above ground level), termite-made structures like epigeal mounds, soil sheetings and runways on vegetation. Ants are also collected. Soil sheetings are constructed by termites during their foraging activity over the food source as protection against desiccation and predators⁷.

Soil scrapes: (Fig. 10.7B) Twelve samples of surface soil (12 cm x 12 cm x 10 cm depth) are taken in each section. They are dug with a machete at random locations distributed over



- 1: Section: microhabitats & décapages de sol. | Section: microhabitats & soilscrapes; 2 x 5 m
- 2: Stations Winkler | Winkler sites; 1 m²
- 3: Pièges à fosse | Pitfall traps

Fig. 10.6: Schéma du dispositif mixte lors de l'échantillonnage simultané des termites et des fourmis pour l'estimation rapide de la biodiversité (inspiré de Jones & Eggleton, 2000 et Agosti et al, 2000). | Position of sampling sites according to the combined standardized ant and termite assessment protocol.

the whole section. The soil taken out of these scrapes is hand-sorted on a tray *in situ* and all termites and ants are collected. The total sampling time per section for micro-habitat inspection and soil scrapes should be fixed, e.g. 60 minutes. Furthermore, all sampling should be done during the cooler morning hours (06:00h – 11:00h) as termite activity can markedly decrease in the savanna later during the day. Stopping rules apply if no more microhabitats can be found (e.g. in degraded or land-use habitats) resulting in a shorter sampling time per section.

2. Winkler sites:

The original Winkler method was described for forest habitats where litter covers the soil surface [3]. In habitats where such litter layers are missing, a modified version was adopted. Every

machettes. Le sol récupéré est trié sur place pour en extraire les termites et les fourmis qui sont conservés dans de l'alcool 90 %. Il est conseillé de fixer le temps mis par section pour la fouille des micro-habitats épigés et des mottes de terre ; par exemple 60 minutes. En outre, il est recommandé de réaliser tout l'échantillonnage pendant les premières heures de la journée (soit entre 6 heures et 11 heures), étant donné que l'activité des termites en savane baisse considérablement aux heures chaudes. Des pauses peuvent être observées si aucun micro-habitat n'a été identifié comme c'est le cas par exemple dans les habitats dégradés ou destinés à l'utilisation des sols ; ce qui entraîne donc un échantillonnage plus rapide de la section considérée.

2. Stations Winkler :

La méthode Winkler (Fig. 10.7C) a été décrite initialement pour les habitats forestiers où la litière couvre la surface du sol [3]. En cas d'absence totale de litière, on procède à une modification de la méthode d'échantillonnage. Ainsi, la végétation est fouillée tous les 12 m à la recherche de fourmis, les parcelles⁷ de 1 m² (ou stations Winkler) sont ensuite retirées et les fourmis en fourragement sont récoltées pendant 15 minutes.

3. Pièges à fosse:

Huit pièges fosses⁷ remplis d'alcool 45 % sont enterrés dans le sol à 1 m de chaque station Winkler et laissés ouverts pendant 48 heures. Il s'agit en réalité de Fobelets en plastique contenant un demi-litre d'alcool qui sert de solvant. Les pièges sont placés assez profondément de telle sorte que le bord supérieur soit au même niveau que la surface du sol et les fourmis en fourragement y tombent tout simplement. Les pièges doivent être protégés contre la pluie et les chutes de feuilles mortes à l'aide d'un toit transparent (Fig. 10.7D).

METHODES D'ECHANTILLONNAGE SUPPLEMENTAIRES

Tout effort supplémentaire d'échantillonnage réduit considérablement les marges d'erreurs au cas où des listes de vérification des espèces locales ont été compilées à partir de transects à répétition [2]. Plusieurs méthodes supplémentaires s'appliquent afin de compléter les listes des espèces :

Fouilles opportunistes: Des observations directes et non-standardisées s'effectuent autour des transects sur une distance de 50 m.

Tab. 10.3: Récapitulatif des étapes majeures pendant l'échantillonnage des fourmis et des termites selon un protocole mixte. | Main steps of ant and termite community assessments.

Méthode Method	Zone Area	Nombre Number	Termites Termites	Fourmis Ants
Fouille des micro-habitats Micro-habitat inspection	10 m ² (5 m x 2 m)	10 sections (10 m ²) par transect de 50 m 10 sections (10 m ²) per transect of 50 m	x	x
Mottes de terre Soil scrapes	12 cm x 12 cm x 10 cm	8 par section 8 per site	x	x
Stations Winkler Winkler sites	1 m x 1 m (1m ²)	8 quadrats de 1m ² par site, disposées de part et d'autre au transect principal parallèlement, distants de 10 m l'un de l'autre. 8 quadrats of 1 m ² per site; parallel to main transect in a distance of 10 m on both sides.	-	x
Pièges fosses Pitfall traps	Gobelet en plastique enterré entièrement (diamètre = 17 cm) . Dug in lower half of water bottle (diameter = 17 cm).	8 par transect et placé chacun à 1 m des Winkler 8 per site; 1 m from Winkler sites	-	x



Fig. 10.7: Récapitulatif des étapes majeures pendant l'échantillonnage des fourmis et des termites selon un protocole mixte : | Main steps of ant and termite community assessments: DKA
A: Fouille des micro-habitats. | Micro-habitat inspection.
B: Mottes de terre. | Soil scrapes.
C: Stations Winkler. | Winkler sites.
D: Pièges fosses. | Pitfall traps.



Fig. 10.8: Appâts. | Baits. DKA
A: Rouleaux de papier hygiénique. | Toilet paper rolls.
B: Blocs de bois. | Soft wood blocks.
C: Thon. | Tuna fish.

Appâts : Il est possible d'attirer activement les fourmis et les termites avec différents appâts disposés partout dans l'habitat selon un modèle standardisé. En tenant compte de la taille du site exploré, 10 répliquats par type d'appât sont disposées à une distance de 5 m à 10 m l'un de l'autre. Trois types d'appâts sont décrits ci-dessous:

- Des rouleaux de papier hygiénique et des blocs de bois mous (Fig. 10.8A & B) sont déposés de manière alternée au sol à une distance de 5 m à 10 m l'un de l'autre. L'appât doit être vérifié régulièrement pendant 10 jours.
- Des «sceaux à tamis» sont utilisés pour les fourmis légionnaires souterraines. On mélange un peu d'huile de palme avec un échantillon de sol dans une bouteille d'eau remplie de moitié et perforée à l'aide d'un fer à souder. Ces sceaux à tamis [4] peuvent être enterrés de sorte à ce que le bord supérieur soit au même niveau que la surface du sol. Ils doivent être vérifiés régulièrement pendant 14 jours.
- Des biscuits, du thon (Fig. 10.8C) et de l'eau sucrée sont aussi utilisés. Ils sont disposés, par exemple, dans des sacs en plastique et distribués de manière alternée à travers l'habitat pour attirer les fourmis. Les appâts sont vérifiés au bout de deux heures

12 m, the vegetation is at first searched for ants and then totally removed within an area of 1 m² (so-called Winkler sites, Fig. 10.7C) and all ants on the ground are collected for the duration of 5 minutes.

3. Pitfall traps:

Eight alcohol (45 % alcohol) filled "pitfall traps" are dug into the soil in a distance of one meter of each Winkler site and left open for 48 hrs. As a trap, the lower halves of 1 ½ litre plastic water bottles can be used. The traps have to be placed deep enough into the soil so that their upper rim is level with the soil surface. Ants walking on the ground, simply fall into these traps. The traps have to be protected against rain and litter fall with a transparent roof (Fig. 10.7D).

ADDITIONAL SAMPLING METHODS

Additional sampling effort greatly reduces any sampling bias which might be expected if the local species **checklists**⁷ had been compiled only from repeated transects [2]. In order to complete the local species lists several methods can be applied additionally.

pour constater la présence ou non des fourmis. Si possible, il faut faire une autre vérification deux heures après la première.

IDENTIFICATION DE TERMITES ET DE FOURMIS

Les termites et les fourmis collectés sont placés dans des fioles remplies d'alcool éthylique et stockés pour leur identification ultérieure. Les échantillons font l'objet d'une identification **taxonomique**⁷ jusqu'au niveau de l'espèce ou de la morpho-espèce en utilisant la littérature appropriée (voir références bibliographiques). La confirmation des espèces déterminées est réalisée par comparaison avec les collections de référence disponibles à la station d'écologie de Lamto (Côte d'Ivoire), à l'Université de Ouagadougou (Burkina Faso), au Musée Royal de l'Afrique Centrale de Tervuren (Belgique), et au Musée d'Histoire Naturelle de Londres. Une nouvelle collection de référence devrait être entreprise afin de confirmer au besoin d'autres espèces récoltées.

Hand collections: Direct observations and non-standardized hand-collections can be conducted in the area around the transects up to a distance of about 50 m.

Baits: Ants and termites can also be actively attracted to different baits which are placed in a standardized pattern all over the habitats. 10 replicates per bait type should be placed at a distance of about 5 m to 10 m, depending on the size of the study site. Three types of baiting are described here:

- Toilet paper rolls and soft wood blocks (Fig. 10.8A & B) alternately placed on the soil surface in a distance of about 5 m to 10 m to each other to attract termites. The bait has to be checked regularly for up to 10 days.
- Sieve buckets: For subterranean army ants palm oil can be mixed with soil and filled in the lower halves of 1 ½ litre plastic water bottles which are perforated before by the means of a soldering iron. These so-called "sieve buckets" [4] can then be burrowed below the soil surface so that its upper border is on a level with the soil surface. They have to be checked regularly for the duration of 14 days.

- Cookies, tuna (Fig. 10.8C) and sugar water: Crumbs of cookies, tuna and sugar water can be placed e.g. on plastic bags and alternately distributed across the habitat to attract ants. After two hours, all baits have to be checked for ants. If possible, all baits should be checked a second time four hours after placement.

IDENTIFICATION OF TERMITE AND ANT SAMPLES

All collected termites and ants are placed in vials filled with 90 % ethanol and stored for later identification. The samples have to be identified **taxonomically**⁷ to the level of species or morpho-species using appropriate literature. Reference collections of termites and ants (e.g. Station of Ecological research of Lamto (Cote d'Ivoire), University of Ouagadougou (Burkina Faso), Royal Museum for Central Africa (Belgium) and Natural History Museum of London) are also used to confirm preliminary identifications. An own reference collection should be made and kept to e.g. confirm new localities of species or allow corrections of identifications later on.

10.3

Recherches ichtyologiques dans les eaux douces d'Afrique de l'Ouest

Timo MORITZ

Les poissons vivent dans les milieux aquatiques et cela paraît trivial mais c'est le point critique des études sur les poissons. Très souvent, on ne peut pas rester pendant longtemps dans leurs environnements pour les étudier. Pour les eaux douces d'Afrique de l'Ouest, une surveillance directe serait nécessaire, étant donné que la plupart des plans d'eau sont peu transparents, les observations visuelles sur les poissons ne sont pas par l'observation visuelle des poissons n'est généralement possible. Ainsi, la collecte des données doit se faire de manière indirecte. La visite d'un marché de poissons peut nous donner une première impression de l'abondance des différentes espèces locales. Mais l'utilisation de telles données n'est que d'une valeur limitée : Il n'y a généralement pas d'information sur le lieu et le moment exact de la capture des poissons, les méthodes utilisées, ou les espèces supplémentaires que le vendeur aurait ajouté à celles d'une même prise. Pour avoir des données détaillées et valides sur

Ichthyologic research in West African freshwaters

HOW MANY FISH?

Fishes live in aquatic environments – this sounds trivial, but it is the critical point for studies on fish. Usually we can not stay in their environment for a longer period of time to survey them. For West African freshwaters direct surveillance would be of little help anyway, as most water bodies have only little transparency and visual observations on fish are usually not possible. Accordingly, data collection has to be carried out more indirectly. A visit to a fish market can give us a first impression of the local abundance of different fish species. But the use of such data is only of limited value: there is usually no information when or where exactly the fish were caught, which methods were used, or which additional species were in the same catch. To get valid and detailed data on fish, the researcher has to perform his own studies in the fishes' **habitat**²; he has to catch them to confirm

les poissons, le chercheur a besoin de mener ses propres études sur l'**habitat**² des poissons, il doit les capturer à un moment précis pour confirmer leur présence/apparition dans un micro habitat spécial de la zone d'étude.

AIRE ECHANTILLON POUR L'ETUDE DES POISSONS

Avant de capturer un poisson, l'objectif de recherche doit être pris en compte et ensuite une méthode de pêche appropriée doit être choisie. Les questions de recherche peuvent venir de l'un des quatre aspects suivants :

1. L'inventaire des espèces

Une liste détaillée des espèces apparaissant dans une zone d'étude conduit à plusieurs autres questions, concernant par exemple le potentiel des ressources halieutiques, la comparaison avec les autres organismes aquatiques ou le changement de communautés dû à l'action humaine. Excepté une simple liste de noms, les inventaires des espèces peuvent contenir des données supplémentaires telles que l'apparition relative, les changements temporaires itératifs ou les préférences pour les habitats spéciaux. Pendant l'inventaire des

their occurrence in a special microhabitat, in the respective area, at a certain point in time.

SPECIFIC AREAS OF FISH RESEARCH

Before catching fish, the focus of the research question must be considered, and then an appropriate method for fish collection has to be chosen. Research questions could originate from one of the following four main aspects:

1. Species inventory

A detailed list of species occurring in a respective area is the base for many other questions, concerning e.g. fisheries potential, comparisons with other water bodies or community changes due to human impact. Except for a simple list of names species inventories may contain additional data such as relative occurrence, temporary changes in abundance or preferences for special habitats. During planning of fish inventories one has to take into account that fish communities at a certain place may change throughout the year and also between years.

poissons, il faut prendre en compte le fait que les différentes communautés de poissons peuvent varier à un endroit particulier au cours de l'année et aussi d'une année à l'autre.

2. La reproduction

Certains poissons sont capables de se reproduire au cours de l'année ou pendant une longue période de l'année, d'autres seulement une fois par an ou même une seule fois dans leur vie. Les comportements reproducteurs sont très souvent induits par des changements saisonniers. De telles informations sont essentielles par exemple pour définir les plans de gestion des pêches. Pour collecter les données nécessaires, les gonades des espèces de poissons respectives doivent être évaluées à différentes périodes au cours de l'année. La condition doit partir de "l'immaturité" à différents degrés de « développement » à la « maturité » ([5], [6]). La fécondité devrait également être déterminée à travers le nombre d'oeufs par kg par femelle ou à partir du rapport poids des ovaires sur poids total du corps [7]. Le **dimorphisme**⁷ sexuel existe chez plusieurs espèces de poissons des eaux douces d'Afrique de l'Ouest. Ainsi, certaines données peuvent être recueillies uniquement par examen externe, com-

2. Reproduction

Some fish are able to produce offspring throughout the year or during a longer period of the year, others spawn only once per year or even in their life. Reproductive behaviour is usually triggered by seasonal changes. Such information is essential, e.g. for fishery management plans. To collect the necessary data the gonads of a respective fish species have to be evaluated at several points during a year. The condition has to be determined from 'immature' over different degrees of 'developing' to 'mature' [5], [6]. Also fecundity should be determined in terms of egg number per kg female, or the weight relation of ovaries to total body weight [7]. Sexual **dimorphism**⁷ exists in several fish species of West African freshwaters, thus some data can be achieved only by external examination, like sex ratio or ratio of sexually active males.

3. Feeding habits

Besides reproduction, feeding is the major key issue for the understanding of the biology of a species and its role in the ecological system. To study feeding habits of fish stomach analyses are used most commonly.

me le rapport de masculinité ou le rapport des mâles sexuellement actifs.

3. Les habitudes alimentaires

En plus de la reproduction, l'alimentation est un élément important pour la compréhension de la biologie d'une espèce et son rôle dans le système écologique. Pour étudier les habitudes alimentaires des poissons, on les dissèque et on analyse le contenu du tube digestif. Il existe plusieurs différentes approches d'évaluation et d'analyse des données respectives, mais il n'y a véritablement pas d'approche standard. Lorsque vous vous lancez dans une telle étude, vous devez savoir tout ceci et être capable de choisir la méthode appropriée. Les indices unissant différentes valeurs sont très utilisés, bien que très rares ([8], [9], [10]).

4. Les habitudes migratoires

De nombreuses espèces de poissons des eaux douces d'Afrique de l'Ouest effectuent plusieurs mouvements dans les bassins fluviaux. On peut distinguer deux types de mouvements:

- Les migrations longitudinales, c'est-à-dire dans la rivière de l'amont vers l'aval;

There are many different approaches how to assess and analyze the respective data, but there is no general approach. When undertaking such a study one has to be aware of this and choose a suited method. Indices uniting different values are widely used, but usually not well-founded [8], [9], [10].

4. Migration patterns

Several of the West African freshwater fish species perform major movements within river basins. Two types can be distinguished:

- Longitudinal migrations, i.e. within the river like from upstream to downstream;
- Lateral migrations, i.e. from the main river channel to the floodplain or temporary habitats and back.

Such migrations are usually related to spawning and/or opening of new feeding areas. Hints to such migrations may come from data assessing the frequency of different species over time. Assured proofs are more difficult to obtain and may come from direct observations, tagging experiments or telemetry techniques allowing the tracing single **specimens**⁷.

- Les migrations latérales, c'est-à-dire de la rivière principale aux plaines d'inondation ou aux habitats temporaires et dans le sens contraire.

De telles migrations sont très souvent liées à la recherche de frayères et/ou à la recherche nouvelles zones d'alimentation. Les indications de telles migrations peuvent être obtenues à partir des données évaluant la fréquence des différentes espèces dans le temps. Les preuves concrètes sont plus difficiles à obtenir et peuvent venir d'observations directes, d'expérimentations après marquage ou de techniques de télémétrie permettant le suivi des espèces en voie de disparition.

LA PECHE

Les filets maillants sont des « filets de pêche » typiques. À l'aide de flotteurs et de plombs, les filets sont positionnés dans les colonnes d'eau, très souvent on se sert de pirogues pour les poser. De tels filets font généralement entre 25 et 250 m de long et 1 à 3 m de hauteur. La taille des **spécimens**⁷ capturés est déterminée par le maillage. Très souvent, pour des raisons scientifiques, les combinaisons de filets avec différents maillages sont utilisées.

CATCHING FISH

Gill nets – are the typical “fishing nets”. By means of floaters and sinkers the nets are positioned in the water column usually using a boat. Such nets are often between 25 and 250 m long and 1 to 3 m in height. The size of the caught specimen is determined by the mesh size. For scientific purpose combinations of nets with different mesh sizes are often used.

Advantage: many fish can be caught; different size classes are represented (depending on mesh size);

Avantage : de nombreux poissons peuvent être capturés avec les différentes tailles qui sont représentées (selon le maillage) ;

Inconvénient : de nombreux spécimens non désirés sont pêchés et meurent, sans compter les espèces aquatiques autres que les poissons telles que les serpents, les **mammifères**⁷ aquatiques ; les spécimens capturés sont souvent blessés; les filets sont fréquemment endommagés par les bois flottants ou les crocodiles ; on a besoin d'une pirogue pour les installer. Cette méthode n'est pas appropriée pour les zones protégées.

Les filets éperviers (Fig. 10.9) sont souvent utilisés dans plusieurs régions d'Afrique. Ces filets ronds sont lancés dans l'eau à partir du rivage ou d'une embarcation. Leur diamètre peut varier entre 1,5 et 5m; les filets les plus larges ont généralement un maillage réduit.

Avantage : les poissons seront attrapés en vie avec moins de dommages ; les données exactes sur leurs parcours aller-retour peuvent être obtenues.

Inconvénients : pas appropriés pour les surface très couvertes par la végétation, de bois flottants ou d'un substrat très agité ; il faut être habile aux techniques de lancement du filet ; prises très souvent petites en fonction du temps de travail.

Disadvantage: many not needed specimen are caught and die, as well as non-fish species like turtles, snakes and aquatic **mammals**⁷; caught specimen are usually damaged; nets often get damaged, e.g. by driftwood or crocodiles; a boat is needed for installation. This method is not suited for protected areas.

Cast nets – (Fig. 10.9) are commonly used in many areas of Africa. These round nets are thrown by different techniques on the water surface. Their diameter can vary from 1.5 to 5 m; larger

Fig. 10.9: Un pêcheur montrant la manière de jeter le filet épervier. | A fisherman showing how to throw a cast net. TMO



Pièges – Ils sont faits de différents matériaux où les poissons peuvent entrer sans pouvoir en sortir. Dans plusieurs régions d'Afrique de l'Ouest, les pièges à poissons sont entièrement faits avec du bois ou avec du filet fixé sur un cadre en bois. (Fig. 10.10) Les pièges peuvent être appâtés (exemple: morceaux de poissons, différents ingrédients de plantes) ou non et peuvent être équipés de structures supplémentaires pour augmenter la zone à partir de laquelle les poissons sont conduits vers le piège.

Avantage : peuvent être installés dans presque tous les habitats aquatiques.

Inconvénients : certains pièges sont difficiles à installer. Pour éviter l'asphyxie des poissons ou des animaux autres que les poissons, la dernière chambre des grands pièges doit être ouverte afin de faciliter la respiration.

Les sennes – (Fig. 10.11) sont communément utilisées pour la pêche en haute mer ou en **aquaculture**⁹ mais de plus en plus, on les utilise pour la pêche en eau douce. Dans les eaux douces d'Afrique de l'Ouest, ces filets mesurent généralement entre 25 et 80 m de long et sont tirés suivant l'étendue de la rivière ou du lac. Pour des raisons scientifiques, les petits filets de 2m de long et 1,5 de hauteur

nets usually have a larger mesh size.

Advantage: fish is caught alive with little damage; exact data on their whereabouts can be obtained.

Disadvantage: not suited for areas with much vegetation, driftwood, or very bumpy substrate; one has to be proficient in the throwing techniques of the nets; often small catch considering the working time.

avec un petit maillage sont très pratiques.

Avantage : les larges sennes peuvent permettre de larges prises, les petites sennes attraperont tous les poissons vivants directement dans leurs (micro) habitats.

Inconvénients : les larges sennes requièrent une grande main d'œuvre pour la lancée alors que les petites sennes sont rarement applicables aux larges des eaux.

Poisons - Ils sont soit des extraits de plantes, des ichtyocides modernes soit des **pesticides**⁹ non spécifiques issues de l'agriculture. Dans plusieurs régions d'Afrique de l'Ouest, ces derniers sont communément utilisés de manière croissante avec évidemment des conséquences dramatiques sur les **écosystèmes**⁹ et les consommateurs. La Roténone est un poison spécifique aux poissons qui est généralement utilisé dans l'élevage des crevettes et également pour faire des collections scientifiques.

Avantages : permet les ramassages dans des habitats difficiles d'accès, tels que les rapides.

Inconvénients : mauvaise application dans les eaux stagnantes, élimine tous les poissons de la masse d'eau.

Traps – also fykes or bow nets are constructions of different material where fishes can enter but not escape. In many areas of West Africa traps are constructed completely of wood, or with net material on a wooden frame (Fig. 10.10). Traps can be baited (e.g. pieces of fish or mush from various plant ingredients) or not, and can be equipped with additional structures to increase the area from which fishes are led to the trap.

Advantage: can be installed in almost all aquatic habitats.

Disadvantage: some trap constructions are difficult to install. To



Equipements de pêche électrique - (Fig. 10.12) Utilisent la nature du poisson pour les attirer à partir de champs électriques. Ils sont ensuite entassés dans un endroit très proche de l'épuisette.

Avantages : les poissons seront juste étourdis et pas blessés, ils sortiront de leurs caches, même ceux qui s'abritent entre les pierres.

Inconvénients : du fait de la conductivité réduite des eaux douces d'Afrique de l'Ouest, la méthode ne peut être utilisée que dans les endroits peu profonds avec un substrat rocheux.

Hameçons - peuvent être montés sur des cannes à pêche ou en groupes de longues lignes. Cette méthode est communément utilisée par les pêcheurs d'Afrique de l'Ouest. Les longues lignes peuvent être appâtées ou non. Ce n'est pas une méthode adaptée pour des études scientifiques.

Tarissement des masses d'eau - en vidant l'eau des étangs, il est possible de ramasser tous les poissons présents dans l'habitat concerné. Particulièrement en saison sèche, cette méthode peut provoquer une perte de l'habitat, refuge pour les espèces de tailles réduites.

Autres méthodes – Les épuisettes et cadres des filets sont communément utilisés par les pêcheurs. Pour les petits habitats aquatiques ou les zones à végétation dense, ces méthodes peuvent être

avoid drowning of air-breathing fish or non-fish animals, the last chamber of larger trap constructions should allow air-breathing.

Seines – (Fig. 10.11) are commonly used in marine fisheries or in **aquaculture**[?] ponds, but increasingly also in freshwater fisheries. In West African freshwaters these nets are usually between 25 and 80 m in length and are dragged to a stretch of river or a lake. For scientific purpose small nets of 2 m length and 1.5 m height with small mesh size are very useful.

Advantage: large seines may produce large catches; small seines will catch all fish alive directly in their (micro-) habitat.

Disadvantage: large seines require many people for handling; small seines are poorly applicable in open waters.

Poisons – may be traditional plant extracts, modern ichthyocides or not-specific **pesticides**[?] from agriculture. In many areas of West Africa the latter is getting increasingly more common with dramatic consequences for **ecosystems**[?], and also consumers. Rotenone is a fish-specific poison commonly applied in shrimp farming, which is also used for scientific collections.

Advantage: allows collections in difficult habitats, like rapids.

appropriées.

Le choix de la méthode appropriée de collecte pour l'étude des poissons dépend de plusieurs facteurs tels la main d'oeuvre disponible l'habitat dans lequel l'échantillonnage se fera, les conditions du projet ou les problèmes de conservation.

DONNEES SUPPLEMENTAIRES ET TRAITEMENT DES POISSONS

Avant de commencer un projet, il faut savoir de quel type de données on a besoin pour l'étude. Dans le domaine de la pêche, il paraît judicieux de peser les poissons capturés, les répartir en fonction de leur prix ou leur rang **taxonomique**[?]. Pour des objectifs de recherche plus complexes, d'autres données supplémentaires doivent être collectées.

Après la prise, les poissons doivent être marqués d'une couleur ou pris en photo, en étant toujours vivants. Les mesures communes qui peuvent être prises sur le terrain sont celles de la longueur standard (et la longueur totale) et du poids. Après la mensuration, les spécimens vivants sont souvent relâchés dans l'eau. D'autres études, telles que les mesures morphologiques pour la détermination des espèces ou à des fins taxonomiques, les études sur l'état de

Disadvantage: wrong application, e.g. in standing water, will clear the water body completely of fish.

Electric fishing equipment – (Fig.10.12) uses the nature of fish to be attracted from electric fields. They are then stunned in an area close to the anode scoop.

Advantage: fish will be stunned and usually not damaged; fish will come out from their hiding places, even from deep between stones.

Disadvantage: due to the low conductivity in West African freshwaters the method can be used only in few shallow areas with rocky substrate; improper use can be life threatening.

Hooks – can be used single on a fishing rod or in groups in long lines. This method is commonly used by West African fishermen. Long lines can be baited or not. It is, however, not a useful method for scientific purposes.

Depleting water bodies – by scooping can be used to collect all fish present in the respective **biotope**[?]. Especially in the dry

reproduction, l'analyse des contenus stomacaux ou encore le fait d'établir des spécimens de référence, ne sont pas possibles sur ce terrain. Dans ce cas, les spécimens requis doivent être préservés. Le poisson doit être anesthésié, par exemple: à l'aide du MS-222, de la Benzocaïne ou de l'essence de girofle, avant de le passer dans du formol tamponné à 4 %. Le formol non tamponné pourrait avoir de grandes proportions d'acide formique qui endommageraient les échantillons. Pour l'extraction de l'ADN, le tissu enrobé de formol ne peut généralement plus être utilisé. Ainsi, pour de telles études, un petit échantillon de tissu doit être mis de coté avant tout contact avec le formol et conservé dans de l'éthanol de 90 à 99 %. Pour une longue conservation, le poisson doit être plongé dans du formol à l'éthanol 70 % et les échantillons d'ADN devraient être conservés dans un congélateur.

La connexion entre les données et les spécimens doit être assurée, généralement en étiquetant ces derniers. La documentation utilisée pour l'identification des espèces doit toujours être citée. Une identification incorrecte rendra les résultats inexploitable et dévaluera complètement l'étude. Pour les spécimens rares ou non définis, il convient de remettre leurs références à divers musées où la communauté internationale de chercheurs pourra les consulter.

season this method may result in the loss of a refuge habitat for smaller species.

Other methods – commonly used among fish researcher are dip nets and frame nets. For small aquatic habitats or densely vegetated areas these may be the most suited methods.

When choosing the appropriate collecting method for a fish study many different factors should be considered, such as the assignment of tasks, the habitat in which sampling will take place, the funds of the project or conservational issues.

ADDITIONAL DATA AND FISH TREATMENT

Before starting a project it has to be clarified which type of data is needed for the investigation. For a basic question in fisheries it might be sufficient to weigh the fish catch, grouped by price or **taxonomic**⁹ level. For more complex research goals other data has to be collected as well.

After catching, live colouration should be noted or a photograph be taken. Common measurements, which can be taken in the field, are standard length (and total length) and weight.



10.10

Fig. 10.10: Pièges souvent utilisés et conçu à partir d'un filet fixé sur un piquet de bois. | Commonly used trap made of net on a wood frame. TMO

Fig. 10.11: Pêche avec la senne sur un affluent du fleuve Mou-Houn. | Fishing with a seine on a branch of the river Mou-Houn. TMO

Fig. 10.12: Utilisation d'équipements de pêche électrique en eau peu profonde. | Using electric fishing equipment in shallow water. KCO



10.11



10.12

Les paramètres biotiques et abiotiques pendant l'échantillonnage doivent être décrits suivant les objectifs de recherche. Les paramètres biotiques peuvent comporter la berge et la végétation aquatique, les **prédateurs**⁷ ou les interactions avec les autres animaux. Les paramètres abiotiques les plus importants sont la position géographique et les caractéristiques de l'eau telles que la température, la conductivité, le pH, la transparence et la vitesse de l'eau. La concentration de l'oxygène et le niveau de l'eau peuvent également être des aspects importants mais sont souvent difficiles à évaluer lors des travaux de terrain.

PERSPECTIVES

Quelques aspects principaux de l'**ichtyologie**⁷ et les possibilités d'études sur les poissons d'eau douce d'Afrique de l'Ouest ont été mentionnés ici mais il y a beaucoup d'autres questions qui restent en suspens pour les explorations à venir. Par exemple de nombreuses espèces de poissons des savanes présentent des adaptations morphologiques et physiologiques spéciales, telles que les organes respiratoires accessoires, pour s'adapter aux températures élevées, une faible teneur en oxygène des eaux et une faible disponibilité des eaux. Certains poissons ont des formes de reproduction

After measurement, live specimen can often be returned to the water. Other investigations, like morphological measurements for species determination or taxonomic questions, studies on reproductive state, analyzing stomach contents, or providing voucher specimens, are not possible to perform in the field. In that case the needed specimens have to be preserved. Fish should be anaesthetized, e.g. using MS-222, benzocaine or clove oil, before transferring them into 4 % buffered formalin. Older, non-buffered formalin may have high proportions of formic acid which may damage samples. For DNA extraction formalin fixed tissue generally cannot be used anymore. Thus for such studies small tissue samples have to be taken separately before contact with formalin and kept in 90 to 99 % ethanol. For longer storage fish should be transferred from the formalin solution to 70 % ethanol and DNA samples should be stored in a freezer.

The connection of data and specimen has to be assured, usually by labelling the specimens. Literature used for species identification should always be cited. Without correct identification, results are irreproducible and devalue the complete study. For

inhabituelles, l'exemple des œufs des cyprinodontidés qui peuvent résister sur des terres arides en attendant la saison des pluies. D'autres espèces ont des organes de sens exceptionnels, tels que les mormyres électriques qui peuvent communiquer et s'orienter à l'aide de faibles décharges électriques. En plus des nombreux champs de recherche fondamentale, les études ichtyologiques menées dans les eaux douces d'Afrique de l'Ouest donnent une base pour des plans de gestion durable des ressources halieutiques et peuvent servir à déterminer les espèces appropriées pour l'élevage aquacole.

rare or questionable specimens it may be appropriate to deposit vouchers in larger museum collections where they are accessible to the international research community.

Biotic and abiotic parameters of the sampling location should be sampled according to the research question. Biotic parameters may include shore and aquatic vegetation, common **predators**⁷ or interactions with other animals. The most important abiotic parameters are geographic position, and water characteristics as temperature, conductivity, pH, transparency, and current. Also oxygen concentration and water level may be important aspects, but are sometimes difficult to assess during field work.

OUTLOOK

A few main aspects of fish biology and possible studies on West African Freshwater fishes have been mentioned here, but there are numerous other issues waiting for further exploration. For example many fish species of the savanna region show special morphological and physiological adaptations, like accessory breathing organs, to cope with high temperatures, low oxygen contents of water and low water availability. Some fish have

unusual reproduction patterns, like the killifish producing eggs, which may persist in dry earth until the next rainy season. Other species show exceptional organs and senses, like the electric mormyrids performing communication and orientation using weakly electric discharges. Besides numerous fields of basic research, **ichthyological** studies in West African freshwaters provide the basis for sustainable fisheries management plans and may help determine species suited for aquaculture farming.

10.4

Méthodes : Echantillonnage des amphibiens

Mark-Oliver RÖDEL

SITES D'ÉTUDE ET EFFORT D'ÉCHANTILLONNAGE

Les amphibiens des forêts peuvent être mieux suivis en établissant des **transects**[°] standardisés (lignes droites de longueur définie, voir Rödel & Ernst [11]) ou des **parcelles**[°] (surfaces aux dimensions connues). La longueur du transect et la dimension de la parcelle doivent être les mêmes au cours de l'étude et dépendent de la question spécifique de recherche posée. La marche le long du transect prenant trop de temps, il est conseillé de l'exécuter d'abord de façon aléatoire indépendamment des conditions atmosphériques. Ainsi les données devraient être rassemblées pendant une saison au cours de la première année afin d'obtenir une connaissance précise de la **faune**[°] locale. Pendant des saisons consécutives de travail de terrain, la fréquence d'échantillonnage peut être réduite lorsque les données phénologiques des espèces sont connues [12].

Methods: Sampling amphibians

STUDY SITES AND SAMPLING EFFORT

Amphibians in forests can best be monitored by establishing standardized **transects**[°] (a straight line of a defined length, see Rödel & Ernst [11]) or **plots**[°] (an area of a defined size). The length of the transect and the size of plot has to be the same throughout a study and depends on the specific research question. Transect walks are time intensive. It is advisable to perform them first randomly independent of prevailing weather conditions. Data should be gathered throughout a whole season in the first year to obtain a thorough knowledge of the local **fauna**[°]. In consecutive field seasons, the frequency of sampling can be reduced when general phenological traits of the species are known [12].

All plots/transect have to be investigated with the same sampling effort, regarding time and intensity. For amphibians it is

Tous (tes) les transects/parcelles doivent être contrôlés avec le même soin d'échantillonnage, en tenant compte du temps et de l'intensité du travail. Pour les amphibiens, il est particulièrement important d'agir de façon constante quelque soit la durée (quotidienne ou saisonnière) (Fig. 10.13) puisque les espèces présentent un taux d'activités différent en fonction de la quantité de pluie, de la température, de l'heure ou de la saison. Des contrôles répétés sur des transects ou parcelles identiques faits les mêmes jours ou pendant des jours consécutifs doivent être évités afin d'assurer l'indépendance des données. Généralement, mener une étude sur les amphibiens nécessite peu de moyens. Bien que des matériaux plus coûteux soient cités plus bas, tout le monde peut se permettre de mener une étude significative et importante sur les amphibiens sans avoir besoin de trop de moyens financiers autres que les frais de transport. Ainsi, le manque d'argent ne peut être une excuse valable pour ne pas mener de la recherche sur les amphibiens.

especially important to invest the same effort per season and day-/night-time (Fig. 10.13), as different species may show different activity rates depending on amount of rainfall, temperature, daytime or season. A repeated control of identical transects or plots on the same or consecutive days should be avoided to ensure independence of data. Generally working with amphibians can be extremely cheap. Although we list various more expensive material below, everybody can do meaningful and important amphibian work without any budget other than for travelling. Hence, lack of money is not a good excuse for not doing amphibian research.

SPECIES CENSUS

1. Visual and acoustic monitoring

An area or **habitat**[°] is searched **systematically**[°] for individuals in a defined time period.

Visual: All frogs seen are recorded at species level. This method is applicable to all different habitat types. In savanna areas, however, the regions around ponds and streams will be

INVENTAIRE DES ESPECES

1. Suivi visuel et acoustique

Un milieu ou **habitat**⁷ est recherché **systématiquement**⁷ pour les individus à un temps bien défini.

Visuel : toutes les grenouilles rencontrées sont inventoriées jusqu'au niveau spécifique. Cette méthode est applicable à tous les types d'habitats. Toutefois en savane, les régions situées autour des mares et des ruisseaux seront probablement les seuls endroits où les grenouilles peuvent être enregistrées visuellement avec certitude [11]. Les grenouilles attrapées peuvent être marquées d'un pinçon [13] afin d'en recueillir des données pour une estimation de la population via les méthodes de capture/ ré-capture [14]. Pour une simple enquête de courte durée, les méthodes déjà décrites sont suffisantes mais doivent probablement être accompagnées de pièges adaptés.

Acoustique : dans la majorité des cas, les grenouilles mâles coassent de façon spécifique pour signaler leurs positions vis à vis des partenaires potentiels et des rivaux. Ce comportement peut être

probably the only areas where frogs can be recorded reliably by vision [11]. Captured frogs can be marked by toe clipping [13] to use the data for population estimates via capture / re-capture methods [14]. For simple short-term surveys the encounter methods are sufficient but should possibly be accompanied by opportunistic trapping.

Acoustic: Since in the majority of frog species males use species-specific calls to advertise their position to potential mates and rivals, this behaviour can be exploited for acoustic monitoring. Especially tree-frogs and frogs that hide in leaf-litter or call from underground will usually not be detected by visual searches and thus acoustic monitoring is a must for frog assessments. Counts can be used to estimate relative abundance of calling males, species composition, as well as breeding habitat use and breeding phenology of species. As it is difficult to get accurate numbers of calling males, this method gives only qualitative or semi-quantitative data. The width of the acoustic transect depends on the ability to detect each species' advertisement call (approx. 10-15 m to either side of the transect).

exploité pour un suivi acoustique. Un tel suivi est particulièrement applicable aux espèces de rainettes et de grenouilles arboricoles, de litière et enfouies qui ne sont généralement détectées par un suivi visuel. Le recensement des différents coassements peut être utilisé pour estimer l'abondance relative des mâles, la composition des espèces, le lieu de reproduction et la phénologie de la reproduction des espèces. Comme il est difficile d'avoir un nombre exact de mâles qui coassent, cette méthode donne simplement des données qualitatives ou semi-quantitatives. La largeur du transect pour le suivi acoustique dépend de l'aptitude à détecter le coassement de chaque espèce (app. 10-15 m de chaque côté du transect).

Combinaison: une combinaison des techniques, visuelle et acoustique peut être appliquée. Cette méthode est fréquemment utilisée pour des évaluations rapides ou sur de larges surfaces. Les données collectées sont exprimées en nombre d'individus par espèce rencontrée dans une surface par unité de temps, ex: 8 **spécimens**⁷ de l'espèce A par heure/personne. L'échantillonnage visuel et acoustique normalisé sur un transect (parcelle), selon notre expérience, donne de meilleures données quantitatives sur les amphibiens de forêt dans l'espace et dans le temps. Ces données peuvent être

Combination: A combination of visual and acoustic techniques can be applied. This method is frequently used for rapid assessments and the evaluation of larger areas. The resulting data are expressed in numbers of individuals of a certain species found in an area per unit time, e.g. eight **specimens**⁷ of species A per 1 man-hour. Standardized visual and acoustic transect (plot) sampling, according to our experience, provides the best quantitative data on forest amphibians with regard to space and time. These data can be used for comparisons between habitats, seasons and years [15] and standardized transect surveys are especially useful for long-term studies.

2. Passive sampling

Species that rarely call or live underground or migrating aquatic frogs can be sampled by passive sampling techniques, i.e. pitfall and funnel traps along drift fences. These usually consist of durable plastic gauze, app. 0.5 m high and stapled vertically onto wooden stakes. Close to the fence plastic buckets are buried in the soil in a way that the opening of the bucket is level with the surrounding surface. Duct tape can be used to reduce the diameter of the buckets and to construct funnel-like openings in

utilisées pour comparer les habitats, les saisons et les années [15]. Les investigations sur un transect normalisé sont particulièrement utiles pour des études à long terme.

2. Echantillonnage passif:

Les espèces coassant rarement ou vivant dans le sol ou encore les grenouilles aquatiques migratrices peuvent être échantillonnées par des techniques d'échantillonnage passives, (réalisation de trous ou utilisation d'entonnoirs à nasse le long de barrières). Les barrières sont généralement composées de toiles en plastique écologiques, app. 0,5 m de haut dressé verticalement sur des supports en bois. Le godet en plastique est enterré dans le sol, près de la clôture de telle sorte que l'ouverture du godet soit au même niveau que la surface qui l'entoure. Un ruban adhésif en toile peut être utilisé pour réduire le diamètre des godets et des ouvertures en forme d'entonnoir construites en vue d'empêcher qu'elles s'échappent de l'enclos. Toutefois, la plupart des anoues sont de bons sauteurs, donc il est difficile de les retenir avec ces barres. Les enclos sont vérifiés au moins une fois par jour.

order to impede escaping from traps. However, most anurans are strong jumpers and thus difficult to trap with these arrays. Traps have to be checked at least on a daily basis.

3. Sampling tadpoles

Tadpoles may add further valuable information to a monitoring or species assessment. Tadpoles can be caught easily with dip-nets (Fig. 10.15) and then identified. If dip-net trials are standardized in number, speed and length, the catches may also be used semi-quantitatively in analysis. For real qualitative data the box-method can be employed. A metallic box (best use 50 x 50 x 50 cm), open on top and bottom is thrown into the pond (Fig. 10.16). the water content inside the box is then examined for tadpoles with a plastic sieve, all individuals are captured and counted. As the water content of the box is known, the method allows for real density assessments of tadpole assemblages. microhabitat choice of the various species can be determined by recording habitat data from the pond and within the box samples such as vegetation density, soil type, water depth etc. To sample a pond representatively the various different structures of a pond (shallow and deep water, water with and without

3. Echantillonnage des têtards:

Les têtards peuvent fournir des informations supplémentaires dans un suivi ou une évaluation des espèces. Les têtards se capturent facilement avec des filets à armature (Fig. 10.15) et peuvent ensuite être identifiés. Si les essais du filet à armature sont normalisés en termes de nombre, vitesse et longueur, les prises peuvent également être utilisées dans des analyses semi-quantitatives. Pour des données quantitatives réelles, la méthode par boîte peut être employée. Une boîte métallique est choisie (meilleure utilisation 50 x 50 x 50 cm), ouverte par le haut et par le bas et déposée verticalement dans la mare (Fig. 10.16). Le liquide contenu à l'intérieur de la boîte est ensuite examiné avec un tamis en plastique et tous les individus sont capturés et comptés. Au fur et à mesure que le contenu de la boîte est connu, la méthode permet une évaluation réelle des assemblages des têtards. Le choix des micros habitats par les différentes espèces peut être déterminé en enregistrant les caractéristiques de l'habitat pour la mare et dans la boîte, telles que la densité de la végétation, le type de sol, la profondeur de l'eau, etc. Pour collecter des échantillons dans une mare de façon représentative, les différentes caractéristiques de la mare en question (l'eau en surface et en profondeur, eau couverte ou non de végétation aussi bien au bord

vegetation, at the bank and in the middle of the pond etc.) have to be sampled in accordance to their surface proportion of the whole pond.

SITE CONDITIONS

To assess the habitat preferences of particular species and to investigate correlations of species assemblages with environmental variables, all study sites have to be characterized by variables that are meaningful for amphibians. All characters should be collected in a representative way. One should at least collect all habitat parameters on all corners of the plot and at mid-point, hence having five points with habitat characteristics.

Substrate types and litter coverage

Substrate types and litter coverage may be very important for **terrestrial** frog species. These habitat characters can be assessed as distinct types (e.g. sand, clay, rock etc.) or estimated in percentage of coverage.

et à l'intérieur de la mare, etc.) doivent être enregistrées suivant leurs proportions par rapport à la surface de la mare entière.

CONDITIONS DU SITE

Pour évaluer la préférence des habitats par des espèces précises et pour déterminer les corrélations entre les assemblages des espèces avec les variables environnementales, tous les sites doivent être caractérisés par des variables importantes pour les amphibiens. Les caractéristiques de chaque site doivent être collectées de façon représentative. On doit donc au moins collecter tous les paramètres dans tous les coins et au centre de la parcelle c'est-à-dire obtenir les caractéristiques de cinq points pour un habitat.

Les types de substrats et la couche de litière

Les types de substrats et la couche de litière peuvent être très importants pour les espèces de grenouilles litière. On peut les classer en types distincts (ex: sable, argile, roches, etc.) ou les estimer en fonction de la proportion des composantes exprimées en pourcentage.

Fig. 10.13: La plupart des espèces de grenouilles sortent la nuit donc le meilleur moyen de les attraper est d'utiliser les lampes torches. | Most frog species are nocturnal and thus best searched with the aid of flashlights at night. KHA

Fig. 10.14: Les photos prises avec un appareil numérique avec « fish eye » donnent la possibilité de mesurer la couverture de la végétation dans les habitats forestiers. | Photos with a fish-eye-lense on a digital camera provide an easy and standardized possibility to measure vegetation cover in forest habitats. LSA

Fig. 10.15: Echantillonnage des têtards. | Tadpole sampling. MOR

Fig. 10.16: La méthode d'échantillonnage par boîtes est le meilleur moyen d'évaluer de façon quantitative les communautés de têtards résidant dans les étangs et les flaques d'eaux. | The box sampling method is the best way to quantitatively assess tadpole communities in ponds and puddles. MMO



Climat

Le climat est important pour les amphibiens et un minimum de données doit être collecté sur cet aspect notamment la température (toujours mesurer à l'ombre juste au-dessus et à 1 m du sol), l'humidité et la précipitation. Les meilleures mesures sont celles qui sont régulièrement enregistrées pendant la période d'étude. Si cela n'est pas possible, une jauge de pluie et un thermomètre peuvent être utilisés.

Structure de la végétation

Données sur la structure de la végétation des forêts. Elles décrivent la structure générale de la végétation des forêts. Le moyen le plus facile (et le moins cher) de le faire est d'estimer à vue d'œil la densité de la végétation dans différentes strates (ex: **canopée**[?], strate arborescente inférieure, strate arbustive et buissons, végétation pastorale de sous bois). Pour prendre en compte les différentes perceptions des observateurs, il est bien d'utiliser un système qui donne toujours des résultats comparables (ex: catégories de densité distinctes : strate absente, présente mais avec des vides prédominants, vides présents mais végétation prédominante, strate fermée). L'ouverture de la canopée peut être également mesurée

Climate

Climate is important to amphibians and minimum data should comprise temperature (just above ground and in 1 m height, always measured in the shade); humidity and rainfall. Best are measures that are regularly taken throughout the study period. If this is not possible a rain gauge and a thermometer may be used.

Vegetation structure

Forest vegetation structure data describe the general vegetation structure of a forest. The easiest (and cheapest) way to do that is to estimate vegetation density in different strata by eye (e.g. **canopy**[?], lower tree stratum, bush and shrub stratum, understory). To account for differences between observers' perception it is best to use a system that always delivers comparable results (e.g. distinct density categories: stratum absent; present but gaps predominate, gaps present but vegetation predominates, stratum closed). Canopy openness can also be measured quantitatively by hemispheric images (Fig. 10.14). The assessment of the degree of forest **degradation**[?] as habitat character is described in the vegetation methods section.

quantitativement en images hémisphériques (Fig. 10.14). L'évaluation du degré de **dégradation**[?] de la forêt comme caractéristique de l'habitat est décrite dans la section « méthodes de description de la végétation ».

Structure de la végétation de la savane: Comparativement aux forêts, il est très difficile de trouver les amphibiens dans la savane et de compter. Par conséquent, la plupart des études menées dans les savanes seront nécessairement focalisées sur les zones de reproduction des grenouilles et les environnants. Les données doivent être enregistrées à des distances différentes des zones de reproduction. La végétation peut être évaluée directement aux bords de la mare et à une distance de 10 m, 50 et 100m (dans toutes les directions) pour trouver la densité des classes de taille particulières (ex: herbes allant jusqu'à 30 cm, herbes au-delà de 30 cm, larges buissons, petits et grands arbres). L'usage et la couverture du sol environnant doivent être notés, ex: terrains d'activités agricoles ou utilisation de **pesticides**[?]), établissements humains, termitières, etc.

Exploitation de la zone de reproduction

Aussi bien dans la forêt que dans la savane, il est toujours très important de quantifier la disponibilité en sites aquatiques de

Savanna vegetation structure: It is far more difficult to find and count amphibians in a savanna, compared to the forest floor. Hence most surveys in savannas will necessarily focus on the breeding sites of frogs and their surroundings. Data should be recorded in different distances to the breeding sites: vegetation can be assessed directly at the ponds' edge and in 10 m, 50 m and 100 m distance (in all four directions) in densities of particular size classes (e.g. grass up to 30 cm, grass higher than 30 cm, small bushes, large bushes, small trees and high trees). Surrounding land use or cover should be noted, e.g. fields (agricultural activities or use of **pesticides**[?]), settlements, termite mounds etc.

Breeding site exploration

Regardless of forest or savanna, for amphibians it is always of particular importance to quantify the availability of potential aquatic breeding sites and their quality. Hence every aquatic habitat has to be recorded with respect to type, surface and depth. It is also useful to determine, climate parameters (precipitation, temperature, humidity or even substrate moisture in a standardized way), breeding site type (stagnant or flowing;

reproduction et leur qualité pour les amphibiens. Ainsi, chaque habitat aquatique doit être enregistré en tenant compte du type, de la surface et de la profondeur. Il est utile de déterminer les paramètres du climat (précipitation, température, humidité mais aussi l'humidité du substrat de façon normalisée), le type de site de reproduction (stagnante ou ruisselante, permanente ou temporaire), la surface, la profondeur (à différents points de l'étang, la vitesse de l'eau courante), le substrat du sol, la transparence de l'eau, les espaces ombragés, les espaces ouverts ou couverts de végétaux. La température de l'eau à certaines profondeurs peut également être importante. La composition chimique de l'eau peut apporter des données utiles mais n'est cependant pas une exigence absolue au cas où il n'y aurait pas assez de moyens pour cette méthode. Les amphibiens des savanes en particulier semblent s'adapter à une large gamme de paramètres aquatiques. Si la composition chimique de l'eau peut être évaluée, elle doit d'abord se focaliser sur le pH, la conductivité, l'oxygène et l'ammonium.

permanent or temporary), surface, depth (at various points of the water), speed (in flowing water), substrate of the ground, visibility, shaded area, open or vegetated area. Water temperature in different depths may also be important. Water chemistry may add useful data but is not an absolute requirement, if funding is not sufficient to afford these methods. Especially savanna amphibians seem to accept a wide range of water parameters. If water chemistry can be assessed it should foremost focus on pH, conductivity, oxygen, nitrate, and ammonium.

10.5

Échantillonnage de chauve-souris

Elisabeth K.V. KALKO
Jakob FAHR

Les chauves-souris sont des **bioindicateurs**[?] très importants du fait de leur richesse spécifique, de leur diversité écologique et de leur présence en grand nombre [16]. La diversité des espèces, c'est-à-dire, leur présence, absence tout comme leur abondance apportent des informations cruciales sur le statut des **écosystèmes**[?] et leur fonctionnalité. Les changements dans la diversité et la dynamique des populations de chauves-souris peuvent être également être surveillés au cours du temps, en réaction à l'influence **anthropogénique**[?] et au changement global [17, 18]. De manière générale, les chauves-souris sont très peu étudiées sur le continent africain [19]. Souvent, il manque même des données élémentaires sur la diversité des espèces locales [20]. Par conséquent, il est urgent de mener des études spécifiques et sur leurs communautés pour combler ce manque d'information.

Sampling bats

Bats are very important **bioindicators**[?] as they are species-rich, ecologically diverse, and frequently occur in larger numbers [16]. Species diversity, i.e., presence and absence of species as well as their abundance, give crucial information about the status of **ecosystems**[?] and their functionality. Bats also permit monitoring of change in diversity and population dynamics over time as a reaction to **anthropogenic**[?] influence and global change [17, 18]. Overall, bats are largely understudied in most parts of Africa [19]. Often, even basic data on local species richness are lacking [20]. Therefore, comprehensive community and case studies are urgently needed to fill this gap.

To make studies on bats particularly rewarding and successful, bat sampling requires some expertise that, ideally, should be acquired before starting with a project.

Pour conduire des études informatives et réussies sur les chauves-souris, l'échantillonnage requiert une expertise particulière, qui idéalement doit être acquise avant de se lancer dans un projet. Celle-ci inclut :

1. La sélection de méthode(s) d'échantillonnage adéquate(s)
2. Une expérience de la manipulation des chauves-souris
3. Les connaissances nécessaires à l'identification des espèces et la collecte de **spécimens**[?] de référence
4. L'application d'un plan d'étude statistiquement solide et adapté aux questions de recherche posées.

1. METHODES D'ÉCHANTILLONNAGE

Les résultats de l'échantillonnage dépendront largement de la méthode appliquée, chaque méthode n'étant optimale que pour un sous-ensemble des espèces de la communauté d'une zone déterminée. L'installation de **filets japonais** (filets à maille fine en polyester ou en nylon ; tailles préférées : 6 ou 12 m de long, 2,6 m à 3 m de haut, avec 4 à 5 poches, sur des perches de 3 ou 4 m) est la méthode la plus répandue pour capturer les chauves-souris. La qualité de l'évaluation de la diversité et la composition spécifiques avec les filets japonais dépend du nombre, de la configuration, du type et de

This includes:

1. Selection of adequate sampling method(s)
2. Experience on how to handle bats
3. Knowledge in species identification and collection of voucher **specimen**[?]
4. Application of statistically sound study design that is tailored according to the respective research questions.

1. SAMPLING METHODS

Results of bat sampling depend to a large degree on the method applied because each method is best suited only for a subset of bats occurring in an area.

Setting **mist nets** (fine-meshed polyester or nylon nets; preferred size: 6 or 12 m long, 2.6-3.0 m high with 4-5 shelves) on tall poles (\approx 3-4 m) is the most widely used method for the capture of bats. Assessing species richness and composition of bats with mist-netting is affected by the number, configuration, type and size of mist nets, whether they are set on the ground (understory nets, Fig. 10.18), in the **canopy**[?] (canopy nets, Fig. 10.17) or as "net-walls" with several nets stacked on top of each other starting from the ground up into the (sub)canopy level

la taille des filets japonais, de leur installation au sol (filets de sous-bois, Fig.10.18), en **canopée**[?] (filets de canopée, Fig. 10.17) ou sous forme de «murs de filets» avec plusieurs filets empilés les uns sur les autres, du sol jusqu'au niveau de la canopée [21]. Ces derniers sont très efficaces [19], mais leur installation et leur surveillance demandent beaucoup de temps [21]. Les filets japonais sont disponibles chez les commerçants et fournisseurs spécialisés (se référer aux listes de [22]). Afin de les préserver en bon état, ces filets ont besoin d'être réparés régulièrement, suite aux dommages causés par les chauves-souris.

Un autre moyen de capture répandu est le **piège-harpe** (Fig. 10.19) [23] : Plusieurs couches de fins fils de nylon sont installées dans un cadre au pied duquel est attaché un grand sac de capture. Les pièges-harpes peuvent être suspendus en l'air avec des cordes ou bien être installés sur le sol en position verticale. Quand une chauve-souris vole jusqu'aux fils tendus, elle glisse vers le bas et tombe dans le sac de capture. Ces pièges sont bien adaptés à la capture des petites chauves-souris **insectivores**[?], notamment dans les **habitats**[?] forestiers. Un meilleur succès de capture peut être atteint quand les pièges sont installés devant des grottes, le long des voies de passage des chauves-souris, en lisière de forêt ou dans des clairières. La réussite

[21]. Net-walls are very efficient [19], but their set-up and operation is time-consuming [21]. Mist nets are available at specialized shops and dealers (see lists in [22]). They need to be maintained in good shape by regularly mending them as they are damaged by the bats.

Another frequently used capture device is **harp traps** (Fig. 10.19) [23]. Fine nylon strings are set in one or more layers (banks) in a frame that has a large capture bag attached to the bottom. Harp traps can be hung in the air with strings or set on the ground in a vertical position. When a bat flies against the taught strings, it slides down and drops into the capture bag. Harp traps are well suited to capture small **insectivorous**[?] bats, especially in forest **habitats**[?]. High capture success can be reached when they are set in front of caves, in flyways of bats along trails, at forest edges, and in forest gaps. Capture success of harp traps depends to a large degree on the selection and type of study locality, their usefulness should be tested in the chosen area before a decision is made on long-term use. Harp traps can be bought commercially or they can also be constructed locally (for details see [21]).



10.17



10.18



10.19

Fig. 10.17: Filets japonais de canopée. | Canopy mist net. JFA

Fig. 10.18: Filets japonais de sous-bois. | Understory mist net. NWE

Fig. 10.19: Piège-harpe. | Harp trap. JFA

de capture avec les pièges-harpes dépend grandement de la sélection et du type de site d'étude. Leur efficacité doit être testée dans la zone choisie avant de prendre une décision quant à leur utilisation à long terme. On peut acheter les pièges-harpes dans le commerce ou les fabriquer localement (pour plus de détails, voir [21]).

Une autre méthode, qui consiste à enregistrer et identifier les chauves-souris insectivores aériennes par leurs cris d'écholocation, est une option de plus en plus répandue pour évaluer la richesse spécifique et l'activité des chauves-souris : **inventaire acoustique**. Cette méthode est particulièrement utile pour les chauves-souris insectivores volant à haute altitude et qui sont soit très rarement échantillonnées soit complètement ignorées [24], [25]. L'inventaire acoustique apporte alors des données qui ne peuvent s'obtenir par aucun autre moyen. Malheureusement, cette méthode d'échantillonnage est assez coûteuse. Elle requiert des équipements de qualité et, en plus des enregistrements des chauves-souris sur le terrain, l'acquisition ou l'établissement de bibliothèques de cris locaux [26]. Il est également nécessaire d'acquérir une connaissance préalable de l'analyse des cris à l'aide des programmes d'analyse de sons adaptés. Étant donné qu'il n'existe pas de bibliothèques de cris ni de programmes de mesure automatiques dans la plupart des régions

As another method, recordings and identification of aerial insectivorous bats by their echolocation calls is increasingly becoming an option to assess species and activity of bats: **acoustic monitoring**. This method is especially useful for high-flying insectivorous bats, which have been frequently undersampled before or went completely undetected [24], [25]. Acoustic monitoring delivers data that cannot be obtained with any other method. Unfortunately, this sampling method is rather expensive. It requires quality equipment and requires, in addition to the actual recording of the bats in the field, establishment of local call libraries [26]. As a prerequisite, one needs to be knowledgeable in call analysis with sound analysis programs. As there are no extensive call libraries or automated measurement programs available yet for most parts of Africa, analysis is frequently limited to study activity patterns [27]. The best strategy for acoustic monitoring is to get into contact with experts for advice and training how to do it most efficiently. The type of bat detector and its microphone determine the quality and the range at which echolocation calls can be recorded. Other sampling methods for bats include **roost searches** (Fig.10.21) and captures with **handnets** (for more details see

d'Afrique, les analyses se limitent souvent à l'étude des modes d'activité [27]. La meilleure stratégie pour l'inventaire acoustique est de contacter les experts pour avoir leurs conseils et une formation sur la meilleure façon de s'y prendre. Le type de détecteur de chauves-souris et son micro déterminent la qualité et le rayon d'enregistrement des cris d'écholocation.

D'autres méthodes d'échantillonnage des chauves-souris comprennent les recherches de perchoirs (gîtes; Fig. 10.21) et la capture avec des filets à main (voir [21]). L'idéal est d'appliquer un mélange de plusieurs méthodes d'échantillonnage pour obtenir un inventaire (quasi) exhaustif des espèces [28].

2. MANIPULATION DES CHAUVES-SOURIS

Si les filets japonais et/ou les pièges-harpes sont les principaux moyens de capture, il est conseillé (en cas de besoin) de demander conseil et de suivre une formation adéquate sur la façon de dégager les chauves-souris des filets et de les manipuler. Étant donné que les chauves-souris peuvent être porteuses de maladies [29], le risque d'infection peut être minimisé en prenant des précautions pour éviter leurs morsures et en se vaccinant contre la rage. Dans les études impliquant la capture puis le relâcher de chauves-souris, il

[21]). Ideally, a mix of several sampling methods should be applied to achieve a (near-) comprehensive inventory of species [28].

2. BAT HANDLING

If mist nets and/or harp traps are the main capture devices in a study, it is recommended, if needed, to seek advice and to receive proper training how to extract bats from the nets and how to handle them. As bats are known to host various diseases [29], infection risk can be kept at a minimum with precautions to avoid in getting bitten by bats, and rabies vaccination is essential. Any study that involves capture and subsequent release of bats requires that animals are handled in a stress-minimizing way by freeing them quickly from the net and keeping them temporarily in soft cloth bags before they are processed and released again at the capture site. Measurements of the bats (e.g. size, body mass, age, gender, reproductive conditions) should to be taken in a standardized way that follows international recommendations. Detailed instructions are given in Kunz and Parsons [22].

est recommandé de limiter la manipulation des animaux afin de réduire le stress associé. Il faut donc les dégager rapidement du filet et les garder temporairement dans un sac en toile avant des les traiter et de les relâcher sur le site de capture. Les informations prises sur les chauves-souris (par exemple la taille, la masse corporelle, l'âge, le sexe, l'état reproducteur) doivent suivre une procédure standardisée, conformément aux recommandations internationales. Des instructions détaillées sont fournies par Kunz & Parsons [22].

3. IDENTIFICATION DES ESPECES ET SPECIMENS DE REFERENCE

La qualité d'une étude sur les chauves-souris dépend d'une identification correcte des espèces. La **taxonomie**⁷ des chauves-souris en Afrique est en constante évolution et il n'est pas surprenant de découvrir de nouvelles espèces. La première étape, qui consiste à rassembler l'information nécessaire à l'identification à partir de sources diverses (publications, livres, experts auprès de musées et autres institutions académiques), doit être suivie d'une formation, idéalement dispensée par des experts dans le domaine, sur la manière d'utiliser les clés d'identification. [30] et [31] proposent des clés quelque peu dépassées mais toujours utiles. Des photos détaillées

3. SPECIES IDENTIFICATION AND VOUCHER SPECIMEN

The quality of any study on bats depends on correct species identification. The **taxonomy**⁷ of the bat **fauna**⁷ of Africa is in a state of flux, and it is not surprising to find new species. As a first step, materials for species identification need to be gathered from various sources (publications, books, experts at museums and other academic institutions) followed by training, ideally through experts in this field, on how to use identification key(s). Outdated but still useful keys are included in [30] and [31]. Detailed photographs and tissue samples for later DNA analysis are helpful for documentation. In cases where species cannot be identified in the field, collection of voucher **specimens**⁷ is recommended, which can be subsequently sent to experts for identification (for details see [32]). It is recommended to pro-actively search for contacts with experts in museums, at universities or research institutions who have a background in the respective bat fauna.

4. STUDY DESIGN

Studies on bats are very much needed to improve our knowledge of African bats. As those studies are rather time-

et des échantillons de tissu pour analyses ADN ultérieures représentent des données très utiles. Si les espèces ne peuvent être étudiées sur place, il est recommandé de collecter des spécimens de référence qui sont envoyés plus tard aux experts pour être identifiés (voir [32]). Au préalable, il convient de prendre contact avec les experts des musées, universités ou centres de recherche ayant une connaissance des **faunes**⁷ de chauve-souris concernées.

4. PLAN D'ETUDE

L'étude des chauves-souris est vraiment nécessaire pour approfondir nos connaissances sur ces animaux sur le continent africain. Étant donné que ces études prennent du temps, nécessitent beaucoup de matériels ainsi qu'une préparation et une expertise conséquentes, il est primordial, pour en assurer la réussite, de définir clairement leurs objectifs avant de commencer. Ces objectifs déterminent les procédures d'analyse (les statistiques), la taille de l'échantillon requis pour obtenir des résultats significatifs et le nombre de répétitions nécessaires. Dans certaines études, le marquage des chauves-souris est important pour obtenir des données de «capture / recapture» [33] tandis que dans d'autres, la description détaillée des micro-habitats représente l'élément crucial. L'étude

intensive and require substantial preparations, materials and expertise, it is essential for the success of the project to clearly define the goal of the study at the outset. The goal of the study determines the analytical approach (statistics), the sample size needed to obtain meaningful results, and how many replications are required. For some studies, marking bats might be important for capture-recapture data (see [33]), in others detailed descriptions of microhabitats might be critical elements. In community studies, the quality of the data should be controlled for by species richness estimators as a way to find out how well sampled the study sites are. In preparation for any kind of study, detailed protocols should be established, including spread sheets that permit fast and reliable data entry and subsequent analysis. The locations of capture devices as well as roost and feeding sites should be documented with **GPS receivers**⁷.

ASSESSING ASSEMBLAGE STRUCTURE AND SPECIES RICHNESS OF BATS

Studies on bats usually follow one of two ways. They either focus on composition and structure of bat assemblages or the studies are designed to maximize documentation of species

des communautés et la qualité des données doivent être évaluées au moyen d'estimateurs de la diversité spécifique qui permettent de juger de l'efficacité de l'échantillonnage. Avant toute étude, il est recommandé d'établir des protocoles détaillés comprenant des feuilles d'analyse permettant une saisie de données rapide, efficace, et adaptées aux analyses à suivre. Les emplacements des dispositifs de capture, les perchoirs et les lieux d'alimentation doivent être enregistrés grâce à des récepteurs GPS⁷.

EVALUATION DE LA STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS ET DE LA DIVERSITÉ DES ESPÈCES DES CHAUVES-SOURIS

Les études relatives aux chauves-souris s'orientent généralement vers une de ces deux directions : elles se concentrent soit sur la composition et la structure des communautés, soit sur

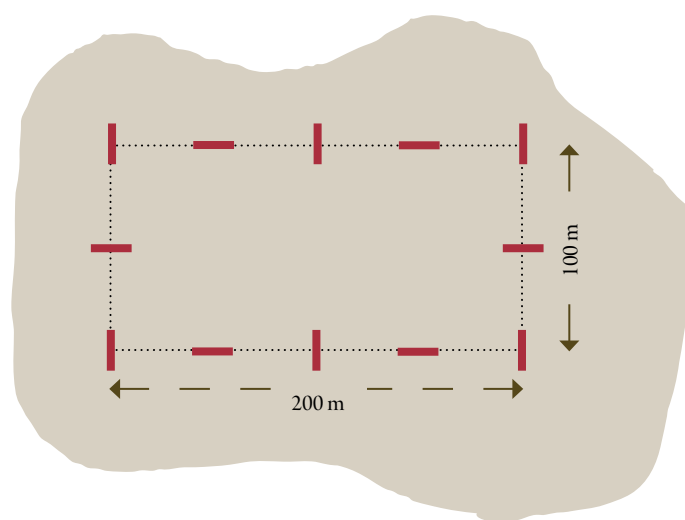


Fig. 10.20: Disposition standardisée de filets japonais au niveau du sol (barres) selon des transects. Le piège-harpe est installé dans des sites appropriés le long du transect, le système de filets élevés (« filets de canopée ») à l'intérieur ou à proximité du transect. | Standardized arrangement of ground-level mist nets (bars) in transects. The harp trap was installed in suitable sites along the transect path, the elevated net system ("canopy nets") within or next to the transect.

l'optimisation de la documentation de la diversité des espèces. Cette dernière thématique est importante pour l'évaluation rapide de la richesse spécifique dans des zones n'ayant pas encore été inventoriées, où l'échantillonnage est quasiment inexistant ou bien étant sous l'imminence d'une menace, par exemple du fait de changements dans les modes d'utilisation des terres ou du fait d'une exploitation minière intensive.

L'évaluation de la structure des communautés et de leurs changements dans le temps exige l'utilisation d'un protocole de capture standardisé. Ceci garantit la comparaison entre les données et l'application de méthodes statistiques. Par exemple, pendant chaque période d'échantillonnage, on installera le même nombre de filets japonais selon la même configuration. La figure 10.20 illustre un exemple de configuration standardisée de filets japonais utilisées dans le cadre du projet BIOTA⁷ [19]. L'échantillonnage standardisé à des intervalles prédéfinis sur une longue durée (plusieurs années) permet d'obtenir des informations précieuses sur la dynamique de la diversité et le renouvellement des espèces [18, 19]. Il est possible d'obtenir des résultats similaires en utilisant d'autres moyens de capture ou grâce à l'inventaire acoustique, sous réserve que ces protocoles aient été standardisés.

richness. The latter is particularly important for rapid species assessments in areas that have never been inventoried, that are seriously undersampled, or that are under immediate threat, for example through changes in land use or extensive mining activities. Assessment of assemblage structure and change over time requires the use of a highly standardized capture protocol. This ensures that data are comparable with each other and that statistical methods can be applied. For instance, the same number of mist nets needs to be set during each sampling period in the same configuration and for the same length of time. Figure 10.20 gives an example illustrating a standardized mist net configuration used in the BIOTA⁷ project [19]. Standardized sampling at pre-determined intervals over longer time periods (several years) permits exciting new insights into the dynamics of species richness and turnover [18, 19]. Similar results can be obtained with the placement of other capture devices or acoustic monitoring if it is done in a standardized way. If the goal of a study is to maximize the number of species present in an area, opportunistic sampling is more effective. Here, mist nets and/or harp traps are placed deliberately at sites where capture success is high and maximum number of species can be expected.

Si l'objectif de l'étude est de maximiser le nombre d'espèces présentes dans une zone, l'échantillonnage opportuniste est alors plus efficace. Dans ce cas, les filets japonais et/ou les pièges-harpes sont intentionnellement placés dans des endroits où les chances de capture sont élevées et où on espère récolter le plus grand nombre d'espèces possible. C'est le cas notamment quand les chauves-souris sont piégées ou enregistrées près des grottes, sur des voies de passage, près d'un plan d'eau ou en bordure de forêt. L'échantillonnage opportuniste s'applique à une grande variété d'habitats, à l'aide de différentes méthodes (filets de sous-bois, filets de canopée, pièges-harpes) mises en œuvre sur de nombreux sites.

Ces deux approches ont été menées lors du projet BIOTA : la structure des communautés d'espèces et la diversité des chauves-souris ont été évaluées à l'aide de méthodes standardisées sur de longues durées, alors que les régions inexplorées étaient échantillonnées de façon opportuniste au cours de périodes courtes.

This is the case if bats are trapped or recorded near caves or in their main flyways, e.g. near water bodies or forest edges. Opportunistic sampling is done in a wide variety of habitats and sampling methods, combining, for example, understory nets, elevated nets and harp nets in a maximum number of sites. Both approaches have been realized in the BIOTA project: structure of species assemblages and diversity of bats have been studied with standardized methods over long periods while unexplored regions were opportunistically sampled over short periods.

Fig. 10.21: Rhinolophes (*Rhinolophus fumigatus*) dans leur gîte: grotte en Burkina Faso. | Horseshoe bats (*Rhinolophus fumigatus*) in their day roost: cave in Burkina Faso. JFA



BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE 10

REFERENCES CHAPTER 10

- [1] Bignell DE & Eggleton P. 2000: Chapter 17: Termites in Ecosystems. Pages 363-387 in T. Abe, (ed). *Termites: Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology*. Kluwer Academic Publishers.
- [2] Jones DT & Eggleton P. 2000: Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal of Applied Ecology*, 37, 191-203.
- [3] Agosti D, Majer DJ, Alonso LE & Schultz TR. 2000: *Ants - Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Princeton Editorial Associates.
- [4] Berghoff S, Gadau J, Winter T, Linsenmair KE & Maschwitz U. 2003: Sociobiology of hypogaean army ants: characterization of two sympatric *Dorylus* species on Borneo and their colony conflicts. *Insectes Sociaux*, 50, 139-147.
- [5] West G. 1990: Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 41, 199-222.
- [6] Hunter JR, Macewicz BJ. 2003: Improving the accuracy and precision of reproductive information used in fisheries. *Fisken og Havet*, 12, 57-68.
- [7] Jons GD, Miranda LE. 1997: Ovarian weight as an index of fecundity, maturity, and spawning periodicity. *Journal of Fish Biology*, 50, 150-156.
- [8] Hyslop EJ. 1980: Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17, 411-429.
- [9] Cortés E. 1997: A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54, 726-738.
- Cortés E. 1998: Methods of studying fish feeding: reply. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55, 2708.
- [10] Hansson S. 1998: Methods of studying fish feeding: a comment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55, 2706-2707.
- [11] Rödel M-O & Ernst R. 2004: Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. I. An evaluation of methods with recommendations for standardization. *Ecotropica*, 10, 1-14.
- [12] Veith M, Lötters S, Andreone F & Rödel M-O. 2004: Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. II. Estimating species richness from standardized transect censusing. *Ecotropica*, 10, 85-99.
- [13] Heyer WR, Donnelly MA, McDiarmid RW, Hayek L-AC & Foster MS. (eds). 1994: *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians*. Washington & London, Smithsonian Institution Press.
- [14] Krebs CJ. 1989: *Ecological Methodology*. New York, Harper Collins Publishers.
- [15] McCune B & Grace JB. 2002: *Analysis of ecological communities*. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon.
- [16] Jones G, Jacobs DS, Kunz TH, Willig MR, Racey PA. 2009: Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*, 8, 93-115.
- [17] O'Shea TJ & Bogan MA (eds). 2003: *Monitoring trends in bat populations of the United States and territories: Problems and prospects*. U.S. Department of the Interior & U.S. Geological Survey, Fort Collins, Colorado. www.fort.usgs.gov/Products/Publications/pub_abstract.asp?PubID=21329
- [18] Meyer CFJ, Aguiar LMS, Aguirre LF, Baumgarten J, Clarke FM, Cosson J-F, Estrada Villegas S, Fahr J, Faria D, Furey N, Henry M, Hodgkinson R, Jenkins RKB, Jung KG, Kingston T, Kunz TH, MacSwiney Gonzalez MC, Moya I, Pons J-M, Racey PA, Rex K, Sampaio EM, Stoner KE, Voigt CC, von Staden D, Weise CD & Kalko EKV. 2010: Long-term monitoring of tropical bats for anthropogenic impact assessment: Gauging the statistical power to detect population change. *Biol. Conservation*, 143, 11, 2797-2807.
- [19] Fahr J & Kalko EKV. 2010: Biome transitions as centres of diversity: Habitat heterogeneity and diversity patterns of West African bat assemblages across spatial scales. *Ecography* 33, doi: 10.1111/j.1600-0587.2010.05510.x
- [20] Djossa BA, Sinsin BA, Kalko EKV, Fahr J. 2008: Inventory of bat species of Niaouli Forest, Bénin, and its bearing on the significance of the Dahomey Gap as zoogeographic barrier. *African Bat Conservation News*, 15, 4-6.
- [21] Kunz TH, Hodgkinson R, Weise CD. 2009: Methods of capturing and handling bats. In: *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. 2nd ed. Kunz TH and Parsons S (eds) The Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp3-35.
- [22] Kunz TH & Parsons S (eds). 2009: *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. 2nd ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- [23] Francis CM. 1989: A comparison of mist nets and two designs of harp traps for capturing bats. *J. Mamm* 70, 865-870.
- [24] Kalko EKV, Estrada-Villegas S, Schmidt M, Wegmann & Meyer CFJ. 2008: Flying high – assessing the use of the aerosphere by bats. *Journal of Integrative and Comparative Biology*, 48, 60-73.
- [25] MacSwiney GMC, Clarke FM & Racey PA. 2008: What you see is not what you get: The role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. *J Appl Ecol* 45, 1364-1371.
- [26] Barclay RMR. 1999: Bats are not birds - A cautionary note on using echolocation calls to identify bats: A comment. *J Mamm* 80, 290-302.
- [27] Meyer CFJ, Schwarz CJ, Fahr J. 2004: Activity patterns and habitat preferences of insectivorous bats in a West African forest-savanna mosaic. *Journal of Tropical Ecology*, 20, 397-407.
- [28] Flaquer C, Torre I, Arrizabalaga A. 2007: Comparison of sampling methods for inventory of bat communities. *J Mamm* 88, 526-533.
- [29] Demma LJ, Schmitz A, Hanlon C, Rupprecht CE. 2009. Public health concerns and bat researchers. *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. 2nd ed. Kunz TH and Parsons S (eds) The Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp828-848.

- [30] Rosevear DR. 1965: The Bats of West Africa. Trustees of the British Museum (Natural History), London.
- [31] Hayman RW & Hill JE. 1971: Order Chiroptera, in: The Mammals of Africa, an Identification Manual, (eds. Meester, J. & Setzer, H. W.), 1-73. Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- [32] Simmons NB & Voss RS. 2009: Collection, preparation and fixation of bat specimens and tissues. In: Ecological and behavioral methods for the study of bats. 2nd ed. Kunz TH and Parsons S (eds) The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- [33] Kunz TH & Weise CD. 2009: Methods and devices for marking bats. In: Ecological and behavioral methods for the study of bats. 2nd ed. Kunz TH and Parsons S (eds) The Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp36-56.

Lisant plus loin dans les méthodes de terrain et l'identification des espèces | Further reading for field methods and species identification

Vegetation | Vegetation

- Brower JE, Zar JH & von Ende CN. 1998: Field and Laboratory Methods for General Ecology.
- Cottam G & Curtis JT. 1956: The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 44, 349-360.
- Kent M & Coker P. 1992: Vegetation Description and Analysis, a Practical Approach. John Wiley & Sons (ed.), Chichester.
- Kershaw KA & Looney JHH. 1983: Quantitative and Dynamic Plant Ecology. Edward Arnold, London.
- Sutherland WJ (ed). 1996: Ecological Census Techniques a Handbook. Cambridge University Press.
- Pounds JA. 2001: Climate and amphibian declines. *Nature* 410, 639-683.

Termites & fourmis | Termites & ants

- Bolton B. 1994: Identification guide to ant genera of the world. Harvard University Press.
- Bolton B. 1995: A New General Catalogue of the Ants of the world. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Bolton B. 1996: A preliminary analysis of the ants (Formicidae) of Pasoh forest reserve. In Lee, S. L., Dan, Y. M., Gauld, I. D., Bishop, J. B. (eds) Conservation Management and Development of Forest. Proceedings of the Malaysia-United Kingdom Programme workshop. Frim, Kuala Lumpur pp84-95.

- Bolton B. 2003: Synopsis and Classification of Formicidae. *Memoirs of the American Entomological Institute* 71, 1-370.
- Bouillon A & Mathot G. 1965: Quel est ce termite africain ? *Zoology n°1 Leopoldville Univ, Leopoldville*.
- Bouillon A & Mathot G. 1971: Quel est ce termite africain ? *Zoology n°1 supp 2*.
- Emerson EA. 1928: Termites of the Belgian Congo and the Cameroon. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist. (Ent.)*, 95, 401-574.
- Grasse PP. 1986: Termitologia. Tome III. Comportement, socialité, écologie, évolution, systématique. Fondation Singer-Polignac, Masson, Paris.
- Hamad M. 1950: The phylogeny of termite genera based on imago-worker mandibles. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist. (Ent.)*, 95, 36-86.
- Sands WA. 1972: The soldierless termites of Africa (Isoptera: Termitidae). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Ent.)*. 18, 1-344.
- Sands WA. 1998: The Identification of worker castes of termites genera from soils of Africa and the Middle East. CAB International and Natural resources institute.
- Sjöstedt Y. 1925: Keys to the genera of the African termites. Ibadan University press. Pp1-35.
- Sjöstedt Y. 1925: Revision der Termiten Afrikas. *Kungl. Sv. Vet. Akademiens Handlingar*, 3, 218 – 255.

Poissons | Fish

- Lévêque C, Bruton MN & Ssentogo GW. 1988: Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains. Éditions de l'ORSTOM.
- Neumann D. 2010: Preservation of freshwater fishes in the field (Chapter 22). In: Manual on field recording techniques and protocols for All Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring. Eymann J, Degreef J, Häuser C, Monje JC, Samyn Y and van den Spiegel D (eds). *ABC Taxa*, 8, part 2, 587-631.
- Paugy D, Lévêque C & Teugels GG. 2003: Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Collection Faune et Flores tropicales 40. IRD, Paris.

Amphibians | Amphibians

- Houlahan JE, Findlay CS, Schmidt BR, Meyer AH, & Kuzmin SL. 2000: Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404, 752-755.
- Howell K. 2002: Amphibians and reptiles: the herptiles. Pp. 17-44 in: Davis G. (ed) 2002. African forest biodiversity. A field survey manual for vertebrates. Oxford, U.K., Earthwatch Institute (Europe).
- Kiesecker JM, Blaustein AR & Belden LK. 2001: Complex causes of amphibian population declines. *Nature*, 410, 681-684.

Lips KR, Reaser JK, Young BE & Ibáñez R. 2001: Amphibian monitoring in Latin America: A protocol manual. *Herpetol. Circ.* 30, 1-115.

Parris KM. 1999: Review: amphibian surveys in forests and woodlands. *Contemporary Herpetology* 1: <http://www.cnah.org/ch/ch/1999/1/index.htm>, 18 pp.

Chauve-souris | Bats

Happold M & Happold DCD. (eds), in press. *The Mammals of Africa, Vol. 4: Hares and Rabbits, Hedgehogs, Shrews and Bats*. University of California Press.

Monadjem A, Taylor PJ, Cotterill FPD & Schoeman MC. 2010: *Bats of Southern and Central Africa: A Biogeographic and Taxonomic Synthesis*. Wits University Press, Johannesburg, South Africa.

Mesures et statistiques de la biodiversité | Biodiversity measurements and statistics

Magurran AE. 2004: *Measuring biological diversity*. Blackwell, Oxford, United Kingdom.

Colwell RK. 2000: EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 6.01b. published at <http://viceroy.eeb.uconn/estimates>.

Legendre P & Legendre L. 1998: *Numerical ecology. Developments in environmental modelling* 20. 2nd English edition. Elsevier Science BV, Amsterdam.

GLOSSAIRE

- Acumen** : Pointe terminale d'un organe végétal, point de croissance.
- Adiabatique** : Relatif à un processus thermodynamique effectué sans qu'aucun transfert thermique n'intervienne entre le système étudié et le milieu extérieur.
- AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism)** : Polymorphisme de la longueur des fragments amplifiés: en biologie moléculaire c'est une technique de marquage moléculaire basée sur l'amplification de fragments d'ADN hydrolysés par deux enzymes de restriction pour construire une empreinte génétique (profil ADN) d'un individu (cf. **Gène**[?]).
- Agrobiodiversité** : Composantes de la **biodiversité**[?] qui concernent la production agricole.
- Agroforesterie** : Système d'aménagement des terres intégrant au niveau spatial et temporel des composantes ligneuses et non ligneuses et tenant compte des aspects écologiques et économiques.
- Algues** : Organismes obligatoirement photosynthétiques vivant généralement en milieux humides ou aquatiques.
- Angiospermes (Magnoliophyta)** : Classe taxonomique des spermatophytes dont les ovules sont enfermés dans un ou plusieurs carpelles. Groupe de plantes le plus diversifié et le plus riche en espèces (plantes à fleurs).
- Anthropique** : (1) Relatif à tout processus, effet et matière dérivés de l'action humaine sur des systèmes naturels. (2) Concerne un principe soutenant que les lois de la nature et ses constantes physiques fondamentales de l'univers doivent être cohérentes avec les conditions de vie observées là-dedans, c'est-à-dire elles doivent être faites pour l'évolution de la vie intelligente, sinon les humains ne seraient pas capables d'exister dans l'univers et à l'observer.
- Anthropocentrisme** : Conception et attitude reliant toutes les choses dans l'univers à l'homme.
- Anticyclone** : Zone de haute pression atmosphérique.
- Appendices de locomotion** : Organes extérieurs du corps d'un animal qui servent à sa locomotion.
- Aquaculture** : Terme générique pour la production animale ou végétale en milieu aquatique.
- Aquariophilie** : Elevage de poissons d'ornement en **aquarium**[?].
- Aquarium** : Réservoir transparent dans lequel on conserve ou élève des animaux et des plantes aquatiques.
- Arboretum** : Jardin **botanique**[?] spécialisé présentant de nombreuses espèces d'arbres souvent sous forme de collections thématiques.
- Arthropodes** : Groupe taxonomique d'animaux **invertébrés**[?] comprenant les insectes, les crustacés (cancers, crabes) et les arachnides (araignées).
- Avifaune** : Partie de la **faune**[?] d'un lieu constituée par les oiseaux.
- Benthos** : Ensemble des organismes vivant au fond (fixes ou mobiles) des eaux douces ou salées.
- Bifoliolé** : A deux folioles.
- Biocénose (Biocœnose)** : Ensemble des êtres vivants coexistant dans un milieu défini (le **biotope**[?], l'habitat[?]).
- Bioclimat** : Ensemble des conditions climatiques d'un lieu donné qui influencent tous les êtres vivants, y compris les aspects de la santé humaine.
- Biodiversité** : Diversité des organismes en relation avec leur structure, leur composition et leur fonctionnement dans le temps et dans l'espace, particulièrement au niveau des communautés d'organismes, des espèces et des **gènes**[?].
- Biogéographie** : Science de la répartition des êtres vivants sur la terre et des causes de cette répartition.
- Bioindicateur** : Espèce, groupe d'espèces ou communauté végétale qui indique certaines conditions écologiques dans un **écosystème**[?] à travers sa présence/absence ou à travers sa réponse à un changement environnemental. Le bioindicateur doit avoir une marge étroite de tolérance écologique.
- Biopiraterie (Biopiratage)** : L'appropriation injustifiée des ressources génétiques ou le profit réalisé sur elles ainsi que sur des connaissances traditionnelles et des technologies relatif à la **biodiversité**[?] dans les pays en voie de développement au profit économique des pays développés.
- Biosphère** : L'espace sur le monde colonisée par toutes les formes de vie.
- BIOTA Afrique** : Biodiversity Monitoring **Transect**[?] Analysis in Africa; un programme de recherche allemand-africain sur la **biodiversité**[?] en Afrique et son utilisation durable sous les changements actuels du climat et d'utilisation des terres.
- Biotope** : Lieu avec des conditions écologiques quasi homogènes colonisé par une **biocénose**[?].
- Birrimien** : Réfère aux roches qui s'étendent à travers le sud du **craton** ouest-africain, formant des zones de 40 à 50 km de largeur et environ 90 km de distance entre elles. Ces formations de roches sont les sources majeures d'or et de diamants en Afrique de l'Ouest.

- Bolet** : Nom vernaculaire des **champignons**[↗] appartenant à la famille des Boletaceae.
- Botanique** : La science des végétaux.
- Caducifolié** : **Décidu**[↗].
- Canopée** : Etage le plus élevé d'une forêt. Dans les forêts tropicales, cet étage abrite une diversité particulièrement élevée d'espèces.
- Carpophore** : Appareil reproducteur du champignon portant les spores permettant la multiplication. Chez les Apiaceae une structure portant les deux fruits partiels.
- Chaîne alimentaire** : Conception simplifiée du transfert de matière et d'énergie d'un organisme (niveau **trophique**[↗] plus bas) à un autre quand il mange le premier (niveau trophique intermédiaire) qui ensuite est mangé par un troisième organisme (niveau trophique plus élevé) etc. Ces relations alimentaires linéaires font partie d'un réseau alimentaire complexe à l'intérieur d'un écosystème.
- Chaméphyte** : **Type biologique**[↗] des plantes basses dont les bourgeons **vivaces**[↗] se situent près du sol, en-dessous de 20 cm dans les régions froides et en-dessous de 100 cm dans les régions chaudes.
- Champignonniste** : En écologie, des organismes ayant une symbiose avec des **champignons**[↗], tels que des termites.
- Champignons (Mycètes)** : Organismes apparentés aux végétaux mais qui se distinguent d'eux par un certain nombre de caractères, notamment leur mode de nutrition non photosynthétique.
- Changement climatique** : Changement à long terme de la distribution statistique des variables du temps et du climat pendant des périodes d'au moins plusieurs décennies, souvent mais pas nécessairement, attribué aux causes anthropogéniques.
- Checklist** : Une liste qui sert à la vérification des espèces connues d'une région (ici : un catalogue des plantes vasculaires).
- Chytridiomycose** : Maladie infectieuse des amphibiens causée par le champignon *Batrachochytrium dendrobatidis*, causant la mort principalement des individus déjà stressés. L'infection est considérée comme un élément qui contribue à la forte disparition récente des amphibiens dans le monde.
- Clinomètre** : Appareil pour mesurer des angles d'élévation, de pente ou d'inclinaison, par rapport à la gravité ou la ligne d'horizon.
- Coléoptères** : Réfère aux Coleoptera, l'ordre taxonomique d'insectes ayant une paire d'ailes antérieures dures (élytres) qui recouvre la paire d'ailes postérieures utilisée pour le vol et la partie arrière du corps. Groupe d'insectes le plus riche en espèces.
- Connectivité** : Interrelations entre différents compartiments d'un système. Dans les **écosystèmes**[↗], c'est l'interrelation entre des organismes qui vivent dans des **habitats**[↗] correspondants.
- Contreforts** : Région à relief ondulé ou vallonné formant un relief de transition entre une plaine et une chaîne de montagnes, et souvent formé de roches sédimentaires.
- Cosmopolite** : **Taxon**[↗] rencontré dans son **biotope**[↗] à de nombreux endroits autour du monde.
- Cotylédon** : Chez les spermatophytes, la feuille embryonnaire ou la première feuille qui forme une partie primordiale de la graine d'une plante.
- Craton** : Une partie ancienne et stable de la croûte continentale, située souvent à l'intérieur des plaques **tectoniques**[↗].
- Cryptophyte** : **Type biologique**[↗] des plantes dont les bourgeons **vivaces**[↗] se situent sous l'eau ou sous le sol, sur les tubercules, les bulbes ou les rhizomes.
- Cuesta** : Une croupe de montagne dissymétrique de couches de roches sédimentaires, constituée d'un côté par un talus à profil concave (le front), en pente raide et, de l'autre, par un plateau faiblement incliné en sens inverse (le revers).
- Cynégétique** : L'art de la chasse.
- Dahomey Gap (Sillon Dahoméen)** : Large corridor de savane qui s'étend du sud du Bénin (autrefois Dahomey) au Togo et au sud-est du Ghana (0° à 3° latitude est), divisant la zone forestière Ouest Africaine en forêt haute-guinéenne à l'ouest et en forêt basse-guinéenne ou congolaise à l'est.
- Décennal** : Désignant un intervalle de temps de dix ans; comprenant dix ans.
- Décidu** : Perdant les feuilles à la fin de la période de végétation.
- Dégradation** : En écologie, la détérioration de l'environnement à travers la déplétion des ressources telles que le sol, l'eau et l'air, la destruction des écosystèmes et l'extinction des animaux sauvages.
- Dendrochronologie** : Méthode scientifique de datation utilisant la morphologie des anneaux des arbres pour des applications en paléoécologie, archéologie et datation au carbone radioactif.
- Détritivore** : Manière, pour des animaux, de se nourrir de la matière organique morte en décomposition (cf. **Saprophyte**[↗]).
- Diapause** : Phase génétiquement et environnementalement déterminée dans le développement d'un organisme pendant laquelle les activités métaboliques sont réduites.
- Diaspore** : Toute partie d'une plante servant à sa **dissémination**[↗].
- Dicotylédones** : Tous les **Angiospermes**[↗] ayant deux **cotylédons**[↗] (cf. **Monocotylédones**[↗]).
- Dimorphisme** : Le dimorphisme sexuel désigne les différences morphologiques entre les mâles et les femelles de la même espèce animale.
- Diptères** : Réfère aux Diptera, l'ordre taxonomique d'insectes

pourvus d'une seule paire d'ailes, comprenant principalement les mouches, moustiques et taons.

Dissémination : L'action de répandre, de s'éparpiller.

Dolérite : Roche magmatique avec des caractéristiques intermédiaires entre le gabbro (grains plus gros) et le basalte (grains plus fins), formant souvent des intrusions dans d'autres formations de roches (cf. **Roche éruptive**[°]).

Dolinke : Piège pour des poissons nageant proche du fond d'une Eau. Il se compose d'une longue corde horizontale à laquelle sont attachées à courte distance de nombreuses petites cordes, chacune portant un hameçon non appâté.

Drupe : Fruit formé d'une pulpe recouvrant un noyau dur.

Dulçaquicole : Vivant dans des eaux douces.

Durabilité : Capacité à perdurer. En écologie, c'est la façon d'aménager l'utilisation humaine des ressources naturelles pour qu'elle soit non destructrice, permettant la régénération continue de ces ressources.

Eburnéen : Fait de ou rapportant à l'ivoire.

Échange cationique : Dans l'environnement naturel : échange de cations dans la solution du sol, qui sont attachés légèrement aux surfaces chargées négativement des particules ou colloïdes du sol, comme des minéraux argileux, l'humus et des substances contenant de l'aluminium.

Écocitoyenneté : L'éco-citoyen est conscient d'appartenir à un territoire (terre, continent, ou pays) qui garantit son existence, ce qui implique des droits et des devoirs par rapport à l'environnement.

Ecosystème : Une communauté d'êtres vivants (la **biocénose**[°]) et son environnement géologique, pédologique, hydrologique et atmosphérique (le **biotope**[°]). Les éléments constituant un écosystème développent un réseau d'interdépendances basées sur des **facteurs biotiques**[°] et abiotiques permettant le maintien et le développement de la vie.

Écotourisme (Tourisme vert) : Une forme de tourisme plus durable à l'intérieur des aires écologiquement importantes qui présentent une grande valeur de protection ou une forte sensibilité écologique comprenant des aires rurales, agricoles et protégées.

Écotype : Variété génétique d'une espèce végétale ou animale adaptée à des conditions environnementales particulières sous l'effet de la sélection naturelle.

Ectomycorhize : **Mycorhize**[°].

Edaphique : Appartenant ou relatif au sol.

Emondage (aérien) : Utilisation des arbres par la coupure périodique des branches afin de récolter du fourrage vert pour les bêtes et du bois mince pour la fabrication de paniers, de barques

ou de clôtures.

Endémisme : Répartition totale d'un **taxon**[°] qui est naturellement délimitée à une aire unique et relativement petite.

Endophytes : Groupe fonctionnel d'organismes, en général des **champignons**[°] ou bactéries, vivant à l'intérieur d'une plante en relation parasitique ou mutualiste.

Entomologie : Science biologique portant sur l'étude des insectes.

Entomopathogène : Relatif aux organismes (généralement des bactéries, virus, protozoaires ou **champignons**[°]) causant des maladies aux insectes, souvent comme **parasites**[°] ou **parasitoïdes**[°].

Entomophilie (Entomogamie) : **Pollinisation**[°] des plantes à fleurs par les insectes due à l'adaptation (co-)évolutive.

Eolien : Se rapportant à, causé par ou porté par le vent.

Épiphyte : **Type biologique**[°] des plantes qui poussent sur une autre plante comme support sans la parasiter.

Escarpe : Versant en pente abrupte d'une montagne, d'une falaise.

Ethnobotanique : L'étude scientifique des relations entre les plantes et l'homme, orientée sur la perception, l'utilisation et l'aménagement des plantes par différentes sociétés humaines.

Ethnographie : Une méthode qualitative holistique utilisée en sciences sociales pour recueillir des données empiriques sur des sociétés humaines et leurs cultures.

Eucaryote : Une cellule à noyau bien individualisé et aux mitochondries avec des parois cellulaires à deux niveaux (cf. **Procaryote**[°]).

Eutrophisation : Augmentation de la production biologique d'un **écosystème**[°] due à l'enrichissement en nutriments, souvent engendré par des activités humaines.

Évapotranspiration : Quantité totale d'eau transférée de la surface de la terre à l'atmosphère par l'évaporation de l'eau du sol et par la transpiration des plantes.

Exosquelette : Squelette externe chez certains groupes d'animaux **invertébrés**[°].

Exotique : D'un caractère étrange, inhabituel, insolite.

Faciès : Peuplement végétal qui diffère de la communauté végétale typique, correspondante, par seulement une ou peu d'espèces qui domine(nt) la physionomie. Niveau le plus bas pour distinguer et décrire des communautés végétales en **phytosociologie**[°].

Facteurs abiotiques : Ensemble des facteurs physico-chimiques (précipitations, température, etc.) représentant une partie des facteurs écologiques dans un écosystème (cf. **Facteurs biotiques**[°]).

Facteurs biotiques : Ensemble des interactions entre organismes (compétition, prédation, mutualisme, etc.) vivants dans un écosystème, y constituant une part des facteurs écologiques (cf. **Facteurs abiotiques**[?]).

Faune : Toutes les espèces animales d'une région.

Ferrugination : Processus intensif d'altération de substrats riches en fer et bien drainés dans un climat tropical, comprenant le **lessivage**[?] et la formation des sesquioxydes de fer rougeâtres qui adhèrent fortement aux grains de sable et aux cailloux et peuvent les cimenter. Ce processus conduit à la formation de cuvettes de fer quand des saisons humides et sèches se relayent (ferrisols) (cf. **Latéritisation**[?]).

Fertiliseur (Engrais) : Terme générique pour nommer des substances appliquées aux plantes destinées à accélérer leur croissance à travers l'augmentation des nutriments végétaux disponibles et le changement des conditions chimiques du sol comme le pH.

Flore : Toutes les espèces végétales d'une région.

Flux de gènes : Transfert de traits génétiques d'une population à une autre dû à la migration d'individus ou la dispersion du pollen et des graines. En général cela augmente la diversité génétique de la population cible.

Fongique : Relatif aux **champignons**[?].

Fourrager : Organisme se nourrissant de graminées.

Fragmentation des habitats : Processus de séparation spatiale des entités d'**habitats**[?] d'un état précédant de continuité plus grande. Il se passe naturellement à la suite de processus géologiques ou d'événements catastrophiques. De nos jours il est causé plus fréquemment par les activités humaines.

Frugivore : Se nourrissant de fruits.

Gène : Unité basale d'**hérédité**[?] dans un organisme qui consiste en une séquence d'acides désoxyribonucléiques (ADN), siège de l'information pour construire et entretenir les cellules, et support de transmission des traits génétiques aux descendants par la reproduction.

Géophyte : **Type biologique**[?] des plantes pérennes dont les bourgeons **vivaces**[?] se situent sous le sol, sur les tubercules, les bulbes ou les rhizomes.

Gondwana : Ancien supercontinent situé principalement dans l'hémisphère sud, qui s'est détaché du supercontinent correspondant à l'hémisphère nord (Laurasia) il y a 180 millions d'années. Il s'est disloqué graduellement par la **tectonique**[?] des plaques à la fin du Paléozoïque, pour former en partie les continents de l'Amérique du Sud, l'Afrique, Madagascar, l'Inde, l'Antarctique, et l'Australie.

Gousse : Fruit déhiscent provenant d'un carpelle chez la plupart des légumineuses.

Graines orthodoxes : Graines avec la capacité de survivre au séchage et au gel pendant de longues périodes sans perdre leur viabilité, donc requérant ces conditions pendant la conservation ex situ à long terme.

Graines récalcitrantes : Graines sans capacité de résistance aux effets du séchage et des températures en-dessous de 10 °C sans perdre leur viabilité, elles ne peuvent donc pas être stockées pendant de longues périodes.

Granivore : Se nourrissant de grains et semences.

Habitat : **Biotop**[?].

Harmattan : Vent alizé sec, poussiéreux et relativement froid qui souffle vers le sud-ouest du Sahara dans le golfe de Guinée pendant la saison sèche (décembre à février), alternant avec la mousson sud-ouest pendant le reste de l'année.

Haustorium : Partie d'une plante (hémi-) **parasite**[?] ou d'un **champignon**[?] qui pénètre dans les tissus de la plante hôte et se nourrit en absorbant le contenu des cellules.

Héliophilique : Relatif à un organisme ayant une affinité et des adaptations à une haute intensité de la lumière solaire.

Hélophyte : **Type biologique**[?] des plantes enracinées sous l'eau dont les tiges, les feuilles et les fleurs sont aériennes mais les bourgeons **vivaces**[?] se situent sous l'eau.

Hémicryptophyte : **Type biologique**[?] des plantes souvent **herbacées**[?] à rosette (cespiteuses ou à rhizome), ayant les bourgeons **vivaces** au ras du sol.

Hémiparasite (Semiparasite) : Plante prélevant de l'eau et des éléments minéraux sur son hôte mais conservant sa capacité de **photosynthèse**[?].

Hémiptères : Réfère aux Hemiptera, l'ordre taxonomique d'insectes dont les pièces buccales se sont évoluées en suçoirs joints comportant une épine perforante. L'ordre comprend les grands groupes des pucerons, cigales et punaises.

Herbacé : Ressemblant ou appartenant à une herbe, c'est-à-dire à une plante qui n'a pas de tiges pérennes à tissus **ligneux**[?].

Herbicide : Substance utilisée pour tuer des végétaux ou des groupes sélectionnés de plantes indésirables.

Herbier (Herbarium) : Collection de plantes pressées et collées sur du papier ou dans des liquides de conservation, qui sert de support physique aux études taxonomiques et **systématiques**[?] sur les plantes. Le terme désigne également l'établissement ou l'institution qui abrite une telle collection.

Herborisation : Une promenade ou excursion organisée pour la collecte de **spécimens**[?] végétaux.

Hérédité : Transmission des caractères génétiques d'une génération à l'autre.

Hétérogénéité : Trait d'un objet ou d'un système ayant un grand nombre de variations structurelles (contrairement à l'homogénéité, désignant la présence de nombreux éléments identiques).

Hibernation : Etat d'hypothermie régulée sur plusieurs jours ou mois, qui permet aux animaux de conserver leur énergie sous des conditions dures grâce au ralentissement du **métabolisme**[?] et à l'utilisation des réserves de graisse du corps stockées pendant les phases actives.

Hotspot de biodiversité[?] : Dans un sens général, une région **biogéographique**[?] possédant une diversité de plantes et d'animaux particulièrement élevée, comparée aux alentours. Selon une définition stricte, cette région doit contenir au moins 1500 espèces de **plantes vasculaires**[?] (0,5 % des plantes vasculaires au monde) **endémiques**[?] et doit avoir perdu au moins 70 % de ses **habitats**[?] primaires.

Humivore : Organisme se nourrissant de la matière organique morte du sol.

Humo-terricole : La manière, pour un champignon saprophyte, de coloniser l'humus et de le décomposer.

Hydromorphie : En pédologie : plusieurs caractéristiques d'un sol causés par une saturation suffisamment longue et régulière en eau, qui entraîne un manque temporaire ou permanent en oxygène. Cela est visible par des couleurs de réduction grises ou noirâtres et quelques fois par des tâches de rouille. En **botanique**[?], il s'agit des adaptations des **hélrophytes**[?] et **hydrophytes**[?] pour compenser le manque d'oxygène dans les parties végétales qui trempent dans l'eau ou dans le sol hydromorphe.

Hydrophyte : **Type biologique**[?] des plantes pérennes ayant les bourgeons **vivaces**[?] et les feuilles immergés dans l'eau.

Hyperparasite : **Parasite**[?] secondaire vivant au dépend d'un parasite établi précédemment.

Hypocotyle : Partie de la tige située entre la base de la tige (collet) et les premiers **cotylédons**[?] de la plante.

Ichtyologie : La branche des sciences naturelles qui étudie les poissons.

Impluvium : Un bassin pour capter et stocker l'eau de pluie dans une maison, originalement la partie centrale d'un atrium dans une habitation grecque ou romaine.

Ingénieur de l'écosystème : Organisme relevant d'un écosystème qui crée et modifie essentiellement un **habitat**[?] soit par la transformation du matériel d'une forme à l'autre, soit par sa croissance naturelle qui change la structure spatiale de l'habitat

de façon fondamentale.

Insectes sociaux : Insectes qui vivent en colonies et manifestent trois caractéristiques: intégration au groupe, répartition du travail, et chevauchement des générations (toutes les termites, fourmis, nombreuses abeilles et guêpes).

Insectivore : Se nourrissant d'insectes.

Invertébrés : Groupe informel d'animaux dépourvus de colonne vertébrale, comprenant environ 95 % des espèces animales (cf. **Vertébrés**[?]).

Isohyète : Sur des cartes météorologiques une ligne reliant des points présentant des quantités égales de précipitation.

Kaolinisation : L'altération des minéraux sous des conditions humides et acides dont le résultat est la formation de kaolin, un type d'argile composée principalement de **kaolinite**[?].

Kaolinite : Un minéral argileux blanchâtre très commun composé de silicate d'aluminium hydraté.

Larve néonate : Larve qui émerge de l'œuf se distinguant alors des autres stades larvaires par des structures particulières qui l'aident à sortir.

Latéritisation : Processus de décomposition chimique et **lessivage**[?] intensifs à long terme d'une grande variété de roches mères sous des climats tropicaux chauds avec une période sèche prononcée, formant des sols très riches en oxydes de fer et souvent en aluminium (latérites).

Lépidoptères : Réfère aux Lepidoptera, l'ordre taxonomique d'insectes caractérisés par une trompe en spirale et quatre grosses ailes écailleuses. L'ordre comprend les papillons et les mites. Groupe d'insectes le deuxième plus riche en espèces, après les **coléoptères**[?].

Lessivage : Transport descendant de composants (argiles, ions, humus) d'un sol sous l'effet de l'écoulement des eaux d'infiltration (la **percolation**[?]).

Lingneux : Consistant en bois (lignine), appartenant ou ressemblant au bois.

Lignicole : La manière, pour des animaux ou **champignons**[?], de vivre dans le bois.

Macromycètes : **Champignons**[?] **macroscopiques**[?].

Macrophyte : Terme générique pour désigner toutes les plantes aquatiques visibles à l'œil nu.

Macroscopique : Relatif aux détails qui sont visibles à l'œil nu (cf. **Microscopique**[?]).

Macrozooplancton : **Plancton**[?] animal de tailles relativement grandes (quelques millimètres).

Mammalien : Relatif aux **mammifères**[?].

Mammifères : **Taxon**[?] comprenant les **vertébrés**[?] homéothermes

présentant des glandes mammaires produisant du lait qui sert à nourrir les enfants.

Mandibule : Pièces buccales des **arthropodes**[?] destinées à tenir et mordre dans la nourriture; chez les oiseaux la partie supérieure ou inférieure du bec; chez les **vertébrés**[?] la mâchoire inférieure portant les dents inférieures.

Mésophile : Réfère aux organismes qui préfèrent des conditions d'humidité modérée ou aux microorganismes qui se développent dans des conditions de température modérée (entre 20 et 40 °C).

Métabolisme : Ensemble des processus chimiques et physiques complexes de transformation de matière et d'énergie par la cellule ou l'organisme, au cours de l'assimilation et la décomposition organiques.

Métamorphisme : Recristallisation solide des roches préexistantes due aux changements des conditions physiques et chimiques dans la croûte **terrestre**[?].

Métamorphose : Processus biologique au cours duquel un animal subit un changement entier et relativement brusque de la structure et de la forme de son corps, souvent accompagné par un changement d'**habitat**[?] et de comportement.

Microphanérophyte : **Type biologique**[?] des plantes pérennes dont les bourgeons **vivaces**[?] se situent à plus de 0,5 m au-dessus du sol avec une taille de croissance variant entre 2 et 8 m (cf. **Phanérophyte**[?]).

Microscopique : Relatif aux détails qui ne sont visibles que sous un microscope (cf. **Macroscopique**[?]).

Modélé : La forme géomorphologique d'une surface **terrestre**[?] comme élément constitutif d'un paysage qui peut être définie par les conditions géologiques, les tracés de l'érosion et l'impact humain sur des caractéristiques topographiques.

Modèle numérique du terrain (MNT) : Représentation numérique de la topographie de la surface de la terre, couramment construite en utilisant des techniques de télédétection.

Monocaulé : Réfère aux troncs qui ne sont pas ramifiés.

Monocotylédones : Groupe phylogénétique des **Angiospermes**[?] ayant un **cotylédon**[?], souvent des nervures parallèles, des racines adventives, des fleurs trimères et un arrangement diffus des faisceaux cribro-vasculaires (cf. **Dicotylédones**[?]).

Morphotype : En biologie : terme informel pour caractériser ceux d'entre les individus d'une espèce qui partagent une caractéristique morphologique contrairement à d'autres individus de la même espèce.

Mycélium : Réseau plus ou moins étendu de cellules filiformes, ramifiées et liées (hyphes), constituant le corps végétatif des

champignons[?] et contribuant à la fraction organique du sol. Il est essentiellement impliqué dans la décomposition de la matière organique et constitue une source importante d'alimentation de beaucoup d'**invertébrés**[?] du sol.

Mycologue : Spécialiste qui étudie les **champignons**[?].

Mycorhize : Association **symbiotique**[?] fréquente formée par des **champignons**[?] supérieurs et les racines des plantes supérieures (cf. **Plante vasculaire**[?]). Les hyphes du champignon peuvent pousser seulement entre les cellules de la racine (**ectomycorhize**[?]) ou entrer dans les cellules périphériques de la racine (endomycorhize). La plante supérieure reçoit du champignon des éléments nutritifs importants, le champignon reçoit de la plante des substances organiques (hydrates de carbone).

Mycose : Infection des hommes et des animaux par des **champignons**[?] dépassant leur barrière de résistance.

Nanophanérophyte : **Type biologique**[?] de plantes pérennes dont les bourgeons **vivaces**[?] se situent à plus de 0,5 m au-dessus du sol avec une taille de croissance variant entre 0,5 et 2 m (cf. **Phanérophyte**[?]).

Nanoplancton : **Plancton**[?] de très petites tailles (quelques micromètres).

Nectarivore : La manière, pour des animaux, de se nourrir de nectar, une substance riche en sucre produite par les plantes à fleurs.

Non migrant : Natif d'un endroit donné.

Nymphose : Transformation de la larve mobile d'un insecte à un stade temporairement immobile (nymphe) dans son développement avant que l'adulte sort (p. ex. insectes holométabols).

Oligophage : Etant spécialisé à consommer une variété limitée de nourriture.

Ombrophile : Prospérant dans des aires de haute pluviosité.

Omnivore : Se nourrissant d'une variété large de végétaux et d'animaux.

Ornithologie : La branche des sciences naturelles qui étudie les oiseaux.

Orogénie : Formation à long terme de systèmes de montagnes (orogènes) en vertu des processus **tectoniques**[?].

Orthoptères : Réfère aux Orthoptera, l'ordre taxonomique d'insectes dont les pattes postérieures sont prolongées pour sauter. Chez les mâles, les deux paires d'ailes peuvent être râpées l'une contre l'autre ou contre les jambes pour émettre des sons. L'ordre comprend les criquets, grillons et locustes.

Oviparité : Mode de reproduction des animaux qui pondent des œufs avec peu ou aucun développement embryonnaire. Des animaux ovipares **terrestres**[?] complètent la fécondation des œufs dans leurs corps, des animaux ovipares aquatiques

- fécondent leurs œufs de façon externe, après les avoir pondus (cf. **Viviparité**[°]).
- Parasite** : Être vivant qui puise les substances qui lui sont nécessaires dans l'organisme d'un autre, appelé hôte, sans le tuer.
- Parasitoïde** : Organisme qui se développe sur ou à l'intérieur d'un autre être vivant, appelé hôte, et le tue inévitablement au cours ou à la fin de son développement (cf. **Parasite**[°]).
- Parcelle (Plot)** : Aire délimitée de terrain, en écologie : pour recueillir des données avec référence à la superficie d'échantillonnage.
- Pathogène** : Agent biologique, tel qu'un virus, une bactérie ou un champignon, qui cause une maladie infectieuse chez un organisme hôte.
- Patte thoraxique** : Pattes attachées à la partie moyenne (thorax) du corps des insectes.
- Pédogenèse** : Formation et évolution du sol.
- Péjoration** : **Dégradation**[°], détérioration au sens de dévalorisation.
- Percolation** : Approche théorique pour les systèmes dynamiques pour décrire la transition d'un état ou d'une phase du système vers un autre. En pédologie, ça réfère à l'écoulement d'eau sous l'effet de la gravitation dans le sol. En écologie, ça peut concerner la capacité des organismes à se déplacer entre certains **habitats**[°] dans le paysage.
- Péricarpe** : Paroi du fruit, issue de la maturation et la transformation de la paroi de l'ovaire chez les plantes à fleurs (cf. **Angiospermes**[°]).
- Périphyton** : Ensemble d'algues, de bactéries, de **champignons**[°] et de débris organique colonisant la surface d'autres organismes ou des objets morts dans des milieux aquatiques.
- Pesticide** : Terme générique pour nommer une substance destinée à empêcher, détruire ou combattre des organismes qui peuvent être nuisibles à une culture.
- Phanérophyte** : **Type biologique**[°] des plantes pérennes dont les bourgeons **vivaces**[°] se situent à plus de 50 cm au-dessus du sol.
- Photosynthèse** : Chez les végétaux et certaines bactéries un processus biochimique de fabrication de la matière organique en utilisant la lumière solaire comme source d'énergie.
- Phytocénose (Phytocœnose)** : Ensemble des plantes coexistant dans un espace défini (le **biotope**[°]).
- Phytochorie** : Région possédant une composition floristique relativement uniforme caractérisée par des répartitions phytogéographiques, particulièrement par les nombres élevés de **taxons**[°] endémiques.
- Phytodiversité** : Composante végétale de la **biodiversité**[°].
- Phytogéographie** : Science de la répartition des plantes sur la terre et des causes de cette répartition.
- Phytoplancton** : **Plancton**[°] végétal.
- Phytoplanctophages** : Animaux qui consomment le **plancton**[°] végétal.
- Phytosanitaire** : Relatif aux soins et préventions des maladies des organismes végétaux.
- Phytosociologie** : Discipline **botanique**[°] qui étudie les assemblages des espèces végétales en communautés récurrentes ainsi que leurs relations spatiales et temporelles.
- Piège Barber (Piège-fosse)** : Piège pour capturer des animaux qui se déplacent au sol (particulièrement des **arthropodes**[°], amphibiens, reptiles).
- Piscicole** : Relatif à la pisciculture (élevage des poissons).
- Plancton** : Organismes animaux et végétaux qui flottent passivement dans les eaux sans pouvoir influencer activement la direction d'un déplacement.
- Plante C₄** : Plantes ayant un type de **photosynthèse**[°] plus efficace que d'autres types à des températures au-dessus de 30 °C, en présence d'une forte lumière et de faibles concentrations de CO₂. Elles produisent un composé à 4 atomes de carbone (oxaloacétate) comme premier produit de la fixation du carbone.
- Plante inférieure (Plante non vasculaire, Thallophyte)** : Plante sans différenciation de ses tissus en racines, tiges et feuilles, donc sans faisceau cribro-vasculaire: les mousses, les algues, les **champignons**[°], les lichens.
- Plante vasculaire (Plante supérieure)** : Plante avec différenciation de ses tissus en racines, tiges et feuilles qui sont connectées par des faisceaux cribro-vasculaires (les fougères et les spermatophytes).
- Plantes dioïques** : Plantes dont les fleurs mâles et les fleurs femelles sont portées par des individus distincts appartenant chacun à un sexe.
- Pluricellulaire** : Relatif à un organisme comportant plusieurs cellules différenciées pour assurer des fonctions spécifiques.
- Pollinisation** : Transfert du pollen d'une étamine au stigmate d'une fleur de la même espèce, permettant la fécondation des plantes à fleurs.
- Précambrien** : La période depuis la formation de la terre (il y a 4,5 milliards d'années) jusqu'au début de la période cambrienne, marquée par l'émergence des animaux à coquille rigide il y a 542 millions d'années. Il représente 87 % du temps géologique.
- Prédateur** : Animal qui capture d'autres animaux comme source de nourriture.

- Procaryote** : Microorganisme **unicellulaire**[↗] ne possédant pas de véritable noyau, ni d'organites dans son cytoplasme, comme chez les bactéries et les cyanobactéries (cf. **Eucaryote**[↗]).
- Produit Intérieur Brut** : Indicateur économique qui mesure le niveau de production d'un pays à travers les valeurs totales de la production des biens et des services, des revenus et des dépenses au cours d'une année.
- Ptéridophytes** : Groupe taxonomique du règne végétal comprenant les fougères (Polypodiophyta).
- Quaternaire** : La période géologique récente (depuis environ 2,6 millions d'années) caractérisée par le retour de cycles glaciaires.
- Ranch** : Grande ferme d'élevage extensif.
- RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA)** : Amplification aléatoire d'ADN polymorphe. En biologie moléculaire : une technique avec laquelle les segments d'ADN amplifiés ne sont pas choisis par l'expérimentateur, mais sont amplifiés aléatoirement. Ainsi le génome de différents individus peut être comparé à travers l'électrophorèse sans avoir besoin de connaître le génome détaillé pour étudier la parenté entre des plantes ou des animaux (cf. **Gène**[↗]).
- Relevé** : Données **botaniques**[↗] ou phytoécologiques relatif à une fraction ou au total des espèces végétales enregistrées à un lieu défini.
- Rhizobium** : Bactéries fixatrices d'azote atmosphérique vivant de manière **symbiotique**[↗] dans les racines des légumineuses ce qui entraîne la formation de nodosités sur les racines.
- Ripicole** : Vivant sur les rives des eaux courantes ou calmes.
- Roche éruptive (Roche volcanique)** : Roche magmatique formée par le refroidissement rapide d'une lave/magma arrivée à la surface de la terre.
- Roche métamorphique** : Roche formée d'une quelconque roche préexistante au cours du processus de modification minéralogique et structurale (recristallisation) provoqué par une haute température et grande pression dans la croûte **terrestre**[↗].
- Roussette** : Désignant un groupe taxonomique ancien des chauve-souris **frugivores**[↗] de l'Ancien monde.
- Ruiniforme** : Relatif aux rochers et reliefs évoquant des ruines dues à une inégale météorisation des roches hétérogènes, qui est fréquente dans les paysages karstiques.
- Safari** : Excursion touristique guidée en Afrique focalisant sur l'observation des grands animaux dans les milieux naturels de savane.
- Saprophytes** : Groupe fonctionnel comprenant les **champignons**[↗], les bactéries et quelques plantes se nourrissant de la matière organique morte en décomposition.
- Saumâtre** : Relatif aux eaux à salinité intermédiaire causée par le mélange entre l'eau douce et l'eau de mer.
- Saxicole** : Colonisant des milieux rocheux et pierreux.
- Sempervirent** : Produisant des feuilles vertes durant toute l'année.
- Spécimen** : Un échantillon d'un individu de plante, d'animal ou d'une partie de lui qui est utilisé comme preuve de présence d'une espèce dans un certain endroit ou comme représentant pour étudier les caractéristiques de la population entière d'un **taxon**[↗].
- Struthioniformes** : **Taxon**[↗] comprenant les oiseaux les plus grands et non volants (les autruches).
- Subsaharien** : Réfère à la partie du continent africain située au sud du Sahara (Afrique noire).
- Surnuméraire** : Etant en surnombre.
- Symbiotique** : Relatif à la symbiose qui est une association proche et souvent obligatoire entre deux organismes hétérospecifics (espèces différentes) dont les effets sont favorables aux deux partenaires.
- Systématique** : Science qui a pour objet de dénombrer et de classer les **taxons** décrits (incluant les domaines de la **taxonomie**[↗]) en reconnaissant l'ordre fondamental dans toute la variété des organismes selon leur phylogénie.
- Système de positionnement global (GPS)** : Système de satellites pour la navigation mondiale basé dans l'espace qui fournit des informations fiables sur la position et l'heure. Il est entretenu par le gouvernement des USA et est accessible gratuitement par chacun avec un récepteur GPS.
- Système d'information géographique (SIG)** : Système qui recueille, enregistre, analyse, gère et présente des données numériques liées à un lieu. Il dérive de la fusion de la cartographie et des bases de données par la technologie de l'information.
- Taxon** : Dans la **systématique**[↗] des organismes, terme générique pour une catégorie et un groupe systématiques de rang quelconque (cf. **Taxonomie**[↗]).
- Taxonomie** : Science qui a pour objet de nommer scientifiquement les organismes en entités appelées **taxons**[↗], de les décrire, de les conserver, et de fournir des clés de détermination et des données de répartition des taxons.
- Tectonique** : La branche de la géologie étudiant les structures dans la croûte **terrestre**[↗] (lithosphère), surtout les forces, mouvements et mécanismes qui créent de telles structures, y compris le mouvement des continents (la tectonique des plaques).
- Tégument de graines** : Chez les spermatophytes, c'est un tissu membraneux formant une enveloppe protectrice autour de la graine.

Terrestre : Relatif à la terre ou au monde.

Tétrapode : Groupe informel d'animaux avec squelette interne (cf. **vertébrés**[?]), des poumons et deux paires d'extrémités. Les dernières sont vues comme adaptation à la locomotion à la campagne. Les tétrapodes comprennent les amphibiens, les reptiles, les oiseaux et les **mammifères**[?] **terrestres**[?].

Thalle : Corps végétal pluricellulaire sans différenciation en racines, tiges et feuilles, se rencontre chez les plantes non vasculaires (cf. **Plante inférieure**[?]).

Thérophyte : **Type biologique**[?] des plantes annuelles à cycle court et à développement rapide qui survivent les saisons défavorables telles que les périodes sèches sous la forme de graines, les parties végétatives étant détruites par dessiccation.

Transect : Ligne virtuelle ou physique le long de laquelle des données sont recueillies avec une méthodologie standardisée dans l'objectif de les relier les unes sur les autres.

Trophique : Relatif à la nourriture et à l'alimentation.

Type biologique : Terme pour des types d'organisation des organismes provenant de leurs adaptations à certaines conditions environnementales.

Type chrysomélien : Insecte muni de pattes thoraciques, très mobile.

Ubiquiste : Etre vivant qui n'est pas lié à un certain environnement écologique parce qu'il possède une grande puissance écologique ou niche écologique.

Unicellulaire : Composé d'une seule cellule.

Vertébrés : **Taxon**[?] d'animaux ayant un squelette osseux qui comporte une colonne vertébrale, constituant environ 5 % de toutes les espèces animales décrites y compris les grands animaux **terrestres**[?] (cf. **Invertébrés**[?]).

Vertisolisation : Type de **pédogenèse**[?] stationnelle dans des sols caractérisés par l'abondance d'argile gonflante néoformée, dans laquelle l'argile se rétracte et se dilate suivant à une alternance saisonnière de dessiccation et d'humectation.

Vivace (Pérenne) : En **botanique**[?], réfère à une plante qui vit pour une période indéfinie de plus d'un an et pousse de nouveau d'une partie pérenne. En écologie, désigne des systèmes écologiques qui demeurent pour une durée plus étendue (p. ex. des eaux pérennes).

Viviparité : Mode de reproduction avec naissance vivante (contrairement à pondre des œufs) chez des animaux et avec développement des plantules des semences germantes avant de se détacher du parent chez des plantes (cf. **Oviparité**[?]).

Xylophage : Organisme se nourrissant du bois mort ou vivant.

Zooplancton : **Plancton**[?] animal.

GLOSSARY

- Abiotic factors:** Physico-chemical factors (precipitation, temperature, etc.) that form part of the ecological factors in an **ecosystem**⁷ (cf. **Biotic factors**⁷).
- Adiabatic:** Pertaining to a thermodynamic process in which no heat is transferred to the surroundings when a system changes from one state to another.
- AFLP:** Amplified Fragment Length Polymorphism: In molecular biology a molecular marking technique based on amplification of DNA fragments hydrolyzed by two restriction enzymes for creating a genetic fingerprint (DNA profile) of an individual (cf. **Gene**⁷).
- Agrobiodiversity:** Components of **biodiversity**⁷ related to agricultural production.
- Agroforestry:** Land management system integrating woody and non-woody components with ecological and economic aspects in space and time.
- Algae:** Mandatorily photosynthetically active organisms generally living in humid or aquatic environments.
- Angiosperms (Magnoliophyta):** Taxonomic class of seed plants where one or several carpels enclose the ovules. The most diversified and species-rich plant group (flowering plants).
- Anthropic:** Pertaining to a principle asserting that the laws of nature and its fundamental physical constants of the universe must be consistent with the conditions of life observed in it, i.e. they must be suited for the evolution of intelligent life, because otherwise humans would not be able to exist in the universe and observe it.
- Anthropocentrism:** Concept and attitude relating all things in the universe to humans.
- Anthropogenic:** Pertaining to any process, effect, and material derived from human action on natural systems.
- Anticyclone:** High pressure area in the atmosphere.
- Apex:** Tip of a plant organ, its growing point.
- Aquaculture:** Generic term for animal and plant production in aquatic environments.
- Aquariophily:** Breeding of ornamental fish in aquaria (cf. **Aquarium**⁷).
- Aquarium:** Transparent tank for keeping or breeding aquatic animals and plants.
- Arboretum:** Specialized botanical garden presenting numerous tree species sometimes arranged in thematic collections.
- Arthropods:** Taxonomic unit of **invertebrate**⁷ animals comprising insects, crustaceans (crayfish, crabs) and arachnids (spiders).
- Avifauna:** Part of the **fauna**⁷ of an area that encompasses birds.
- Benthos:** All organisms living or moving on the ground in fresh and salt water bodies.
- Bifoliolate:** With two leaves.
- Bioclimate:** Local climate conditions that influence all living beings including aspects of human health.
- Biocoenosis (Biocenose):** All living beings that co-exist in a defined environment (**biotope**⁷, **habitat**⁷).
- Biodiversity:** Diversity of organisms in relation to structure, composition and functioning in time and space, particularly at the levels of organism communities, species and **genes**⁷.
- Biodiversity⁷ hotspot:** In its general meaning, a **biogeographic**⁷ region with a significantly higher diversity in plant and animal species than in the surroundings. According to a strict definition, this region must contain at least 1 500 species of **vascular plants**⁷ (i.e. 0.5 % of the vascular plants on Earth) as **endemics**⁷, and it has to have lost at least 70 % of its primary **habitats**⁷.
- Biogeography:** Science of distribution of living beings on Earth and its causes.
- Bioindicator:** A species, group of species or plant community that indicates certain ecological conditions in an **ecosystem**⁷ by its presence/absence or by its response to an environmental change. The bioindicator must have a narrow range of ecological tolerance.
- Biopiracy:** Claiming of ownership or taking unjustified advantage of genetic resources, traditional knowledge and technologies related to **biodiversity**⁷ in developing countries to economically benefit the developed world.
- Biosphere:** Space on Earth colonized by all forms of life.
- BIOTA Africa: Biodiversity⁷ Monitoring Transect⁷** Analysis in Africa; a German-African research programme on biodiversity in Africa and its sustainable use under the present climate and land use changes.
- Biotic factors:** Interactions of living beings with other organisms (competition, predation, mutualism, etc.) comprising a part of the ecological factors in an **ecosystem**⁷ (cf. **Abiotic factors**⁷).
- Biotope:** Locality with rather homogeneous ecological

- conditions colonized by a **biocoenosis**[?].
- Bir(r)imian:** Referring to rocks stretching across the south part of the West African **craton**[?], forming parallel belts being 40 to 50 km wide and about 90 km apart. These rock formations are major sources of gold and diamonds in West Africa.
- Boletes:** Vernacular name of mushrooms of the family of Boletaceae.
- Botanizing:** A walk or excursion (plant-collecting campaign) with the goal of collecting plant **specimens**[?].
- Botany:** The science of plants.
- Brackish:** Pertaining to waters of intermediate salinity caused by mixing of fresh water and ocean water.
- C₄ plants:** Plants with a type of **photosynthesis**[?] being more efficient than other types at temperatures above 30 °C, at much light and low CO₂ concentrations, and that present a 4-carbon compound (oxaloacetate) as first product of carbon fixation.
- Caducifolious: Deciduous**[?].
- Canopy:** Upper level of a forest. In tropical forests the canopy hosts a particularly high species diversity.
- Carpophore:** Reproductive device of mushrooms carrying the spores and allowing for multiplication. In Apiaceae, a structure carrying the two partial fruits.
- Cation exchange:** In the natural environment the exchange of cations in the soil solution that are loosely bound to negatively charged surfaces of soil particles or soil colloids such as clay minerals, humus and substances containing aluminium.
- Chamaephyte: Life form**[?] of low-growing plants whose perennating buds are located close to the ground, below 20 cm in colder regions and below 100 cm in hot regions.
- Checklist:** A list serving for verification of species that are known from an area (here: a catalogue of **vascular plants**[?]).
- Chrysomelid type:** Beetle that looks like a leaf beetle (Chrysomelidae) with roundish body.
- Chytridiomycosis:** Infectious disease of amphibians caused by the fungus *Batrachochytrium dendrobatidis*, leading to death mainly in already stressed individuals. The infection is considered to contribute to the recent global amphibian decline.
- Climate change:** Long-term change in the statistical distribution in weather and climate variables over periods of at least several decades, mostly but not necessarily attributed to **anthropogenic**[?] causes.
- Clinometer:** Instrument for measuring angles of elevation, slope, or inclination with respect to gravity or the horizon line.
- Coleoptera:** Taxonomic order of insects having two hard forewings (elytra) serving as coverings for the two hind flight wings and the hind part of the body (colloquial: beetles). The most species-rich insect group.
- Connectivity:** Interrelations between different compartments of a system, in **ecosystems**[?] between organisms in corresponding **habitat**[?] patches.
- Cosmopolite: Taxon**[?] encountered in its **biotope**[?] at numerous places around the world.
- Cotyledon:** In seed plants the embryonic first leaf that is a significant part of the seed of a plant.
- Craton:** An old and stable part of the continental crust, often in the interior of a tectonic plate (cf. **Tectonics**[?]).
- Cryptophyte: Life form**[?] of plants producing perennating buds underwater or underground on corms, bulbs, or rhizomes.
- Cuesta:** A dissymmetric ridge formed by gently tilted sedimentary rock strata with a steep slope (**escarpment**[?]) on one side and an erosion-resistant rock layer forming a more gentle slope on the other side (dip slope).
- Cynegetics:** The art of hunting with dogs.
- Dahomey Gap:** Broad savanna corridor located in southern Benin (formerly Dahomey), Togo and southeastern Ghana (0° to 3° eastern latitude) that divides the West African rain forest zone into the western Upper Guinean forests and the eastern Lower Guinean or Congolian forests.
- Decadal:** Denoting a ten-year interval; consisting of ten years.
- Deciduous:** Shedding of leaves at the end of the growing season.
- Degradation:** In ecology, the deterioration of the environment through depletion of natural resources such as soil, water and air, and through destruction of **ecosystems**[?] and extinction of wildlife.
- Dendrochronology:** Scientific method of dating using tree-ring patterns for application in paleoecology, archaeology and radiocarbon dating.
- Detritivorous (Saprophagous):** Feeding on dead or decaying organic matter (detritus) by animals (cf. **Saprophyte**[?]).
- Diapause:** Genetically and environmentally determined phase in the development of an organism during which **metabolic**[?] activity is reduced.
- Diaspore:** Any part of a plant serving for its **dissemination**[?].
- Dicotyledons (Dicots):** All **angiosperms**[?] having two seed

leaves (**cotyledons**[?]) (cf. **Monocotyledons**[?]).

Digital elevation model (DEM; Digital terrain model): Digital representation of ground surface topography, commonly built using remote sensing techniques.

Dimorphism: Sexual dimorphism denoting morphological differences between males and females of the same animal species.

Dioecious plants: Plants where male and female flowers are produced by separate individuals belonging to either one sex.

Diptera: Taxonomic order of insects having only two wings, mainly comprising the flies, mosquitoes and horse flies.

Dissemination: Action of distributing.

Dolerit (Diabase): Magmatic rock with intermediate characteristics between gabbro (coarser graining) and basalt (finer graining), often forming intrusions in other rock formations (cf. **Eruptive rock**[?]).

Dolink: Trap for fish swimming close to the water bottom, consisting of a long horizontal rope to which numerous short ropes are attached at short distances to each other, each carrying a non-baited hook.

Drupe: Fruit formed by pulp covering a hard pit.

Eburnean: Made of or related to ivory.

Eco-citizenship : The eco-citizen is conscious of belonging to a territory (ground, continent, or country) allowing for his existence, which implies rights and requirements in relation to the environment.

Ecosystem: A community of living beings (the **biocoenosis**[?]) and its geological, pedological, hydrological and atmospheric environment (the **biotope**[?]). The elements constituting an ecosystem develop a network of interdependencies based on biotic and **abiotic factors**[?] allowing for maintaining and developing life.

Ecosystem engineer: Organism being part of an **ecosystem**[?] that creates or essentially modifies a **habitat**[?] either by actively changing materials from one form to another or due to its natural growth that fundamentally changes the spatial structure of the habitat.

Ecotourism: A form of more sustainable tourism into ecologically important areas of high protection value or ecological sensitivity including urban, agricultural areas and protected areas.

Ecotype: Genetic variety of a plant or animal species adapted to particular environmental conditions because of natural selection.

Ectomycorrhiza: Mycorrhiza[?].

Edaphic: Pertaining or related to soil.

Endemism: Overall distribution of a **taxon**[?] that is naturally limited to a unique and relatively small area.

Endophytes: Functional group of organisms, generally **fungi**[?] or bacteria, living inside a plant in a **parasitic**[?] or mutualistic relationship.

Entomology: Biological science dealing with the study of insects.

Entomopathogenic: Pertaining to organisms (generally bacteria, viruses, protozoa or **fungi**[?]) causing disease in insects, often as a **parasite**[?] or **parasitoid**[?].

Entomophily (Entomogamy): Pollination[?] of flowering plants by insects due to (co-)evolutionary adaptation.

Eolian (Aeolian): Related to, caused by, or carried by the wind.

Epiphyte: Life form[?] of plants growing on another plant without **parasitic**[?] association.

Eruptive rock (Volcanic rock): Magmatic rock formed by rapid cooling of lava/magma when arriving at the Earth's surface.

Escarpment (Scarp): Abrupt steep slope.

Ethnobotany: Scientific study of relationships between people and plants, focusing on perception, utilization and management of plants by different human societies.

Ethnography: Qualitative holistic research method used in social sciences for gathering empirical data on human societies and cultures.

Eucaryote: A cell with a well-defined nucleus and mitochondria with two layered cell walls (cf. **Procaroyote**[?]).

Eutrophication: Increase in biological production of an **ecosystem**[?] due to enrichment of nutrients, often caused by human activities.

Evapotranspiration: Sum of water transferred from the land surface into the atmosphere by evaporation from soil and transpiration of plants.

Evergreen: Producing green leaves all year long.

Exoskeleton: External skeleton in certain groups of invertebrate animals (cf. **Invertebrates**[?]).

Exotic, alien: With a foreign, uncommon, unusual character.

Facies: Vegetation stand that differs from the corresponding typical plant community by only one or a few species that dominate physiognomy. Lowest level for distinguishing and describing plant communities in phytosociology.

Fauna: All animal species of an area.

Ferrugination: Intense weathering process in freely drained

iron-rich substrates in tropical climate, including **leaching**⁷ and formation of reddish iron sesquioxides that adhere firmly to sand grains and gravel and may cement them to form iron pans when a humid and a dry season alternate (ferralsols) (cf. **Lateritization**⁷).

Fertiliser: Generic term for substances applied to plants to promote their growth through raising plant nutrient supply and changing soil chemical conditions such as soil pH.

Flora: All plant species of an area.

Food chain: A simplified concept of matter and energy transfer from one organism (lower **trophic**⁷ level) to another when it eats the first (intermediate trophic level) who subsequently is eaten by a third organism (higher trophic level) etc. These linear feeding relations are part of a complex food web in an **ecosystem**⁷.

Foothills: Area with an undulating or hilly relief forming a transitional relief between a plain and a mountain chain, often formed by sedimentary rock.

Frugivorous: Feeding on fruits.

Fungal: Pertaining to **fungi**⁷ (mushrooms).

Fungi (Mushrooms): Organisms grouped with the plants but distinguished by a number of traits, notably non-photosynthetic feeding.

Fungus grower: In ecology, an organism having a symbiosis with **fungi**⁷, such as termites.

Gene: Basic unit of inheritance in an organism, consisting of a sequence of deoxyribonucleic acid (DNA), holding the information to build and maintain its cells and passing genetic traits to offspring.

Gene flow: Transfer of genetic traits from one population to another due to migration of individuals or transfer of pollen or seeds. This usually enlarges the genetic diversity of the target population.

Geographic information system (GIS): A system that captures, stores, analyzes, manages, and presents digital data that are linked to location, often merging different cartography and data sets by information technology tools.

Geophyte: Life form⁷ of **perennial**⁷ plants with perennating buds underground on corms, bulbs, or rhizomes.

Global Positioning System (GPS): A space-based global navigation satellite system that provides reliable location and time information. It is maintained by the USA government and is freely accessible by anyone with a GPS receiver.

Gondwana: A large former super-continent located mainly in the southern hemisphere, that detached from the

corresponding super-continent on the northern hemisphere (Laurasia) about 180 M years ago. It gradually broke apart by plate **tectonics**⁷ in the late Paleozoic to form parts of what is today South America, Africa, Madagascar, India, Antarctica and Australia.

Granivorous: Feeding on grains and seeds.

Grass feeder: Organism feeding on grass.

Gross domestic product: Economic indicator measuring a country's overall economic output by determining the total values of production of goods and services, incomes and expenditures over the year.

Habitat: Biotope⁷.

Habitat fragmentation: Process of spatial separation of **habitat**⁷ patches from a previous state of greater continuity. It occurs naturally due to geologic processes or catastrophic events; nowadays it is more frequently caused by human activities.

Harmattan: A dry, dusty and relatively cool trade wind blowing southwestwards from the Sahara into the Gulf of Guinea during the dry season (December to February), alternating with the south-west monsoon during the rest of the year.

Haustorium: Part of a (semi-) **parasitic**⁷ plant or mushroom penetrating tissues of a host plant to absorb food from the cells.

Heliophilous (Heliophilic): Pertaining to an organism that is attracted by and adapted for a high intensity of sunlight.

Helophyte: Life form⁷ of plants rooting in the water whose stem, leaves and flowers are in the air but perennating buds are underwater.

Hemicryptophyte: Life form⁷ of mostly **herbaceous**⁷ plants producing the perennating buds close to the soil surface.

Hemiparasite (Semiparasite): Plant taking water and minerals from a host plant but keeping its capability of **photosynthesis**⁷.

Hemiptera: Taxonomic order of insects whose mouthparts have evolved into a joint proboscis featuring sharp stylets for piercing and sucking. The order comprises the large groups of plant lice, cicada and true bugs.

Herbaceous: Resembling or pertaining to a herb, i.e. a plant lacking persistent woody stem tissues.

Herbarium: Collection of plants pressed and mounted on paper or in liquid preservatives, serving for physical support of **taxonomical**⁷ and **systematical**⁷ studies on plants. The term also denotes the location or institution housing such

a collection.

- Herbicide:** Substance used to kill unwanted vegetation or selected groups of plants.
- Heredity:** Transmission of genetic traits from one generation to another.
- Heterogeneity:** The trait of an object or system of having a large number of structural variations (as opposed to homogeneity, denoting the presence of multiple identical elements).
- Hibernation:** State of regulated hypothermia lasting several days up to months, allowing animals to preserve their energy during harsh conditions as it slows down the **metabolism**[↗] and uses up fat reserves stored by the body during activity phases.
- Humo-terricolous:** The manner of colonizing humus by fungus and saprophytically decomposing it.
- Hydromorphy:** In soil sciences several soil characteristics caused by sufficiently long and regular water saturation that leads to a temporal or permanent lack of oxygen. This is visible by grey or blackish colours of reduction and sometimes rusty spots. In **botany**[↗] adaptations of **helophytes**[↗] and **hydrophytes**[↗] for compensating the lack of oxygen in the plant parts in water or hydromorphic soil.
- Hydrophyte:** **Life form**[↗] of **perennial**[↗] plants with perennating buds and leaves underwater.
- Hyperparasite:** A secondary **parasite** living from a previously established **parasite**[↗].
- Hypocotyl:** Portion of plant axis between base of stem (collar) and primary **cotyledons**[↗].
- Ichthyology:** Branch of natural sciences studying fish.
- Impluvium:** Pool for collecting rain water in a dwelling house, originally the central part of the atrium in a Greek or Roman house.
- Insectivorous:** Feeding on insects.
- Invertebrates:** Informal group of animals without a backbone, including about 95 % of all animal species (cf. **Vertebrates**[↗]).
- Isohyet:** A line on meteorological maps joining points of equal amounts of precipitation.
- Kaolinisation:** Weathering of rock minerals under humid and acid conditions resulting in formation of kaolin, a type of clay mainly composed of **kaolinite**[↗].
- Kaolinite:** A very common whitish clay mineral composed of hydrated aluminium silicate.
- Landform:** Geomorphological form of a part of the land surface

as constituting landscape element defined by geological conditions, erosion features and human impact on topography.

- Lateritization (Laterization):** Process of long-lasting intensive chemical weathering and **leaching**[↗] of a wide variety of parent rocks in hot tropical climate with a pronounced dry period, forming soils very rich in iron oxides and often aluminium oxides (laterites).
- Leaching:** Downward transport of soil components (clay, iron, humus) with water **percolating**[↗] the soil.
- Lepidoptera:** Taxonomic order of scaly-winged insects with mouthparts evolved into a long curled proboscis. The order includes the butterflies, skippers and moths and is the second-most species-rich insect group after the beetles (cf. **Coleoptera**[↗]).
- Life form:** Term for organization types of organisms resulting from their adaptations to certain environmental conditions.
- Ligneous:** Consisting of, pertaining to, or resembling wood (lignin).
- Lignicolous:** The manner of animals or **fungi**[↗] of living in wood.
- Limnicolous:** Living in fresh water.
- Locomotive appendices:** Exterior organs at an animal's body serving for its locomotion.
- Lower plant (Non-vascular plant, Thallophyte):** Plant without differentiation of its tissues into roots, stems and leaves, thus without vascular bundles: mosses, **algae**[↗], **fungi**[↗], lichens.
- Macromyceta:** **Macroscopic**[↗] mushrooms[↗].
- Macrophyte:** General term denoting all aquatic plants visible to the naked eye.
- Macroscopic:** Pertaining to all details visible to the naked eye (cf. **Microscopic**[↗]).
- Macrozooplankton:** Animal **plankton**[↗] of relatively large sizes (several millimetres).
- Mammalien:** Pertaining to **mammals**[↗].
- Mammals:** **Taxon**[↗] comprising the warm-blooded **vertebrates**[↗] with mammary glands for feeding offspring with milk.
- Mandible:** Mouthparts of **arthropods**[↗] designed to hold and bite into food; in birds the upper or lower part of the beak; in **vertebrates**[↗] the lower jaw holding the lower teeth.
- Megabat:** Denominating an ancient taxonomic group of fruit-eating bats (flying foxes) of the Old World.
- Mesophile:** Pertaining to organisms preferring moderate humidity conditions or to microorganisms growing at

moderate temperatures (between 20 and 40 °C).

- Metabolism:** Complex chemical and physical processes where matter and energy are transformed by a cell or organism in the course of organic assimilation and decomposition.
- Metamorphic rock:** Rock formed from preexisting rocks of any type in a process of mineralogical structural modification (recrystallization) due to high temperature and intense pressure in the Earth's crust.
- Metamorphism:** Solid-state recrystallization of pre-existing rocks due to changes in physical and chemical conditions in the Earth's crust.
- Metamorphosis:** Biological process in which an animal undergoes an entire and relatively abrupt change in body structure and shape, often accompanied by a change in **habitat**[?] and behaviour.
- Microphanerophyte:** **Life form**[?] of **perennial**[?] plants with perennating buds at a height over 0.5 m above the soil and a growing height of 2 to 8 m (cf. **Phanerophyte**[?]).
- Microscopic:** Pertaining to all details visible only under a microscope (cf. **Macroscopic**[?]).
- Monocaulous:** Pertaining to trunks that are not ramified.
- Monocotyledons (Monocots):** Phylogenetic group of **angiosperms**[?] having one seed leaf (cf. **cotyledon**[?]), often parallel leaf veins, adventitious roots, trimerous flowers and a scattered arrangement of vascular bundles (cf. **Dicotyledons**[?]).
- Morphotype:** In biology informal term for characterizing those individuals of one species that share a particular morphological characteristic as against other individuals of the same species.
- Multicellular:** Pertaining to an organism featuring several cells differentiated for providing specific functions.
- Mycelium:** More or less extensive network of threadlike, branching and cross-linked cells (hyphae), composing the vegetative body of **fungi**[?] and contributing to the organic fraction of soil where it is vitally involved in the decomposition of organic material and an important food source for many soil **invertebrates**[?].
- Mycologist:** Specialist studying mushrooms.
- Mycorrhiza:** Frequent **symbiotic** association of higher **fungi**[?] and roots of higher plants (cf. **Vascular plant**[?]). Fungus hyphae may grow either in between root cells (**ectomycorrhiza**[?]) or enter outer root cells (endomycorrhiza). The higher plant receives important nutritive elements from the fungus, the fungus obtains organic substances

(carbohydrates) from the plant.

- Mycosis:** Infection of humans and animals with **fungi**[?] passing their resistance barrier.
- Nanophanerophyte:** **Life form**[?] of **perennial**[?] plants with perennating buds above 0.5 m above the soil and a growth height of 0.5 to 2 m (cf. **Phanerophyte**[?]).
- Nanoplankton:** **Plankton**[?] of very small sizes (several micrometres).
- Nectarivorous:** The manner of animals of feeding on nectar, a sugar-rich substance produced by flowering plants.
- Neonatal larva:** Recently hatched larva differing from other larval stages due to particular structures helping emergence from the egg.
- Non-migrant:** Native of a given area.
- Oligophagous:** Being specialized on feeding on only a limited variety of foods.
- Ombrophilous:** Prospering in areas of abundant rainfall.
- Omnivorous:** Feeding on a large variety of both animal and plant matter.
- Ornithology:** Branch of natural sciences studying birds.
- Orogenesis (Orogeny):** Long-term formation of mountain ranges (orogens) due to tectonic processes (cf. **Tectonics**[?]).
- Orthodox seeds:** Seeds with the ability to survive drying and freezing for long periods without losing their viability, thus requiring these conditions during long-term ex-situ conservation.
- Orthoptera:** Taxonomic order of insects whose hind legs are elongated for jumping and, in the males, two pairs of wings can be rubbed against each other or the legs to produce sound. This order includes the grasshoppers, crickets and locusts.
- Oviparity:** Reproductive pattern of animals that lay eggs with little or no embryonic development. Oviparous land-dwelling animals complete egg fertilization within their bodies, oviparous water-dwelling animals fertilize their eggs externally after laying the eggs (cf. **Vivipary**[?]).
- Parasite:** Living being taking substances vital for living from another organism, called host, without killing it.
- Parasitoid:** Organism developing on or within another living being, called host, and inevitably killing it in the course or at the end of its development (cf. **Parasite**[?]).
- Pathogen:** Biological agent, such as a virus, a bacterium or a fungus, that causes infectious disease to a host organism.
- Pedogenesis:** Formation and development of soil.
- Pejoration:** **Degradation**[?], deterioration in the sense of

discrediting.

Percolation: Theoretical approach in dynamic systems to describe the transition from one state or phase of the system to another. In soil science, this pertains to water flow under the influence of gravity in the soil. In ecology, it can refer to the capacity of organisms to relocate between certain **habitats**[?] in the landscape.

Perennial: In **botany**[?], pertaining to a plant that lives for an indefinite period of more than a year and that produces new growth from a perennating part. In ecology, denoting ecological systems that last for a longer time (e.g., perennating waters).

Pericarp: Wall of a fruit, developed by ripening and modification of the ovarian wall in flowering plants (cf. **Angiosperms**[?]).

Periphyton: Mixture of **algae**[?], bacteria, **fungi**[?] and detritus settling on the surfaces of other organisms or dead objects in aquatic environments.

Pesticide: Generic term for any substance used for preventing, destroying, repelling or mitigating any organism that may cause a nuisance to a culture.

Phanerophyte: **Life form**[?] of **perennial**[?] plants with perennating buds above 50 cm above the soil.

Photosynthesis: Biochemical process of creating organic matter in plants and certain bacteria with sunlight as energy source.

Phytochorion: A region possessing a relatively uniform composition of plant species characterized by **phytogeographic**[?] patterns, particularly by large numbers of **endemic**[?] **taxa**[?].

Phytocoenosis: All plants coexisting in a defined space (**biotope**[?]).

Phytodiversity: Botanical component of **biodiversity**[?].

Phytogeography: Science of plant distribution on Earth and its causes.

Phytoplankton: Plant **plankton**[?].

Phytoplanktophages: Animals feeding on plant **plankton**[?].

Phytosanitary: Pertaining to treatment and prevention of plant diseases.

Phytosociology: Botanical discipline studying the assemblages of plant species in recurring communities and their spatial and temporal relationships.

Pisciculture: Fish breeding and farming.

Pitfall trap (Barber trap): Trap for catching animals running on the ground (especially **arthropods**[?], amphibians, reptiles).

Plankton: All animal and plant organisms floating passively in water without ability of actively influencing the direction of any displacement.

Plot: A delimited parcel of land, in ecology for surveying data with reference to a sampling area.

Pod: Dry dehiscent fruit of one carpel in most Leguminosae.

Pollarding: Utilization of trees by periodical cutting of branches for cropping of green fodder for livestock feeding and thin wood for producing baskets, boats or fences.

Pollination: Transfer of pollen from a stamen to a pistill of a flower of the same species, allowing fertilization in flowering plants.

Precambrian: Time span from the formation of Earth (4.5 billion years ago) to the beginning of the Cambrian period, when **macroscopic**[?] hard-shelled animals first appeared about 542 million years ago. It accounts for 87 % of geologic time.

Predator: Animal that preys on other animals as a source of food.

Prokaryote: Unicellular[?] microorganism lacking a membrane-bound nucleus and organelles in its cytoplasm, as in bacteria and cyanobacteria (cf. **Eucaryote**[?]).

Pteridophytes: Taxonomic division of the plant kingdom comprising the ferns (Polypodiophyta).

Pupation: Transformation of a mobile larva of an insect into a temporarily immobile stage (pupe) during development before an adult hatches (e.g., holometabolic insects).

Quaternary: Recent geological period (since about 2.6 million years) characterized by the recurrence of glacial periods.

Ranch: Large farm with extensive livestock breeding.

RAPD: Random Amplification of Polymorphic DNA: In molecular biology a technique where amplified DNA segments are not chosen by the experimenter but are amplified at random. This allows for comparing the genome of different individuals with electrophoresis without the need for detailed knowledge on the genome when studying phylogenetic relationships of plants or animals (cf. **Gene**[?]).

Recalcitrant seeds (Unorthodox seeds): Seeds without the ability to resist the effects of drying and temperatures below 10 °C without losing their viability, thus they cannot be stored for long periods.

Relevé: Botanical or phytoecological data referring to a fraction or the total of plant species recorded at a defined location.

Rhizobium: Atmospheric nitrogen-fixing bacteria living

symbiotically[?] in roots of Leguminosae which leads to the formation of nodes on the roots.

Riparian (Ripicolous): Living on banks of flowing or standing waters.

Ruiniform: Pertaining to rocks and reliefs reminiscent of ruins due to uneven weathering of heterogeneous rocks; frequent in karst landscapes.

Safari: Guided touristic excursion in Africa with the focus on observing big game in the natural savanna environment.

Saprophytes: Functional group of **fungi**[?], bacteria and some plants living on and from decaying organic matter.

Saxicolous: Colonizing rocky and stony substrates.

Seed tegument: In seed plants a membranous tissue forming a protecting envelope around the seed.

Social insects: Insects that live in colonies and manifest three characteristics: group integration, division of labour, and overlap of generations (all termites, ants, and various bees and wasps).

Soil feeder: Organism feeding on dead organic matter in soil (mainly applied to termites).

Specimen: A sample of an individual plant, animal, or a part of it used as proof for occurrence of a species in a certain area or as a representative to study certain properties of the whole population of a **taxon**[?].

Struthioniformes (Ratites): Taxon[?] comprising the largest and flightless birds (ostriches).

Sub-Saharan: Referring to the African continent south of the Sahara (Black Africa).

Supernumerary: Being superior in number.

Sustainability: The capacity to endure. In ecology, it refers to managing human use of natural resources in a non-degradative way, allowing for continuous regeneration.

Symbiotic: Pertaining to symbiosis, a close and often obligatory relationship between two organisms of different species with effects that are beneficial for both partners.

Systematics: Science of classifying the described **taxa**[?] (including the fields of **taxonomy**[?]), recognizing the fundamental order in all variation of organisms according to their phylogeny.

Taxon: In **systematics**[?] of organisms the generic term for a systematic category and group of any rank (cf. **Taxonomy**[?]).

Taxonomy: Science of providing scientific names for organisms in entities called taxa, describing them, preserving them, and providing keys for their identification, and data on their distribution.

Tectonics: Branch in geology studying structures within the Earth's crust (lithosphere), in particular forces, movements and mechanisms that create such structures, including the movement of the continents (plate tectonics).

Terrestrial: Related to the land or the Earth.

Tetrapod: Informal group of animals with internal skeleton (cf. **vertebrates**[?]), lungs and two pairs of extremities. The latter are seen as adaptation to locomotion on land. Tetrapods include amphibians, reptiles, birds and **terrestrial mammals**[?].

Thallus: Multicellular[?] plant body without differentiation into roots, stems and leaves in non-vascular plants (cf. **Lower plant**[?]).

Therophyte: Life form[?] of annual plants with short life cycle and rapid development that outlive unfavourable seasons such as dry periods as seeds while the vegetative parts die of desiccation.

Thoracic feet: The feet attached to the middle part (thorax) of the insects' body.

Transect: Virtual or physical line along which data are recorded with standardized methodology in order to relate them to each other.

Trophic: Referring to food and diet.

Ubiquist: Living being not bound to a certain ecological environment because it possesses a wide ecological potency or ecological niche.

Unicellular: Composed of a single cell.

Vascular plant (Higher plant): Plant with differentiated tissues including roots, stems and leaves connected by vascular bundles (ferns and seed plants).

Vertebrates: Taxon[?] of animals having an internal bone skeleton with a spinal column, making up about 5 % of all described animal species comprising the large land animals (cf. **Invertebrates**[?]).

Vertisolization (Vertization): Type of stationary **pedogenesis**[?] in soils with high abundance of neogenic swelling clay, in which clay shrinks and swells following seasonally alternating desiccation and humidification.

Vivipary (Viviparity): Mode of reproduction with live birth (as opposed to laying eggs) in animals and with development of seedlings from germinating seeds before they detach from the parent in plants (cf. **Oviparity**[?]).

Wood feeder: Organism feeding on dead or living wood (mainly applied to termites).

Zooplankton: Animal **plankton**[?].

INDEX DES ESPECES | SPECIES INDEX

- ESPECES DES ALGUES | 181
 ALGAE SPECIES
Closterium acerosum 171
Cosmarium monodii 170, 171
Microcystis aeruginosa 169
Oscillatoria sp. 171
Pinnularia maior 171
Spirulina maxima 172
Spirulina pacifica 172
Spirulina platensis 168, 169, 172
- ESPECES DES FOUGERES |
 FERN SPECIES
Adiantum capillus-veneris 177, 182
Adiantum philippense 177, 181, 182
Adiantum schweinfurthii 175, 177, 181, 182, 395
Azolla pinnata 177, 182, 183
Bolbitis heudelotii 175, 177, 180
Ceratopteris cornuta 175, 177, 181, 182
Cyclosorus dentatus 177, 182, 183
Cyclosorus interruptus 177, 182, 183
Cyclosorus striatus 175, 177, 182, 183
Doryopteris kirkii 175, 177, 181, 182
Isoetes aequinoctialis 177, 178
Isoetes jaegeri 175, 177, 178
Isoetes pitotii 177, 178
Isoetes schweinfurthii 177, 178
Lycopodiella affinis 177-179
Lycopodiella cernua 177-179
Marsilea berhautii 177, 180
Marsilea cf. *subterranea* 177, 180
Marsilea distorta 177, 180
Marsilea gibba 177, 180
Marsilea minuta 177, 180
Marsilea nubica 177, 180
Nephrolepis cf. *biserrata* 177, 180, 181
Nephrolepis undulata 175, 177, 180, 181
Ophioglossum cf. *gomezianum* 177, 181
Ophioglossum costatum 177, 181
Ophioglossum reticulatum 175, 177, 181
- PLANTES A FLEURS |
 FLOWERING PLANTS
Acacia ataxacantha 152
Acacia dudgeoni 190, 316
Acacia ehrenbergiana 152, 426
Acacia erythrocalyx 153, 154
Acacia laeta 153
Acacia macrostachya 153, 187, 189, 192, 233, 316
Acacia nilotica 152, 153, 188, 254, 255, 316, 440, 441
Acacia raddiana 152
Acacia senegal 153, 254, 255, 440
Acacia seyal 316
Acacia tortilis 426
Acanthospermum hispidum 188
Adansonia digitata 110, 111, 154, 187, 189, 192, 204-205, 234, 253-255, 365-367, 376, 377, 425, 431, 441
Adenium obesum 192
Azelia africana 52, 53, 190-192, 235, 365, 366, 382, 446, 447, 482
Agelanthus dodoneifolius 188, 200-203,
Albizia zygia 400
Aloe macrocarpa 392, 393
Anacardium occidentale 253, 254, 290, 291
Anchomanes difformis 372, 374, 375
Andropogon fastigiatus 393
Andropogon gayanus 72, 73, 154, 214, 369, 371
Andropogon pseudapricus 154, 215, 392
Andropogon schirensis 392
Andropogon tectorum 392
Annona senegalensis 72, 73, 187-189, 192, 365, 367, 431,
Anogeissus leiocarpa 52, 53, 152-155, 188, 190-192, 236, 365, 366, 381, 382, 397-399, 426
Anthocleista procera 372, 374
Antiaris africana 111, 155,
Aristida funiculata 152, 393,
Aristida hordeacea 153
Aristida mutabilis 152, 217,
Aristida stipoides 152
Azadirachta indica 72, 73, 253-255, 425,
Azolla africana 175
Balanites aegyptiaca 85, 153, 187, 365, 367, 379, 381, 382
Bauhinia rufescens 153, 255, 316, 440, 441
Berlinia grandiflora 372-375
Bombax costatum 187, 189-192, 237, 253, 254, 365, 366
Borassus aethiopicum 155, 187, 191, 192, 194-197, 365, 366, 382, 397
Borassus akeassii 187, 191, 192, 194-197,
Boscia angustifolia 192
Boscia salicifolia 382
Boscia senegalensis 85, 153, 192
Boswellia dalzielii 188, 192
Brachiaria lata 393
Brachiaria xantholeuca 152, 153
Brachycorythis macrantha 199
Burkea africana 393, 394
Calamus deerratus 194, 195, 372-374
Calyptrorchilum christyanum 199
Calyptrorchilum emarginatum 199
Canarium schweinfurthii 192
Capparis tomentosa 153
Caralluma dalzielii 392
Carapa procera 80, 82, 155
Cassia obtusifolia 187, 218, 425
Cassia occidentalis 316, 425,
Cassia sieberiana 188, 192
Cassipourea congoensis 399, 400
Ceiba pentandra 72, 73, 110, 111, 192, 291, 373, 375, 382,
Celtis integrifolia 153, 154, 192, 382, 398
Cenchrus biflorus 85, 152-154
Cenchrus prieurii 152
Christiana africana 186, 192, 447, 448
Chrozophora senegalensis 152
Chrysantellum americanum 188
Cleome gynandra 187, 189
Cleome viscosa 393
Cocos nucifera 194
Cola cordifolia 114, 400, 423
Cola laurifolia 155, 399, 400, 423
Combretum aculeatum 191
Combretum glutinosum 152, 153, 192, 381
Combretum micranthum 153, 188, 190-192, 238, 379, 381, 397, 398, 440, 441
Combretum nigricans 153, 190-192, 239, 381
Combretum niroense 392, 394
Combretum racemosum 400
Commiphora africana 85, 192
Corchorus olitorius 187, 189
Corchorus tridens 187, 219,
Costus afer 372, 374
Costus spectabilis 382
Crossopteryx febrifuga 190, 192, 240,
Ctenium elegans 154, 220,
Cyanotis lanata 392, 393
Cymbopogon giganteus 222, 369, 371
Cymbopogon proximus 154

- Cymbopogon schoenanthus* 154, **223**,
Cyphostemma flavicans 368
Dalbergia melanoxylon 153, 191, 192
Daniellia oliveri 52, 155, 192, **241**, 381,
382, 398, 399
Detarium microcarpum 72, 73, 187,
188, 190, 192, **242**, 365, 367, 381,
382, 393, 394, 397
Detarium senegalense 373, 375
Dialium guineense 155, 186, 192, **210**-
211, 399, 400, 490
Diheteropogon amplexans 72, 73, 154
Diospyros mespiliformis 153, 154, 187,
189-192, 365, 366, 398, 399, 431,
432
Dopatrium longidens 392, 393
Drosera indica 392, 394
Drypetes floribunda 186
Eichhornia crassipes 425
Elaeis guineensis 155, 192, 194-197, 37-
375, 382, 397, 423
Elionurus elegans 154
Entada africana 72, 73, 188,
Eragrostis elegantissima 153
Eragrostis tremula 152, **224**
Erythrophleum suaveolens 400, 423
Eulophia cristata 199
Eulophia cucullata 199
Eulophia guineensis 199, 448
Euphorbia balsamifera 152, 153
Euphorbia hirta 188
Euphorbia sudanica 392, 393
Faidherbia albida 154, 188, 253, 254,
316, 425, 426, 440
Ficus abutilifolia 392, 393
Flacourtia flavescens 187
Gardenia erubescens 187, 189, 192,
432, 433
Gardenia sokotensis 392
Genlisea africana 392
Gloriosa simplex 368
Glyricidia sepium 255
Grewia tenax 152, 192,
Guibourtia copallifera 186, 192, **206**-
208,
Guiera senegalensis 153, 188, 190, 191,
255, 381
Habenaria procera 199
Heteropogon contortus 154
Hibiscus scottellii 392
Hymenocardia heudelotii 399, 400
Hyparrhenia smithiana 154
Hyparrhenia subplumosa 154
Hyphaene thebaica 152, **194-197**
Hyptis suaveolens 425
Indigofera omissa 392
Indigofera tinctoria 190, 191
Ipomoea asarifolia 425
Isoblerlinia doka 52, 53, 84, 154, 155,
243, 365, 366, 369, 371, 381, 382,
446, 447
Isoblerlinia tomentosa 155
Jatropha curcas 441
Khaya senegalensis 155, 188, 190-192,
365, 366, 379, 382, 397, 441, 482
Kigelia africana 110, 111, 192, 365-
367, 400, 423, 493, 494
Landolphia heudelotii 192
Lansea fruticosa 394
Lansea microcarpa 153, 154, 187, 192,
244, 253, 254, 365, 367, 441
Leptadenia hastata 152, 188,
Leptadenia pyrotechnica 152
Leucaena leucocephala 440, 441
Lippia chevalieri 425
Loudetia simplex **226**, 392,
Loudetia togoensis 72, 73, 154, 367, 392
Maerua crassifolia 152, 192
Malacantha alnifolia 400, 423
Mallotus oppositifolius 399
Manilkara multinervis 155, 382, 393,
394
Manilkara obovata 399, 400
Milicia excelsa 72, 73, 110, 111
Mimosa pigra 425
Mitragyna inermis 152, 190, 191, 382,
398, 399
Monotes kerstingii 365, 367
Morelia senegalensis 399
Mukia maderaspatana 368
Nauclea latifolia 189, 190, 192, 382
Nervilia adolphii 372, 375, 447
Nervilia bicarinata 199
Nervilia crociformis 199
Nervilia fuerstenbergiana 199
Nervilia simplex 199
Nymphaea lotus 373, 375, 398
Oeceoclades maculata 199, 372, 375
Oncoba spinosa 192
Oplismenus hirtellus 372, 374, 375
Oryza barthii 398
Oryza longistaminata 398
Pandanus candelabrum 192, 400
Pandiaka angustifolia 393
Parinari congensis 399
Parinari curatellifolia 192, 202, 203,
365, 367
Parkia biglobosa 85, 154, 187-189, 192,
201, **245**, 253, 254, 365, 366, 425,
431-433, 440, 441
Pavetta corymbosa 192
Pennisetum pedicellatum 154
Pentadesma butyracea 192
Pericopsis laxiflora 191
Phoenix dactylifera 194
Phoenix reclinata 194, 400, 423
Piliostigma reticulatum 202, 203, 254,
255, 316
Piliostigma thonningii 191
Polystachya gologensis 199
Potamogeton octandrus 373, 375
Prosopis africana 190, 192
Prosopis juliflora 255, 440, 441
Pteleopsis suberosa 189, 191, 192
Pterocarpus erinaceus 52, 153, 154,
190-192, **246**, 365, 367, 381, 382,
482
Pterocarpus lucens 153, 190-192, **247**,
426
Pterocarpus santalinoides 155, 192, 399
Raphia sudanica 192, 194, 400
Raphionacme bingeri 192
Saba senegalensis 187, 189, 192
Salvadora persica 152
Schizachyrium exile 154
Schoenefeldia gracilis 85, 154, **229**
Sclerocarya birrea 153, 189, 192, 365,
367, 431, 432
Securidaca longipedunculata 192, 447
Sida acuta 425
Sida cordifolia 425
Sorghum bicolor 187, 189
Spondias mombin 192, 382, 492
Sterculia setigera 192, **247**, 431, 432
Sterculia tragacantha 192
Stereospermum kunthianum 192
Strychnos spinosa 187, 189
Syzygium guineense 365, 367, 399
Tamarindus indica 154, 187, 189, 192,
202, **249**, 253, 254, 316, 335, 397,
431-433
Tapinanthus bangwensis 202, 203
Tapinanthus globiferus **200-203**
Tephrosia mossiensis 392
Terminalia avicennioides 189-191, 382
Terminalia laxiflora 190, 191
Terminalia macroptera 190-192, 381,
382
Tetracera alnifolia 400
Trichilia emetica 382
Typha australis 425
Urena lobata 425
Utricularia inflexa 495
Uvaria chamae 400
Vetiveria nigriflora 398
Vitellaria paradoxa 84, 85, 110, 111,
154, 163, 187, 189-192, 201, **250**,
253, 254, 290, 291, 318, 365-367,
431
Vitex chrysocarpa 399
Vitex doniana 187, 189, 192, 397-399,
431
Voacanga africana 155
Waltheria indica 189
Ximenia americana 187, 189, 192, 431
Xylopia parviflora 192, 400, 447, 448
Zanthoxylum zanthoxyloides 189, 192
Ziziphus mauritiana 85, 187, 192, 254,
440, 441
Zornia glochidiata 152

ESPECES DES ZOOPLANKTON	<i>Lecane plesia</i> 269	366, 369, 370	<i>Ictonyx striatus</i> 158
ZOOPLANKTON SPECIES	<i>Lecane rhenana</i> 269	<i>Anomalurus beecrofti</i> 158	<i>Kobus ellipsiprymnus</i> 157, 262, 369, 370
<i>Alona rectangula</i> 265	<i>Lecane</i> sp. 269	<i>Aterlix albiventis</i> 159	<i>Kobus kob</i> 157, 263, 283, 365, 366, 376, 377
<i>Anuraeopsis navicula</i> 269	<i>Leydigia ciliata</i> 265	<i>Atilax palludinosus</i> 158	<i>Lavia frons</i> 291
<i>Anuraeopsis</i> sp. 269	<i>Macrocylops albidus</i> 265	<i>Canis adustus</i> 158, 276	<i>Leptailurus serval</i> 159, 277, 278
<i>Asplanchna brightwelli</i> 269	<i>Macrothrix laticornis</i> 265	<i>Canis aureus</i> 158, 276	<i>Lepus capensis</i> 158
<i>Asplanchna</i> sp. 269	<i>Macrothrix spinosa</i> 265	<i>Caracal caracal</i> 159, 277	<i>Loxodonta africana</i> 156, 157, 262, 263, 276, 278-280, 365, 366, 368, 370, 449
<i>Asplanchnopus multiceps</i> 269	<i>Macrothrix triserialis</i> 265	<i>Cephalophus maxwelli</i> 157	<i>Lutra maculicollis</i> 158
<i>Bosmina longirostris</i> 265, 267	<i>Mesocylops leuckarti</i> 265	<i>Cephalophus rufilatus</i> 156, 157	<i>Lycaon pictus</i> 158, 276
<i>Brachionus angularis</i> 269	<i>Moina dubia</i> 265	<i>Cephalophus sylvicultor</i> 157	<i>Manis gigantea</i> 157
<i>Brachionus budapestinensis</i> 269	<i>Moina micrura</i> 265	<i>Cercocebus atys lunulatus</i> 284, 285	<i>Manis tetradactyla</i> 157
<i>Brachionus calyciflorus</i> 269	<i>Moinodaphnia macleayi</i> 265	<i>Chlorocebus aethiops</i> 159, 284, 285	<i>Manis tricuspis</i> 156, 157
<i>Brachionus caudatus</i> 269	<i>Platyas quadricornis</i> 269	<i>Civettictis civetta</i> 277, 278	<i>Mellivora capensis</i> 158, 276
<i>Brachionus falcatus</i> 269	<i>Ploesoma hudsoni</i> 269	<i>Colobus polykomos</i> 159	<i>Mops condylurus</i> 291
<i>Brachionus leydigi</i> 269	<i>Polyharthra remata</i> 269	<i>Cricetomys gambianus</i> 158	<i>Mungos gambianus</i> 158
<i>Brachionus patulus</i> 269	<i>Polyharthra</i> sp. 269	<i>Crocidura cinderella</i> 159	<i>Mungos mungos</i> 158
<i>Brachionus quadridentatus</i> 269	<i>Polyharthra vulgaris</i> 372	<i>Crocota crocota</i> 159, 276	<i>Nandinia binotata</i> 158
<i>Brachionus</i> sp. 269	<i>Pompholyx complanata</i> 269	<i>Crossarchus obscurus</i> 159	<i>Nycteris macrotis</i> 291
<i>Ceriodaphnia affinis</i> 265	<i>Ptygura pillula</i> 269	<i>Damaliscus lunatus</i> 157, 263, 282, 284	<i>Orycteropus afer</i> 157
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> 265	<i>Ptygura</i> sp. 269	<i>Eidolon helvum</i> 111, 112, 115, 117, 290, 291	<i>Ourebia ourebi</i> 157
<i>Chydorus globosus</i> 265	<i>Testidunella patina</i> 269	<i>Epomophorus gambianus</i> 116, 290, 291	<i>Pan troglodytes</i> 156, 159
<i>Collotheca</i> sp. 269	<i>Trichocerca capucina</i> 269	<i>Erythrocebus patas</i> 159, 369, 371	<i>Panthera leo</i> 156, 159, 276, 277, 365, 366, 369, 370
<i>Daphnia barbata</i> 265	<i>Trichocerca porcellus</i> 269	<i>Erythrocebus patas patas</i> 284, 285	<i>Panthera pardus</i> 159, 276,
<i>Daphnia longispina</i> 265	<i>Trichocerca pusilla</i> 269	<i>Felis silvestris</i> 159	<i>Papio hamadryas</i> 159, 284, 285
<i>Diaphanosoma excisum</i> 265	<i>Trichocerca similis</i> 269	<i>Galago senegalensis</i> 159, 284, 285	<i>Phacochoerus africanus</i> 156, 157, 365, 366, 449
<i>Epiphanes clavatula</i> 269	<i>Trichocerca</i> sp. 269	<i>Galerella sanguinea</i> 158	<i>Potamochoerus porcus</i> 156
<i>Epiphanes macrourus</i> 269	<i>Trichocerca weberi</i> 269	<i>Gazella dama</i> 157, 282, 284	<i>Procavia capensis</i> 157
<i>Epiphanes senta</i> 269	<i>Trichotria</i> sp. 269	<i>Gazella dorcas</i> 156, 157, 284	<i>Redunca redunca</i> 157, 262, 369, 371
<i>Epiphanes</i> sp. 269	<i>Tropocyclops confinis</i> 265	<i>Gazella ruffronds</i> 157	<i>Rhinolophus landeri</i> 263
<i>Filinia longiseta</i> 269	<i>Tropodiptomus incognitus</i> 265, 267	<i>Genetta genetta</i> 158	<i>Sylvicapra grimmia</i> 157, 263
<i>Filinia opoliensis</i> 269	<i>Tropodiptomus lateralis</i> 265	<i>Genetta maculata</i> 158	<i>Syncerus caffer brachyceros</i> 157, 263, 276, 280, 281, 365, 366, 369, 370
<i>Filinia passa</i> 269	<i>Tropodiptomus senegambiae</i> 265	<i>Genetta thierryi</i> 158	<i>Thryonomis swinderianus</i> 158
<i>Filinia</i> sp. 269	ESPECES DES INSECTES	<i>Genetta tigrina</i> 158	<i>Tragelaphus scriptus</i> 157, 263, 365, 366, 369, 370
<i>Filinia terminalis</i> 269	INSECT SPECIES	<i>Heliosciurus gambianus</i> 158	<i>Trichechus senegalensis</i> 157
<i>Grastropus</i> sp. 269	<i>Apis mellifera</i> 334-335	<i>Herpestes ichneumon</i> 158	<i>Vulpes pallida</i> 158, 276
<i>Guernela raphaelis</i> 265	<i>Apis mellifera adansonii</i> 334-335	<i>Hippopotamus amphibius</i> 157, 263, 281, 282, 369, 371	<i>Xerus erythropus</i> 157
<i>Hexarthra intermedia</i> 269	<i>Callosobruchus maculatus</i> 315	<i>Hipposideros cyclops</i> 448	
<i>Hexarthra mira</i> 269	<i>Cirina butyrospermi</i> 318-323	<i>Hippotragus equinus</i> 90, 156, 157, 263, 276, 282, 365, 366, 369, 370	
<i>Hexarthra</i> sp. 269	<i>Pachymerus cassiae</i> 316	<i>Hyaena hyaena</i> 159	
<i>Keratella cochlearis</i> 269	ESPECES DES MAMMIFERES	<i>Hyochoerus meinertzhageni</i> 156, 157	
<i>Keratella serrulata</i> 269	MAMMAL SPECIES	<i>Hystrix cristata</i> 158	
<i>Keratella</i> sp. 269	<i>Acinonyx jubatus</i> 159, 276	<i>Ichneumia albicauda</i> 158	
<i>Keratella tropica</i> 269	<i>Alcelaphus buselaphus</i> 157, 263, 365,		
<i>Lecane elssa</i> 269			
<i>Lecane luna</i> 269			

ESPECES DES OISEAUX |

BIRD SPECIES

Aythya nyroca 293
Balearica pavonina 293, 368, 370, 377
Circus macrourus 293
Columba guinea 377
Coracias garrulus 293
Crex crex 293, 294, 296
Falco naumanni 293
Falco vespertinus 293
Gallinago media 293
Gyps africanus 293
Gyps rueppellii 293
Limosa limosa 293
Marmaronetta angustirostris 293
Neophron percnopterus 293
Neotis denhami 293
Neotis nuba 293
Numenius arquata 293
Polemaetus bellicosus 293
Rynchops flavirostris 293
Struthio camelus 293
Terathopius escaudatus 293
Torgos tracheliotos 293
Trigonoceps occipitalis 293

ESPECES DES AMPHIBIENS |

AMPHIBIAN SPECIES

Bufo xeros 300
Hoplobatrachus occipitalis 299
Pyxicephalus edulis 300-302
Tomopterna cryptotis 300

ESPECES DES POISSONS |

FISH SPECIES

Alestes baremoze 311
Auchenoglanis occidentalis 268, 312
Bagrus bajad 312
Bagrus docmak 312
Bagrus filamentosus 312
Barbus ablables 312
Barbus macrops 312
Barbus occidentalis 312
Brevimyrus niger 311
Brycinus leuciscus 311

Brycinus macrolepidotus 311
Brycinus nurse 311
Chromidotilapia guntheri 313
Chrysichthys auratus 312
Chrysichthys maurus 312
Chrysichthys nigrodigitatus 312
Chrysichthys walkeri 312
Citharinus citharus 309, 312
Clarias anguillaris 312
Clarias gariepinus 312
Clarotes laticeps 312
Ctenopoma kingsleyae 313
Ctenopoma petherici 313
Distichodus brevipinnis 311
Distichodus engycephalus 311
Distichodus rostratus 311
Epiplatys bifasciatus 313
Epiplatys spilargyreus 313
Eutropius niloticus 312
Gnathonemus petersii 311
Gymnarchus niloticus 311
Hemichromis bimaculatus 313
Hemichromis fasciatus 313
Hepsetus odoe 311
Heterobranchus bidorsalis 312
Heterobranchus isopterus 312
Heterobranchus longifilis 312
Heterotis niloticus 309, 311
Hydrocinus brevis 311
Hydrocynus forskalii 311
Hyperopisus bebe 311
Labeo coubie 309, 312
Labeo parvus 312
Labeo senegalensis 312
Lates niloticus 309, 310, 313
Malapterurus electricus 309, 312
Marcusenius abadii 311
Marcusenius cyprinoides 311
Marcusenius senegalensis 311
Mastacembelus nigromarginatus 313
Micralestes comoensis 311
Micralestes voltae 311
Mormyrops anguilloides 311
Mormyrus deliciosus 311
Mormyrus hasselquistii 311

Mormyrus macrophthalmus 311
Mormyrus rume 311
Oreochromis niloticus 313
Parachanna obscura 313
Petrocephalus bane 311
Petrocephalus bovei 311
Physalia pellucida 312
Pollimyrus isidori 311
Polypterus bichir lapradei 311
Polypterus endlicheri endlicheri 311
Polypterus senegalus senegalus 311
Protopterus annectens annectens 311
Raiamas senegalensis 312
Sarotherodon galilaeus 313
Schilbe intermedius 312
Schilbe mandibularis 312
Schilbe mystus 312
Siluranodon auritus 312
Synodontis annectens 313
Synodontis bastiani 312
Synodontis clarias 312
Synodontis eupterus 312
Synodontis membranaceus 268, 313
Synodontis nigrita 313
Synodontis punctifer 313
Synodontis schall 313
Synodontis senegalensis 312
Synodontis velifer 313
Tetraodon lineatus 313
Tilapia zillii 313

ESPECES DES FUNGI |

FUNGI SPECIES

Agaricus goossensiae 339-341
Agaricus subsaharianus 339, 341
Amanita masasiensis 341
Amanita subviscosa 341
Auricularia cornea 339, 341
Boletus cf. loosii 340, 341
Cantharellus floridulus 341
Cantharellus platyphyllus 341
Lactarius gymnocarpoides 340, 341
Lactarius luteopus 341
Lentinus squarrosulus 341
Lentinus tuber-regium 340, 341

Leucocoprinus cretatus 339-341
Macrocybe cf. lobayensis 341
Phlebobius sudanicus 337, 339-341
Podaxis pistillaris 341
Psathyrella tuberculata 341
Russula congoana 340, 341
Russula sesenegula 341
Schizophyllum commune 339, 340, 342
Termitomyces clypeatus 341
Termitomyces fuliginosus 341
Termitomyces letestui 341
Termitomyces medius 341
Termitomyces microcarpus 340, 341
Volvariella sp. 340, 341
Volvariella volvacea 339-341

FINANCEMENT ADDITIONNEL | ADDITIONAL FINANCING

Le Centre de Recherche sur la Biodiversité et le Climat a été créé en 2008 dans le cadre de l'initiative de Hesse pour le développement de l'excellence scientifique et économique (LOEWE). Son but est d'élucider les multiples interactions entre la biodiversité des organismes et le climat. Un large éventail de méthodes est utilisé, p. ex. la télédétection par satellite, la génétique moléculaire et la spectroscopie de masse. BiK-F contribue ainsi sur le niveau régional, européen et global à atteindre les objectifs concernant la recherche et la protection de la biodiversité qui sont formulés dans des conventions internationales.

L'Institut de Géographie Physique (IGP) de l'Université de Francfort a une forte spécialisation sur les interactions entre les facteurs humains et l'environnement, spécialement l'impact des changements globaux sur ces processus. On applique de la même manière une méthodologie quantitative et qualitative pour mieux comprendre les modifications de l'environnement récent, passé et à venir. Le groupe de travail "Géoécologie et Géographie Physique" qui se focalise sur l'Afrique au Sud du Sahara recherches paléo sur l'évolution du paysage et du climat pendant la dernière ère glaciaire et à l'Holocène.

Depuis plus de 60 ans, l'UICN, l'union internationale pour la conservation de la nature, rassemble des connaissances sur la biodiversité et aide à élaborer des politiques, des lois et de bonnes pratiques en matière d'environnement. Au Burkina Faso elle a démarré ses activités en fin 1988 dans le Sud dudit pays. Aujourd'hui, ses activités s'étendent sur l'ensemble du territoire burkinabé avec pour principaux objectifs de : Développer un partenariat efficace avec le gouvernement, les ONGs, le secteur privé etc. autour des questions environnementales ; de respecter et incorporer les systèmes de connaissances locales ; réduire la vulnérabilité des populations locales face au changement climatique ; et de Promouvoir la conservation de la diversité biologique. L'UICN Burkina compte 6 membres (l'Etat et des ONG).

The Biodiversity and Climate Research Centre (BiK-F) was established within the framework of the Hessian initiative for scientific and economic excellence (LOEWE) in 2008. Its aim is to carry out internationally outstanding research on the interactions of organismal biodiversity and climate. A broad spectrum of methods are used, i.e. satellite-supported remote, advanced genomics and mass spectrometry. BiK-F contributes to the goals of international agreements at the regional, European and global levels regarding biodiversity research and protection.

The major expertise of the Institute of Physical Geography (IPG) at Frankfurt University lies in unravelling how humans interact with their terrestrial environment and how global change is influencing these dynamics. Both quantitative and qualitative methods are used to explore current, past and future environmental changes. The Working Group "Geoecology and Physical Geography", has a regional focus on tropical Africa (Africa south of the Sahara), i.e. its landscape and climate development, especially during the Last Glacial Maximum and in the Holocene period (palaeo-environmental research).

For over 60 years, IUCN, International Union for Conservation of Nature, has brought together knowledge on biodiversity and helped develop policies, laws and best practices in regard to the environment. In Burkina Faso it began operations in late 1988 in the south of the country. Today, its activities extend across the entire territory of Burkina Faso with the main objectives: To develop an effective partnership with the government, NGOs, the private sector etc. regarding environmental issues to respect and incorporate local knowledge systems, reducing the vulnerability of local populations to climate change to promote the conservation of biological diversity. IUCN Burkina Faso has 6 members (state and NGOs).



BiK-F
Biodiversity and Climate
Research Centre
Frankfurt/Main
www.bik-f.de



IPG
Institute of Physical Geography,
Frankfurt University
Frankfurt/Main
www.geo.uni-frankfurt.de/ipg



UICN Burkina Faso
Union Internationale pour la
Conservation de la Nature
Ouagadougou
uicnbf@iucn.org
www.iucn.org

A PROPOS DES EDITEURS | ABOUT THE EDITORS



KONATE, Souleymane : est Maître-assistant en biologie et écologie à l' université Abobo-Adjamé et directeur de la station de recherche écologique de Lamto en Côte d' Ivoire. Ses recherches portent essentiellement sur l' écologie des termites et des fourmis, particulièrement sur la diversité et le rôle fonctionnel de ces organismes dans les écosystèmes tropicaux (Atlas de la Biodiversité de l' Afrique de l' Ouest, III: Côte d' Ivoire). | is lecturer of biology and ecology at the University of Abobo-Adjamé and also the Director of the Lamto ecological research Station in Côte d' Ivoire. His field of research mainly concerns the ecology of termites and ants, especially the diversity and functional role of these organisms in tropical ecosystems (Biodiversity Atlas of West Africa, III: Côte d' Ivoire).

KAMPMANN, Dorothea : est titulaire d' un doctorat sur le thème « Conservation de la biodiversité dans les zones de pâturage ». En plus, elle a acquis une formation complémentaire en S.I.G. et en publication assistée par ordinateur et est coordinatrice du projet Atlas Biota West (Atlas de la Biodiversité de l' Afrique de l' Ouest, I-III). | holds a PhD in grassland biodiversity conservation. She has had additional training in GIS and desktop publishing and acts as main coordinator of the BIOTA West Atlas project (Biodiversity Atlas of West Africa, I-III).

SINSIN, Brice : est professeur d'écologie appliqué à l' université d' Abomey-Calavi, Bénin. Ses recherches sont axées sur la conservation des habitats et des espèces en relation avec le mode d' utilisation des terres dans les forêts et les écosystèmes savanicoles au Bénin (Atlas de la Biodiversité de l' Afrique de l' Ouest, I: Bénin). | is a Professor for Applied Ecology at the University of Abomey-Calavi, Benin. His works focus on habitat and species conservation related to land use issues in forest and savanna ecosystems (Biodiversity Atlas of West Africa, I: Bénin).

THIOMBIANO, Adjima : est professeur et chef du département biologie et physiologie végétales de l' université de Ouagadougou. Son principal domaine d' enseignement et de recherche est l' écologie végétale particulièrement la conservation des zones protégées riches en espèces et la restauration de écosystèmes dégradés (Atlas de la Biodiversité de l' Afrique de l' Ouest, II: Burkina Faso). | is University Professor and currently Head of the Department of Plant Biology and Physiology at the University of Ouagadougou. His main fields of research and academic teaching are plant ecology with a focus on conservation of protected areas and of highly valued species, and the restoration of degraded ecosystems (Biodiversity Atlas of West Africa, II: Burkina Faso).

A PROPOS DES AUTEURS | ABOUT THE AUTHORS

ADEBA, Patrick Joel : est un écologue au laboratoire de zoologie au département de Biosciences de l'Université de Cocody (Côte d'Ivoire). Ses travaux de thèse portent sur les communautés d'amphibiens dans la région de la station de Lamto. Il s'intéresse spécifiquement aux effets de la fragmentation et de la dégradation des forêts sur les communautés d'amphibiens. | is ecologist at the laboratory of zoology in the department of biosciences at the University of Cocody (Côte d'Ivoire). He is conducting his PhD on the amphibian communities of the Lamto region. His study focuses on the effects of forest fragmentation and degradation on the amphibian community.

ADOUABOU, Aoupoaouné Basile : est Forestier Aménagiste spécialisé en SIG, Chef de service à la Direction du Suivi Ecologique et des Statistiques. Ses travaux portent sur le suivi écologique par télédétection en appui au suivi des écosystèmes et de la dynamique de la désertification et sur l'aménagement forestier et faunique. | is forester and developer specialized in GIS Manager at the Direction of Ecological Monitoring and Statistics. His research focuses on ecological monitoring by remote sensing in support of ecosystem monitoring and dynamics of desertification and forest and wildlife.

ANNE, Cheikh Amadou Tidiane : est doctorant à l'institut de Géographie physique, Frankfurt Main. Il étudie les paramètres des sols en relation avec la diversité des plantes à l'intérieur des aires protégées et des espaces anthropisés au Burkina Faso et au Bénin. | is PhD student at the Institut for Physical Geography, Frankfurt on Main, He studied soils parameters in relation with the diversity of plants within protected and land used sites in Burkina Faso and Benin.

BAKOANE, Alexis : est doctorant à l'université de Ouagadougou, Burkina Faso. Ses travaux portent sur les méthodes de lutttes biologiques contre les insectes ravageurs des plantes alimentaires. | is doctoral candidate at Ouagadougou University, Burkina Faso. His research focuses on methods of biological warfare against insect pests of food plants.

BALMA, Didier : est maître de recherche au CNRST, Directeur de la recherche scientifique au MESSRS. Ses recherches portent sur l'amélioration de l'arachide. Il travaille sur la conservation in-situ des RPGA. | is senior researcher at CNRST, Director of Scientific Research at MESSRS. His research focuses on groundnut breeding. He works on in situ conservation of PGR for agriculture.

BAMA, Hervé : est Technicien de recherches en entomologie à l'institut de l'environnement et de recherches agricoles (INERA). | is research technician in entomology at the environment and agriculture research Institute (INERA).

BARTHLOTT, Wilhelm : est Directeur de l'Institut Nees pour la Biodiversité des Plantes et du Jardin Botanique de l'Université de Bonn. Ses recherches portent sur l'étude de la Biodiversité, la systématique et la taxonomie des plantes,

l'étude de la surface foliaire des plantes au microscope et la biomimétisme. | is head of the Nees Institute for Biodiversity of Plants and director of the Botanic Gardens at the University of Bonn. His research focuses, amongst others, on biodiversity research, plant systematics and taxononmy, biological and technical surfaces, and biomimicry.

BATIONO, Babou André : est chercheur à l'INERA (CNRST) spécialiste de l'agroforesterie et de la conservation des espèces locales à grande valeur socio-économique. | is researcher at INERA (CNRST) specialized in agro-forestry and the conservation of useful local species.

BAYEN, Philippe : est doctorant à l'Université de Ouagadougou, Burkina Faso. Il étudie l'impact des termites sur la restauration des sols et la productivités des plantes : Cas du zaï au Yatenga. | is PhD student at the University of Ouagadougou, Burkina Faso. He studies the impact of termites on the restoration of soils and plant productivity: case of zaï in Yatenga.

BELEMSOBGO, Urbain : est Ingénieur des Eaux et Forêts, titulaire d'un DEA en analyse et modélisation des systèmes biologiques (Biométrie) de l'Université Claude Bernard (Lyon I). Travaille depuis 20 ans dans le domaine de la gestion de la faune et des Aires protégées particulièrement en matière de dynamique de populations. Est actuellement Directeur de la Faune et des Chasses du Burkina Faso. | is Engineer of Waters and Forests, a DEA holder in analysis and modeling of biological systems (Biometrics), University Claude Bernard (Lyon I). Worked for 20 years in the field of fauna management and protected areas especially in population dynamics. Is currently Director of fauna and Hunting of Burkina Faso.

BOUSSIM, Joseph Issaka : est professeur et Directeur adjoint du laboratoire de biologie et écologie végétales à l'Université de Ouagadougou. Ses travaux de recherche et d'enseignement portent sur la biologie des plantes parasites, l'écologie des populations et la conservation de la biodiversité. | is Professor and Vice Director of the Laboratory of Biology and Ecology at the University of Ouagadougou. His research and teaching focus on the biology of parasitic plants, population ecology and conservation of biodiversity.

BOUTROS, Minnattallah : est coordinateur administratif de BIOTA West, est assistant de recherche à l'Université de Würzburg. Biologiste et chimiste de formation, elle a commencé ses études écologiques sur les scarabées et les poissons de l'Afrique de l'Ouest en 1996. Dans la période de coordination de BIOTA Ouest, elle s'est intéressée personnellement sur le renforcement de capacité dans BIOTA et dans la coopération scientifique et technologique avec l'Afrique Subsaharienne. | is administrative coordinator of BIOTA West, is research assistant at the University of Würzburg. Biologist and chemist by training she started her ecological studies on carrion beetles and fish in West Africa in 1996. In the coordination time of BIOTA West she focussed her personal interest on capacity building in BIOTA West and

- Science and Technology cooperation with sub-Saharan Africa in general.
- COULIBALY, Sia : est Ingénieur Forestier, titulaire d'un DEA, en service à la Direction des Forêts, Burkina Faso. Ses travaux sont orientés surtout vers les méthodes d'évaluations quantitatives des ressources ligneuses, la gestion et l'économie forestières. | is forest engineer with a Master of Sciences diploma. He is working at the Direction of the Forests, Burkina Faso. His research areas are: wood resources estimations methods, forest management and economics.
- DA, Sié Sylvestre : est botaniste et doctorant à l'Institut Nees pour la Biodiversité des Plantes de l'Université de Bonn. Ses travaux portent sur les modèles spatiaux de la diversité des plantes et des zones de végétation, ainsi que sur l'analyse macroécologique pour une conservation durable de la biodiversité en Afrique de l'Ouest. | is botanist and PhD student at the the Nees Institute for Biodiversity of Plants at the University of Bonn. His research focuses on West African Plant diversity and vegetation patterns as well as macro-ecological analyses and sustainable conservation strategies.
- DABIRE, B.L. Clémentine : est maître de recherches à l'INERA et responsable du laboratoire centrale d'entomologie agricole de Kamboinsé. Elle s'intéresse aux travaux de recherche sur les ravageurs de végétaux. | is senior scientist at INERA and manager of the Central laboratory of Agricultural Entomology Kamboinsé. She is interested in research on pests of plants.
- DAO, Daouda : prépare un DEA à Université de Ouagadougou, ses travaux portent sur la biodiversité des oiseaux du Parc Urbain Bāngr Weoogo, leur distribution spatiale et temporaire ; fait aussi un suivi de nichage de *Necrosyrtes monachus*, une espèce protégée au Burkina Faso. | prepares a DEA at the University of Ouagadougou, his research focuses on bird biodiversity of Urban Park Bāngr Weoogo, their spatial distribution and temporary also monitoring of nesting *Necrosyrtes monachus*, a protected species in Burkina Faso.
- DECH, Stefan : est le responsable du Département de télédétection à l'Université de Wurtzbourg et directeur du DFD au Centre aérospatial allemand (DLR). | is head of the Department Of Remote Sensing at the University of Würzburg and also the director of the German Remote Sensing Data Centre (DFD) of the German Aerospace Center (DLR).
- DIPAMA, Jean Marie : est enseignant chercheur en géographie à l'Université de Ouagadougou. Ses travaux portent principalement sur la cartographie des ressources naturelles dans les différents terroirs du Burkina Faso. | is lecturer and researcher in geography at Ouagadougou University. He works mainly on the mapping of natural resources in different zones of Burkina Faso.
- DRESSLER, Stefan : est botaniste spécialisé en systématique et taxonomie des plantes supérieures. Il est conservateur des phanérogames à l'herbier de l'institut Senckenberg Frankfurt/M. (FR). Il a supervisé le développement et la numérisation des collections ouest africaines et a établi un lien entre des bases de données internationales telles que Global Plant Initiative (Aluka, API, LAPI) et le Global Biodiversity Information Facility (GBIF). | is a botanist with a research focus on systematics and taxonomy of higher plants. He is curator of phanerogams at the Herbarium Senckenbergianum Frankfurt/M. (FR) at the Research Institute Senckenberg, supervised the development and digitisation of its West Africa collection and established the linkage of these data to international databases such as the Global Plant Initiative (Aluka, API, LAPI) and Global Biodiversity Information Facility (GBIF).
- EISENBERG, Joachim : est géographe, spécialisé en SIG et en conception de cartes. Il étudie actuellement la question de l'évolution morphologique de deux captages de rivières dans le sud du Cameroun, dans le cadre de son PhD à l'Université Goethe de Francfort-sur-le-Main. | is geographer with special skills in GIS and map design. Currently he is solving the question of the morphological evolution of two river catchments in southern Cameroon in his PhD at the Goethe University in Frankfurt/Main.
- FAHR, Jakob : est biologiste à l'Université d'Ulm ; il a mené des recherches approfondies dans plusieurs pays d'Afrique en travaillant surtout sur la biogéographie et la richesse spécifique des chauves-souris. Pour analyser les modèles de diversité, il combine les études de terrain et les approches de modélisation. Avec ses collègues, il travaille actuellement sur un modèle à l'échelle du continent sur la diversité des chauves-souris qui permettra d'évaluer l'actuel réseau de zones protégées et d'identifier les écarts de conservation. | is biologist at the University of Ulm, has conducted extensive research in several African countries focusing on the biogeography and species richness of bats. To analyse diversity patterns he combines field-based studies with modelling approaches. Currently he and his colleagues are working on a continent-wide model of bat diversity, which will evaluate the current network of protected areas and identify conservation gaps.
- FALK, Ulrike : travaillait comme chercheur senior au centre de recherche pour le développement et actuellement est au centre de télédétection des états de surfaces à l'Université de Bonn, Allemagne. Ses recherches sont focalisées sur les processus d'échange paysages-atmosphère au moyen d'observations terrestres, de modélisation et télédétection sous l'impact du changement climatique. | works as senior researcher formerly at the Center for Development Research and now at the Center for Remote Sensing of Land Surfaces, University of Bonn, Germany. Her research focuses on land-atmosphere exchange processes by means of ground observations, modeling and remote sensing, under the impact of climate change.
- FISCHER, Frauke : est un chercheur senior au Département de Biologie de l'Université de Würzburg (Allemagne). Ses recherches portent sur la conservation internationale, l'évaluation des mesures de conservation, le commerce et la biodiversité et la communication de la biodiversité et sa perte. | is a senior scientist at the Biology Department of the University of Würzburg (Germany). Her research focuses on international conservation, evaluation of conservation measures, business & biodiversity and communication of biodiversity and its loss.

GANABA, Souleymane : est un chercheur en écologie forestière du Centre National de Recherche Scientifique et Technologique (CNRST) du Burkina Faso. Ses travaux de recherche sont basés sur l'étude des plantes ligneuses, la dynamique des écosystèmes sahéliens et leur restauration, la gouvernance des ressources végétales. | is forest ecology researcher of the national Center of Scientific and Technologic Research (CNRST) of Burkina Faso. His research work based on woody plants study, Sahelian ecosystem dynamic and their restoration, the management of vegetal resources.

GARANE, Amidou : est enseignant chercheur à l'Université de Ouagadougou, spécialiste du droit de l'environnement. Il est auteur de plusieurs ouvrages dont l'un porte sur un recueil de textes portant sur la politique du Burkina Faso en matière d'environnement. | is lecturer and researcher at Ouagadougou University, specialized in environment right. He is author of many books of which one on the policy of Burkina Faso in environment matter.

GARCIA-MARQUEZ, R. Jaime : est écologue et doctorant à l'Institut Nees pour la Biodiversité des Plantes de l'Université de Bonn. Il s'intéresse aux questions méthodologiques pour l'étude de la structure spatiale de la biodiversité en utilisant des techniques géostatistiques. | is ecologist and PhD student at the the Nees Institute for Biodiversity of Plants at the University of Bonn. His research focuses on West African biodiversity patterns and on methodological issues related to macroecological research questions and geospatial statistics.

GNOUMOU, Assan : est doctorante à l'université de Ouagadougou, Burkina Faso. Ses études de recherche sont orientées vers l'écologie des plantes et la dynamique de la végétation particulière dans les aires protégées (Exemple du cas de la réserve Comoé-Léraba). | is PhD student at University of Ouagadougou, Burkina Faso. She studies on plants ecology, vegetation dynamic with a focus on protected areas (case of Comoé-Léraba reserve).

GOETZE, Dethardt : est Conservateur au Jardin Botanique de l'Université de Rostock et coordinateur d'un projet de recherche interdisciplinaire de botanique et socio-économie en Côte d'Ivoire dans le programme de recherche BIOTA Africa. Ses champs de recherche sont l'analyse de la dynamique des modelés et de la diversité de paysage, avec une attention particulière sur l'impact de l'agriculture traditionnelle et les récentes cultures de rente dans les tropiques ainsi que sur le genre *Cola*. | is curator of the Botanical Garden at the University of Rostock and coordinator of an interdisciplinary research project on botany and socio-economics in Côte d'Ivoire within the BIOTA Africa research program. His fields of research are the analysis of the dynamics of landscape patterns and diversity, with emphasis on the impact of traditional farming and modern cash cropping in the tropics and on the genus *Cola*.

GUENDA, Wendengoudi : professeur et chef du Laboratoire de Biologie et Ecologie animale ; ses principaux domaines d'enseignement et de recherche sont l'écologie animale et l'Hydrobiologie ; spécialiste des insectes aquatiques ; a évalué la toxicité de l'Abate sur les macroinvertébrés de la Volta Rouge

(Burkina Faso - Ghana), dans le cadre du contrôle de l'onchocercose en Afrique occidentale. | is Professor, Director of the Animal Biology and Ecology Laboratory, his main domains of teaching and research are: animal ecology and hydrology; specialist of aquatic insects, has evaluated the toxicity of Abate on macro-invertebrates in the Red Volta (Burkina Faso - Ghana), during onchocercose control in West Africa.

HAHN-HADJALI, Karen : est botaniste à l'Université Goethe de Francfort-sur-le-Main. Elle a travaillé en Afrique de l'Ouest sur la végétation des savanes, soumise à l'impact de l'exploitation des terres et des espèces de savane pendant plus de 15 ans. Elle intervient également au Centre de recherche interdisciplinaire sur l'Afrique (ZIAF) (Université Goethe) comme coordinatrice de recherche. | is botanist at the Goethe-University in Frankfurt/Main. She has been working in West Africa on savanna vegetation under land use impact and the use of savanna species for more than 15 years. She is also involved at the Centre for Interdisciplinary Research on Africa (ZIAF) (Goethe University) as a research coordinator.

HENNENBERG, Klaus Josef : est chercheur senior à l'institut d'Ecologie appliquée (Öko-Institut). Il travaille spécifiquement sur la biodiversité et la bioénergie durable. | is senior researcher at the Institute of Applied Ecology (Öko-Institut). His work focuses on biodiversity and sustainability of bioenergy.

HILLERS, Annika : est herpétologue au musée d'histoire naturelle de Berlin (Allemagne). Ses principaux travaux portent sur la phylogénie, la phylogéographie, l'écologie et la conservation des amphibiens de l'Afrique de l'Ouest. Elle s'intéresse à l'effet de la fragmentation et de la dégradation des forêts sur la diversité des amphibiens et également à la question du mode de distribution des amphibiens et leurs habitats forestiers à partir de données moléculaires et pourrait servir à mesures de conservation appliquée. | is herpetologist at the Museum of Natural History in Berlin, Germany. Her main research focuses on phylogeny, phylogeography, ecology and conservation of West African amphibians. She is especially interested in investigating effects of forest fragmentation and degradation on amphibian diversity and in resolving questions of (historical) distribution patterns of amphibians and their forest habitat based on molecular data which should serve applied conservation measures.

HIRSCHFELD, Mareike : est une doctorante au Muséum d'Histoire Naturelle de Berlin. Ses recherches sont focalisées sur l'écologie des amphibiens africains. Elle s'intéresse en particulier aux causes de menace de disparition de certaines espèces dues essentiellement à la transformation des habitats, au changement global et aux maladies. | is PhD student at the Museum of Natural History in Berlin. Her research focus is the ecology of African amphibians. In particular she is interested to uncover the reasons why particular species are more threatened by habitat change, global change and disease than others.

JANSSEN, Thomas : est éditeur en chef de la série Flore d'Afrique centrale au Jardin Botanique National de Belgique. Ses projets de recherche se focalisent

- sur l'étude des fougères de l'Afrique. | is Editor in Chief of the series Flore d'Afrique centrale at the National Botanic Garden of Belgium. His research focuses on the taxonomy of African ferns.
- KAFANDO, Pierre** : est spécialiste de la faune et des aires protégées avec une grande expérience en gestion participative des ressources naturelles et de la faune au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire. Fonctionnaire au Ministère de l'environnement et du cadre de vie, il est le directeur de la réserve de biosphère transfrontalière du W, composante Burkina Faso. | is specialist of fauna an protected areas with large experience in participative management of natural resources the fauna of Burkina Faso and Côte d'Ivoire. Civil servant of the Ministry of the Environment and the Quality of Life, he is the Director of the trans-boundary biosphere reserve W, Burkina Faso part.
- KAGAMBEGA, François Wenemi** : est doctorant au laboratoire de Biologie et écologie végétales. Ses travaux portent sur la restauration des sols, précisément la régénération et l'étude des techniques de récupération des eaux et des sols en zone subsaharienne et nord soudanienne du Burkina Faso. | is doctoral candidate in the Plant Biology and Ecology Laboratory. His research focuses on the soil restoration precisely regeneration and the water and soil recuperation techniques in sub-Saharan and north Sudanian zones of Burkina Faso.
- KAISER, Dorkas** : est doctorante dans le département de Biologie Tropicale et Ecologie animale de l'Université de Würzburg (Allemagne). Ses recherches portent sur la diversité des termites et des fourmis le long de gradient climatique et d'utilisation des terres au Burkina Faso et sur le rôle des termites dans le processus de restauration des sols avec la pratique traditionnelles de restauration du Zaï. | is doctoral candidate in the department of tropical biology and animal ecology at the University of Würzburg (Germany). Her research focuses on the diversity of termites and ants along climatic and land use gradients in Burkina Faso and on the role of termites in the process of soil restoration with the traditional rehabilitation practice Zaï.
- KALKO, Elisabeth K.V.** : de l'institut d'écologie expérimentale de l'Université de Ulm (Allemagne) et dans l'équipe scientifique de l'institut de recherches tropicale de Smithsonian (Panama). Ses recherches sont focalisées sur la diversité et l'influence des activités de l'homme sur la structure et la fonctionnalité des petits mammifères, particulièrement la richesse spécifique et les divers groupes écologiques de chauves souris (Chiroptères). | is director of the Institute of Experimental Ecology at the University of Ulm (Germany) and staff scientist at the Smithsonian Tropical Research Institute (Panama). Her main research topics focus on diversity patterns and the influence of human activities on structure and functionality of small mammals, particularly the species-richness and ecologically diverse group of bats (Chiroptera).
- KANGOYE, Malika N.** : est doctorante au laboratoire de Biologie et Ecologie animales. Ses travaux portent sur la diversité et la distribution des chauves-souris au Burkina Faso. | is doctoral candidate in the Animal Biology and Ecology Laboratory. Her research focuses on the diversity and the distribution of bats in Burkina Faso.
- KOADIMA, Marcel** : est doctorant au laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales à l'Université de Ouagadougou. Il travaille sur la recherche des indicateurs de durabilité des écosystèmes du parc du W. | is doctoral candidate in Plant Biology and Ecology Laboratory of Ouagadougou university. His works on the research of indicators of ecosystem sustainability in the W park.
- KÖNIG, Konstantin** : est biologiste qui s'intéresse aux analyses de la biodiversité et à l'écologie spatiale. Pendant sa thèse à l'institut de Géographie physique, Université Goethe, Frankfurt/Main et comme Post Doc au Centre de recherche Biodiversité et Climat (BiK-F), il a acquis une expérience substantielle en télédétection/SIG et sur les approches de modélisation spatiales pour prédire la distribution spatiale/temporelle des organismes dans les écosystèmes tropicaux et tempérés. Depuis Avril 2010, il travaille au Centre mondial d'Agroforesterie (ICRAF) au Brésil sur l'analyse des signatures biophysiques pour l'approvisionnement des services des écosystèmes et sur l'étude de la vulnérabilité climatique des systèmes agroforestiers. | is biologist with focus on biodiversity analyses and spatial ecology. During his Ph.D. at Institute of Physical Geography, Goethe University, Frankfurt/Main and as PosDoc at the Biodiversity and Climate Research Centre (BiK-F) he gained substantial experience in remote sensing/GIS and spatial modeling approaches to predict the spatial/temporal distribution of organisms in tropical and temperate ecosystems. Since April 2010 he is working at the World Agroforestry Centre (ICRAF) in Brazil on analyzing biophysical baselines for ecosystem services provision and on assessing climate vulnerability of Agroforestry Systems.
- KONARE, Aboudrahmane** : est Maître-Assistant à l'UFR des Sciences, Structure de la Matière et de Technologies de l'université de Cocody. Il est également chercheur au Laboratoire de Physique Atmosphérique et Mécanique des Fluides. | is assistant Professor at the RFU of Sciences, Structure of Matter and Technologies of the university of Cocody. He is also a researcher at the Laboratory of Atmospheric Physics and Fluid Mechanics.
- KONRAD, Tillmann** : Etudiait l'écologie animale et la biologie tropicale à l'Université de Würzburg. Il a obtenu pendant ce temps une expérience de la pratique au Brésil, en Guyane et à Madagascar. Après la coordination administrative de BIOTA Ouest pour une année, il a débuté ses travaux de thèse sur la gestion des aires protégées au Burkina Faso et au Bénin dans le cadre de BIOTA. En juillet 2010 il est devenu membre de WWF en Allemagne. | was studying Animal Ecology and Tropical Biology at the University of Würzburg. During this time he gained field experience in Brazil, Guyana, and Madagascar. After working for the administrative coordination of the BIOTA West project for one year, he started his PhD-thesis on protected area management in Burkina Faso and Benin within the BIOTA framework. In July 2010 he joined WWF Germany.
- KORBEOGO, Gabin** : est Socio-anthropologue, assistant au département de sociologie de l'Université de Ouagadougou. Ses recherches doctorales ont porté

sur les dimensions institutionnelles de l'accès aux ressources naturelles chez les Gourmantché du Burkina Faso. | is socio-anthropologist and junior lecturer at the department of sociology at University of Ouagadougou. His PhD research is focused on institutional dimensions of access to natural resources among the Gourmantche of Burkina Faso.

KOULIBALY, Annick : est Enseignante-chercheur au laboratoire de botanique de l'Université d'Abobo-Adjamé (URES Daloa) et Assistante postdoctorale à l'Université de Cocody dans le programme de recherche BIOTA Africa. Son champ de recherche est l'analyse de la diversité et de la dynamique de régénération sous l'influence des activités agricoles en comparaison avec les aires protégées adjacentes. Elle travaille également sur les conséquences écologiques de l'agriculture associant les cultures de rente. Elle aborde ses recherches dans des zones de savanes et de forêts sèches à semi-humides. | is lecturer and researcher at the Botanical Laboratory at the University of Abobo-Adjamé (URES Daloa) and a postdoctoral assistant at the Botanical Laboratory at the University of Cocody in the BIOTA Africa research program. Her field of research is the analysis of diversity and regeneration dynamics in protected and agriculturally utilized areas. She is also working on ecological effects of agriculture related to cash cropping with reference to adjacent protection areas, focusing on the zones of savanna and of dry to semi-humid forests.

LANDMANN, Tobias : est un expert de télédétection par satellite auprès du Département de télédétection de l'Université de Wurtzbourg et du Centre Aérospatial Allemand (DLR). Il s'occupe des applications de la télédétection et plus particulièrement de cartographier le changement de la couverture terrestre et les informations de la télédétection pour la biodiversité. | is remote sensing specialist at the at the Department of Remote Sensing, University of Würzburg & the German Aerospace Center (DLR). He is involved in remote sensing applications, specifically land cover change mapping and remote sensing information for biodiversity.

LEPAGE, Michel : Directeur de recherche CNRS en accueil au Centre IRD de Ouagadougou, UR 179 « Séquestration du carbone et bio-fonctionnement des sols », actuellement admis à la retraite. Spécialiste de l'écologie et de la biologie des sols tropicaux, il a notamment travaillé sur le rôle des termites dans le fonctionnement des savanes et la restauration des sols dégradés en Afrique de l'Ouest. Pendant plus d'une trentaine d'année, il a contribué à la formation de nombreuses générations de termitologues ouest africains. | retired senior researcher at CNRS, hosted by the IRD center of Ouagadougou, UR 179 "carbon sequestration and bio-functioning of soils". He is an expert on tropical soil biology and ecology, and has particularly worked on the role of termites on ecosystem functioning and restoration of degraded soils in West Africa. During more than 30 years, he has greatly contributed to the training of several generations of West African termitologues.

LINSENMAIR, K.E. : est chef et coordinateur scientifique de BIOTA Ouest Afrique, est professeur émérite à l'université de Würzburg, il a dirigé le

département d'écologie animale et de biologie tropicale pendant 34 ans. Linsenmair a fait ses recherches en Afrique de l'Ouest depuis 1970. Il s'est intéressé sur l'étude de la biodiversité en général, et spécifiquement les structures et les facteurs structurants des communautés tropicales, sur les arthropodes et leur adaptations aux environnements secs et chauds. | is leader and scientific coordinator of BIOTA West Africa, is Professor Emeritus at the University of Würzburg, after heading the Department of Animal Ecology and Tropical Biology for 34 years. Linsenmair is carrying out research in West Africa since the early 1970ties. His scientific interest is focussed on biodiversity in general, with special emphasis on structures and structuring factors of tropical communities, on arthropods and anurans and on adaptations to dry and hot environments.

MACHWITZ, Miriam : est une scientifique environnementale qui travaille dans le domaine de la quantification de charbon fondée sur les métriques obtenues d'images satellites. Elle travaille actuellement pour le Département de télédétection de Université de Wurtzbourg et pour le Centre aérospatial allemand (DLR). | is environmental scientist working in the field of carbon quantification based on satellite derived metrics. She is currently working at the Department of Remote Sensing, University of Würzburg & the German Aerospace Center (DLR).

MBAYNGONE, Elisée : est assistant en Botanique à l'université de N'Djaména au Tchad. Ses recherches portent sur la diversité floristique et les caractéristiques bioclimatiques de la zone sahélo-soudanienne du Tchad. Il a travaillé sur la phytodiversité de la réserve de Pama au Burkina Faso. | is assistant Professor of Botany at the University of N'Djaména at Chad. His research is focussed on floristic diversity and bioclimatic characteristics of the sahelo-soudanian zone of the Chad. He has worked on the phytodiversity of the Pama reserve at Burkina Faso.

MOHNEKE, Meike : est doctorante au Museum of Natural History, Berlin, Allemagne. Elle étudie la gestion durable et non durable des amphibiens et les conséquences écologiques et socio-économiques. | is PhD student at the Museum of Natural History, Berlin, Germany. She studies the (un)sustainable use of amphibians and the ecological and socioeconomic consequences.

MORITZ, Timo : a terminé son doctorat sur les poissons d'Afrique de l'Ouest dans le cadre du projet BIOTA, en examinant la taxonomie, la diversité, l'électrocommunication et l'écologie. Il est maintenant Conservateur d'ichthyologie au Musée Allemand de la Mer. | completed his PhD studies on West African fishes in the BIOTA project, considering taxonomy, diversity, electrocommunication and ecology. He is now curator of ichthyology at the German Ocean Museum.

NACOULMA, Blandine M.I. : est doctorante au Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales à l'Université de Ouagadougou (Burkina Faso). Elle étudie la phytodiversité et sa dynamique spatio-temporelle dans le Park National W (Sud-Est du Burkina Faso). | is PhD student in the Laboratory of Plant

- Biology and Ecology at the University of Ouagadougou (Burkina Faso). Her research focuses on spatio-temporal phytodiversity dynamics of W National Park (South-eastern Burkina Faso).
- NAGO, Sédjro Gilles Armel : agronome et forestier avec un intérêt marqué pour la conservation de la faune, l'aménagement des aires protégées et des zones humides. Il est un assistant chercheur au laboratoire d'Ecologie Appliquée de l'Université d'Abomey-Calavi au Bénin. Présentement il conduit une thèse sur la diversité et la distribution des amphibiens en rapport avec l'utilisation des terres dans les régions savanicoles. | is agronomist and forester with special interest in wildlife conservation, protected area and wetland management. He is a research assistant in the Applied Ecology lab at Abomey-Calavi University in Bénin. Currently he is working on his PhD on amphibians diversity and distribution in relation to land use in a savanna region.
- NANA, Somanegré : est forestier spécialiste de la grande faune et des aires protégées avec une grande expérience sur les techniques de dénombrements. Il mène actuellement des travaux de recherche sur certaines espèces de mammifères en vue de maîtriser leurs populations. Il est présentement à la Direction de la Faune et de la Chasse. | is forester specialized in big fauna and protected areas with a large experience on counting technique. He works on some mammals species to understand their populations. He is currently at the Fauna and Hunting Direction.
- NOMBRE, Issa : est Maître Assistant à l'Institut des sciences de Ouagadougou, travaille sur les plantes mellifères du Burkina Faso. Il se consacre à l'inventaire de la flore mellifère par des observations directes de butinage et des analyses physico-chimiques et mellisopolynologiques des produits de la ruche. | is senior lecturer at Institut des Sciences de Ouagadougou. He works on Burkina Faso melliferous plants. His research is focussed on melliferous flora inventory by direct observations on honeybees foraging and physico-chemical and mellisopolynological analysis of beehives products.
- ORTHMANN, Bettina : est Post doctorante à l'université de Rostock (Allemagne). Ses recherches sont focalisées sur les processus écologiques et la gestion durable des savanes et des mosaïques des forêts claires au Bénin. | holds a Post-doc Position at the University of Rostock (Germany). Her research focuses on the ecological processes and sustainable management of the savanna and woodland mosaic in Benin.
- OUEDA, Adama : est assistant en biologie et écologie animales à l'Université de Ouagadougou au Burkina Faso. Ses recherches portent sur la diversité, la dynamique et l'écologie alimentaire des espèces aquatiques telles que le zooplancton, les poissons, les crustacés et les crocodiles. | is junior lecturer in Animal Biology and Ecology at Ouagadougou University, Burkina Faso. His research focuses on the diversity and alimentary ecology of aquatic species such as zooplankton fishes, shellfishes and crocodiles.
- OUEDA, Georges Henry : dirige le département conservation de la biodiversité de la Fondation des Amis de la Nature (NATURAMA/ Burkina Faso) et réalise de nombreux travaux d'inventaire des oiseaux d'eau au Burkina Faso et dans la sous région. | leads the department of biodiversity conservation of the Fondation des Amis de la Nature (NATURAMA/Burkina Faso) and does a lot of water birds survey in Burkina Faso.
- OUEDRAOGO, Amadé : est Maître Assistant à l'Université de Ouagadougou. Il enseigne la biologie de la reproduction végétale et les adaptations des plantes à leur milieu. Ses travaux de recherche portent sur la diversité et la dynamique démographique des espèces ligneuses, notamment utilitaires. | is senior lecturer at University of Ouagadougou. He teaches reproduction biology of plants and their adaptations to the environment. His research takes an interest in diversity and population dynamics of woody species with a focus on value plants.
- OUEDRAOGO, Oumarou : est botaniste et assistant à l'Université de Ouagadougou. Il a travaillé sur la végétation du Parc National d'Arly et a abordé les aspects diversité, phytosociologie, cartographie et la dynamique des communautés végétales ainsi que leurs potentialités pastorales. | is botanist and junior lecturer at University of Ouagadougou. His PhD thesis focused on the vegetation of Arly National Park precisely on phytodiversity, phytosociology and plants communities mapping. He studied also plants communities dynamics and their pastorals values.
- PENNER, Johannes : est herpétologue au musée d'histoire naturelle de Berlin (Allemagne). Ses travaux portent spécifiquement sur la macroécologie des amphibiens de l'Afrique de l'Ouest ainsi que les conséquences écologiques et économiques du commerce ouest africain des pythons. Il s'intéresse généralement à la biogéographie, à l'écologie et la conservation des amphibiens et des reptiles. | is herpetologist at the Museum of Natural History in Berlin. His work mainly focuses on the macroecology of West African amphibians and the ecological and economic consequences of the west African trade of ball pythons. He is generally interested in the biogeography, ecology and conservation of amphibians and reptiles.
- POREMBSKI, Stefan : est Professeur Titulaire au Département de Botanique Générale et Particulière et Directeur du Jardin Botanique à l'Université de Rostock. Sa recherche porte sur la systématique et l'écologie des plantes tropicales. | is head of the Department of Botany and director of the Botanical Garden of the University of Rostock. His research focuses on the systematics and ecology of tropical plants.
- RÖDEL, Mark-Oliver : est conservateur en Herpétologie au Museum of National History à Berlin. Sa recherche concerne la phylogénie, la taxonomie, la biogéographie et l'écologie des communautés des amphibiens et reptiles Africains. | is curator of Herpetology at the Museum of Natural History in Berlin. His research comprises the phylogeny, taxonomy, biogeography and community ecology of African amphibians and reptiles. He is especially interested how human activities alter amphibian community composition and ecosystem functioning.
- RUNGE, Jürgen : est Professeur de Géographie Physique à l'Université Goethe de Francfort-sur-le-Main et s'occupe des processus morphodynamiques et

d'histoire des paysages sur la transition savane – forêt tropicale humide. Il est provisoirement en congé en République Centrafricaine où il travaille comme consultant pour les industries minières. | is Professor for Physical Geography at the Goethe University in Frankfurt/Main focusing on morpho-dynamic processes and landscape history on the savanna-rain forest transition. He is temporarily on leave in the Central African Republic as a consultant for extractive industries.

SABELLEK, Katharina : est géoécologue et doctorante à l'Institut Nees pour la Biodiversité des Plantes de l'université de Bonn. Elle s'intéresse à l'analyse de l'impact du changement de l'utilisation des terres sur la diversité des plantes en Afrique. | is geoecologist working at the Nees Institute for Biodiversity of Plants at the University of Bonn. Her research focuses on the impact of land use on plant diversity patterns in Africa.

SAMBARE, Oumarou : est étudiant au Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales de l'Université de Ouagadougou. Ses recherches portent sur les forêts galeries et particulièrement sur la phytosociologie et la distribution spatiale des espèces. Il s'intéresse également à la dynamique des espèces des galeries forestières. | is PhD student in the laboratory of Biology and plant Ecology in University of Ouagadougou. He works on Biodiversity conservation, specially on phytosociology and spatial distribution of species. His research is focused also species dynamics of gallery forest.

SANON, Antoine : est Maître de Conférences en entomologie à l'Université de Ouagadougou. Spécialiste de la bioécologie et du comportement des insectes ravageurs et parasitoïdes. Directeur du laboratoire d'entomologie Fondamentale et Appliquée. Il a mené de nombreux travaux et publications sur le contrôle biologique de Bruchidae ravageurs de denrées stockées. | is lecturer in entomology at Ouagadougou University. Specialized in pest bioecology and behavior. Director of the Fundamental and Applied Entomology Laboratory. A lot of works and publication on the biological control of ravager Bruchidae of crops.

SARR, Moustapha : est Directeur du parc Bangr-weoogo. Il a une longue expérience dans la gestion des espaces aménagés et dans la domestication des animaux sauvages. Avec une bonne expérience sur les problèmes environnementaux, il participe activement à l'éducation environnementale et à l'éveil des consciences. | is Bangr-weoogo Park Director. He has a long experience in the management of developed spaces and wildlife domestication. With a good experience on environmental matters, he practises actively environmental education.

SAVADOGO, Salfo : est doctorant à l'université de Ouagadougou, Burkina Faso. Ses études de recherche sont orientées vers la dynamique des plantes, la diversité biologique et le mode de gestion des ressources naturelles dans les bois sacrés. | is PhD student at University of Ouagadougou, Burkina Faso. He studies the diversity, the dynamics and management of natural resources of sacred woodlands of Burkina Faso.

SAWADOGO, Louis : travaille au Centre National de la Recherche Scientifique et

Technologique (CNRST), Burkina Faso en tant que sylvo-pastoraliste. Son domaine de recherche est l'aménagement des forêts naturelles, particulièrement l'utilisation de la pâture, du feu et de la coupe sylvicole comme outils pour un aménagement durable des forêts naturelles. | is sylvo-pastoralist working at the National Center for Science and Technology Research (CNRST), Burkina Faso. His research focuses on savanna woodlands management, in particular the use of livestock, fire and wood harvesting as tools for sustainable management of savanna woodlands.

SAWADOGO, Mahamadou : est Maître assistant en génétique et amélioration des plantes. Sélectionneur des malvacées (coton, combo et oseille), du niébé et du voandzou. Impliqué dans la gestion des RPGA. Régulateur des plantes transgéniques. | is Assistant Professor of Genetics and Plant Breeding. Breeder of malvaceae (cotton, okra and sorrel), cowpea and Bambara groundnut. Involved in the management of PGRFA. Regulator of biotechnology products (transgenic plants).

SCHALDACH, Rüdiger : est un chercheur senior au Centre de Recherche des Systèmes Environnementaux à l'Université de Kassel. Ses recherches portent sur la modélisation des interactions Homme-environnement dans les systèmes d'occupations des terres. | is working as a senior scientist at the Center for Environmental Systems Research at the University of Kassel. His research focuses on the modeling of human-environment interactions within land-use systems.

SCHMIDT, Marco : travaille sur la phytogéographie et la flore de l'Afrique de l'Ouest à l'Institut Senckenberg de Francfort-sur-le-Main, et plus précisément sur les bases de données de biodiversité et les modèles de répartition. | is working on West African phytogeography and floristics at the Senckenberg Institute in Frankfurt/Main with a focus on biodiversity data bases and distribution models.

SCHMIDT, Michael : est le responsable du groupe d'étude de télédétection et de biodiversité à l'Université de Wurtzbourg et le responsable du groupe au Centre aérospatial allemand (DLR). | is head of the remote sensing and biodiversity working group at the University of Würzburg and group leader at the German Aerospace Center (DLR).

SCHÖNGART, Jochen : est scientifique à l'institut de chimie Max Planck, au département de biogéochimie à Mainz (Germany). Son travail se focalise sur la dendroécologie et la dendroclimatologie des arbres tropicaux de l'Amazonie. | is scientist at the Max Planck Institute for Chemistry, Biogeochemistry Department, Mainz (Germany). His work concentrates on dendroecology and dendroclimatology of tropical tree species in Amazonia.

SCHRAMM, Matthias : ingénieur en télédétection et géo-informatique. Il travaille sur les nouvelles méthodes de détection précises du couvert du paysage à partir de jeu de données satellitaires conçues | is engineer with special fields in remote sensing and geoinformatics, works on new methods for an accurate automated land cover detection based on satellite borne datasets. He is currently working at the Dept. of Remote Sensing, University

of Würzburg & German Aerospace Centre (DLR).

SENGHOR, Abdoulaye : est enseignant chercheur de l'Université de Ouagadougou. Il s'intéresse principalement à l'économie de l'environnement et ses travaux portent sur les valeurs socio-économiques des ressources naturelles. | is lecturer and researcher at Ouagadougou University. He is interested mainly in environment economy and his works on socio-economical values of natural resources.

SIRIMA, Oumar : est étudiant doctorant sur la diversité piscicole des cours d'eau de l'ouest et du sud-ouest du Burkina Faso. Ses travaux portent essentiellement sur l'identification et les caractéristiques dendrométriques des différentes espèces de poissons ainsi que l'impact des pratiques de pêche sur ces dernières. | is doctoral candidate on fish diversity of watercourses West and South-west Burkina Faso. He works on identification and dendrometric characteristics of differences species and the impact of fishing on their population.

SOMMER, Jan Henning : est botaniste à l'Institut Nees pour la Biodiversité des Plantes de l'Université de Bonn. Ses travaux portent sur l'analyse macroécologique de la biodiversité et sur l'impact des changements climatiques sur la diversité des plantes en Afrique. | is botanist working at the Nees Institute for Biodiversity of Plants at the University of Bonn. His research focuses on macroecology and global change research, in particular on the impact of climate change on Africa's plant diversity.

SOUGOTI-GUISSOU, K. Marie Laure : est maître-assistante à l'Université de Koudougou (Burkina Faso). Elle a un intérêt pour la mycologie en particulier l'ethnomycologie et la taxonomie des champignons supérieurs. | is senior lecturer at the University of Koudougou (Burkina Faso). Her special interest is mycology with a focus on ethnomycology and taxonomy of macromycetes.

SZARZYNSKI, Jörg : travaille depuis 2008 comme expert senior pour la plateforme du space-based information des Nations Unies, dans la gestion des catastrophes et les réponses d'urgence (UN-SPIDER). Dans cette équipe il est responsable des conseils techniques, de la gestion de l'information, du développement des réseaux de collaboration et du groupe de santé et adaptation aux changements climatique avec un accent sur l'Afrique sub-saharienne. | works as senior expert for the United Nations platform for space-based information for disaster management and emergency response (UN-SPIDER) since January 2008. Within the team he is responsible for technical advice, information management, collaborative network development and the cluster on health and climate change adaptation with a geographic focus on sub-Saharan Africa.

TAONDA, Jean-Baptiste : est maître de recherches à l'INERA, il s'intéresse à la gestion des ressources naturelles spécifiquement sur la fertilité des sols. | is senior researcher at INERA, his works is focused on natural resources management specially on soils fertility.

TOGUYENI, Aboubacar : est enseignant chercheur à l'Université Polytechnique

de Bobo-Dioulasso. Ses travaux de recherche porte surtout sur la génétique des poissons et sur le suivi de la dynamique des populations des différentes espèces dans les principaux cours d'eau du Burkina Faso. | is lecturer at Polytechnic University of Bobo Dioulasso. He works on fish genetic and the monitoring of the population dynamic of different species in the main watercourses of Burkina Faso.

TRAORE, Dossahoua : est Professeur Titulaire de Botanique et Biologie Végétale et membre de l'Académie des Sciences, des Arts, de la Culture et des Diasporas africaines. Enseignant-chercheur, il encadre des DEAs et Thèses dans les Universités de Cocody et d'Abobo-Adjamé, à Abidjan. Il est spécialiste des Cyperaceae et de la végétation des milieux hydrophytiques ouverts, en zone intertropicale. Ses recherches portent sur les Loranthaceae, plantes vasculaires parasites. | is full Professor of botany and plant biology and a member of the Academy of Sciences, Arts, Culture and African Diaspora. A lecturing researcher, he supervises DEA and doctoral theses at the Universities of Cocody and Abobo-Adjamé at Abidjan. He is a specialist in Cyperaceae and of vegetation in open hydrophytic environments in the intertropical zone. His research focuses on the parasitic Loranthaceae.

TRAORE, Salifou : est assistant en Ecologie Végétale et Ecopédologie à l'UFR Science de la Vie et de la Terre, Université de Ouagadougou. Son domaine de recherche s'intéresse à la Biodiversité et à la Biologie du sol. | is junior lecturer in Plant and Soil Ecology at Department of Life and Earth Sciences, University of Ouagadougou. His main field research interest Biodiversity and Soil Biology.

VLEK, Paul : est le directeur du Centre de Recherches pour le Développement (ZEF) de l'Université de Bonn. | is director of the Centre for Development Research at the University of Bonn.

WEGMANN, Martin : est biologiste de formation et il a mené des recherches en Afrique et en Australie. Actuellement, il mène des recherches sur l'analyse des images satellites et des méthodes SIG pour les recherches sur la biodiversité. Il travaille pour le Département de télédétection à l'Université de Wurtzbourg et pour le Centre aérospatial allemand (DLR). | is biologist by training and conducted research in Africa and Australia. He is doing research on satellite imagery analysis and GIS methods for biodiversity related research. He is currently working at the Department of Remote Sensing, University of Würzburg & German Aerospace Center (DLR).

WITTIG, Rüdiger : est un écologue de la végétation de l'Institut d'Ecologie, d'Evolution et de Diversité à l'Université de Frankfurt. Ses recherches portent sur la diversité des plantes, les types de végétation et les services des écosystèmes avec une attention particulière sur la conservation de la nature et des effets de l'occupation des terres et du changement climatique. | is a vegetation ecologist working at the Institute of Ecology, Evolution and Diversity at the University of Frankfurt. His research focuses on plant diversity, vegetation patterns and ecosystems services with particular respect to nature conservation and the effects of land use and of climate change.

- WORBES, Martin : est Chef du groupe de travail International Tree Ring Laboratory for Tree Ring Research in the Tropics and Subtropics à l'université de Göttingen. | is Work Group Leader of the International Tree Ring Laboratory for Tree Ring Research in the Tropics and Subtropics at the University of Göttingen.
- WOTTO, Jules : est un spécialiste des sciences de productions animales. Il travaille au Centre Régional pour la Promotion Agricole d'Abomey-Calavi. Bénin, sous tutelle du Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche. Ses travaux de recherche portent sur l'Ecologie des parcours et les systèmes d'élevage. | is specialized in animal sciences. He works at the Regional Center for Agriculture Promotion at Abomey-Calavi, Benin, which belongs to the Ministry of Agriculture, Livestock and Fishery. His research focuses on grassland ecology and livestock breeding systems.
- YAO, Ahou Noellie : est biologiste au département de Télédétection à l'Université de Würzburg en collaboration avec le Centre Allemand Aérospatial (DLR). Ses travaux de thèse se sont focalisés sur l'analyse et l'impact des feux sur la végétation en Afrique de l'Ouest. | is biologist working at the Dept. of Remote Sensing at the University of Würzburg in cooperation with German Aerospace Centre (DLR). Her PhD research was focused on Fire Analysis and Fire impact on the Vegetation in West Africa.
- ZANGRE, Roger : est Maître de recherche. Il travaille à l'ANVAR/FRSIT et est spécialiste en sélection du mil. | is senior researcher. He works at ANVAR/FRSIT and is specialist in millet selection.
- ZIZKA, Georg : est biologiste, Chef de département de Botanique et d'évolution moléculaire à l'Institut de Recherche du Senckenberg et Professeur à la faculté de Biosciences à l'Université Goethe. Ses domaines de recherche touchent à la systématique, à l'évolution et à la biogéographie des plantes supérieures et également à la dynamique de la diversité des plantes sous l'impact de l'Homme et du changement climatique. | is botanist, head of the department Botany and molecular evolution at the Senckenberg Research Institute and professor at the faculty of biosciences of the Goethe-University. Research fields are systematics, evolution and biogeography of Higher Plants as well as plant diversity changes under human impact and climate change.
- ZONGO, Bilassé : est doctorant à l'Université de Ouagadougou, Burkina Faso. Il étudie l'écologie des eaux douces de mares utilisées par les amphibiens, avec un acens sur les communautés d'algues et de phytoplancton. | is PhD student at the University of Ouagadougou, Burkina Faso. He studies the freshwater ecology of ponds used by amphibians, with a focus on algae and phytoplankton communities.
- ZONGO, Frédéric : est algologue à l'Université de Ouagadougou. Il travaille dans le domaine de la pollution des eaux ainsi que la nutrition humaine et des poissons herbivores (les Tilapia) utilisant les algues. | is algologist at Ouagadougou University. He works on water pollutions and human nutrition fish herbivory (Tilapia) using algae.

PHOTOGRAPHES | PHOTOGRAPHERS



Abréviation Abbreviation	Nom Name	Abréviation Abbreviation	Nom Name
	Muséum national d'Histoire naturelle, Paris	KSC	Katharina Schumann
ABA	Babou André Bationo	KSO	K.M.L. Sougoti-Guissou
AGN	Assan Gnoumou	LSA	Laura Sandberger
AGO	Annette Gockele	LTR	Lassina Traoré
AKO	Annick Koulibaly	MBO	Minnattallah Boutros
AOU	Amadé Ouedraogo	MHI	Mareike Hirschfeld
ASA	Antoine Sanon	MKA	Malika N. Kangoyé
ATH	Adjima Thiombiano	MKO	Marcel Koadima
BNA	Blandine M.I. Nacoulma	MRO	Mark-Oliver Rödel
BOR	Bettina Orthmann	MSA	Mahamadou Sawadogo
BZO	Bilasse Zongo	MSC	Marco Schmidt
CAN	Cheikh A.T. Anne	MWE	Martin Wegmann
CFA	Charles Paradzayi	NWE	N. Weber (JF)
DGO	Dethardt Goetze	NYA	Noellie A. Yao
DKA	Dorkas Kaiser	OOU	Oumarou Ouédraogo
DMA	Dieter Mahsberg	OSA	Oumarou Sambaré
FKA	François W. Kagambega	OSI	Oumar Sirima
IAR	Ingo Arndt (www.ingoarndt.com)	PKA	Pierre Kafando
INO	Issa Nombre	PNA	Piotr Naskrecki
JBO	Joseph I. Boussim	RER	Raffael Ernst
JEI	Joachim Eisenberg	SDO	Sonia Dourlot / UMR BiO3P - Univ Rennes 1
JFA	Jakob Fahr	SDR	Stefan Dressler
JFO	Johannes Förster		Senckenberg Research Institute, West Africa
JMU	Jens Mutke	Senckenberg	Collection of the Herbarium
JRU	Jürgen Runge		Senckenbergianum (FR)
JSC	Jochen Schöngart	SKO	Souleymane Konaté
KCO	Kevin W. Conway	SPO	Stefan Porembski
KHA	Karen Hahn-Hadjali	SSA	Salfo Savadogo
KKO	Konstantin König	TMO	Timo Moritz
KLI	K. Eduard Linsenmair	UFA	Ulrike Falk

INDEX FRANÇAIS

- A**cumen 550
 Adiabatique 44, 550
 AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) 550
 Agrobiodiversité 256-261, 550
 Agroforesterie 62, 252-255, 424, 438, 440, 493, 495, 550
 Algues 106, 166-172, 269, 299, 336, 550
 Angiospermes (Magnoliophyta) 550
 Anthropique 2, 13, 23, 25, 72, 87, 93, 171, 172, 191, 260, 291, 322, 325, 330, 331, 372, 398, 432, 435, 436, 447, 488, 505, 520, 540, 550
 Anthropocentrisme 406, 550
 Anticyclone 122, 550
 Appendices de locomotion 550
 Aquaculture 172, 269, 526-533, 550
 Aquariophilie 304, 550
 Aquarium 304, 451, 550
 Arboretum 550
 Arthropodes 111, 334, 550
 Avifaune 262, 292-296, 364, 423, 550
- B**enthos 169, 550
 Bifoliolé 206, 550
 Biocénose (Biocœnose) 550
 Bioclimat 122, 550
 Biodiversité 2-7, 8, 13, 14-16, 17-24, 25-29, 30-31, 56, 57, 77, 86-91, 98, 121, 124, 160, 163, 256-261, 262, 300, 308, 334, 349, 350-353, 354, 365, 368-369, 372, 376, 378, 386, 390, 394, 396-400, 403, 404-421, 422-428, 430, 434, 444-449, 461, 467, 470, 472-481, 484-487, 488-495, 498-508, 513, 520, 550
 Biogéographie 500, 514, 550
 Bioindicateur 540, 550
 Biopiraterie (Biopiratage) 550
 Biosphère 25, 117, 356, 364, 388, 400, 411, 423, 444-449, 499, 503, 550
- BIOTA Afrique 2-7, 47, 79, 88, 92, 98, 163, 165, 288, 300, 306, 427, 476, 495, 513, 514-519, 544-545
 Biotope 462-470, 310, 550
 Birrimien 126-128, 132, 146, 423, 550
 Bolet 336, 550
 Botanique 89, 164, 178, 195, 201, 376, 424, 426, 452, 454, 551
- C**aducifolié 155, 551
 Canopée 156, 480, 492, 538, 540-545, 551
 Carpophore 551
 Chaîne alimentaire 299, 551
 Chaméphyte 184, 392, 551
 Champignoniste 441-443, 551
 Champignons (Mycètes) 107, 163, 176, 198, 314, 324-331, 336-342, 373, 441-443, 496, 551
 Changement climatique 2, 13, 14, 30, 44, 54, 57, 68, 84, 85, 86-91, 93, 191, 264, 290, 300, 384, 392, 397, 428, 461, 462-470, 472, 479, 516, 551
 Checklist 164, 551
 Chytridiomycose 300, 551
 Clinomètre 165, 551
 Coléoptères 271, 275, 301, 314-316, 472, 551
 Connectivité 86-91, 352, 480, 551
 Contreforts 206, 551
 Cosmopolite 166-172, 174-183, 551
 Cotylédon 314, 551
 Craton 126, 551
 Cryptophyte 551
 Cuesta 128, 551
 Cynégétique 156, 296, 354-363, 414, 551
- D**ahomey Gap (Sillon Dahoméen) 79, 551
 Décennal 47, 551
 Décidu 52, 69, 70, 79, 490, 551
 Dégénération 23, 25, 56-63, 115, 132, 136, 190, 280, 290, 291, 332, 351, 360, 373, 386-389, 397, 411, 419, 434-443, 445, 472-479, 480, 484, 498-508, 538, 551
 Dendrochronologie 52, 551
 Détritvire 299, 551
 Diapause 320, 551
 Diaspore 365, 551
 Dicotylédones 200, 551
 Dimorphisme 176, 318, 527, 551
 Diptères 271, 551
 Dissémination 292, 294, 369, 486, 552
 Dolérite 128, 552
 Dolinke 310, 552
 Drupe 194, 242, 244, 250, 552
 Dulçaquicole 281, 552
 Durabilité 30, 445, 461, 466, 484, 552
- E**burnéen
 Échange cationique 133, 552
 Ecocitoyenneté 426, 552
 Écosystème 5, 13, 14-16, 17-24, 28, 29, 56, 57, 64, 88, 90, 106, 110, 121, 167, 171, 172, 173, 252, 256, 269, 270-274, 281, 292, 294, 299, 314, 324, 325, 351, 352, 354, 365, 390, 406, 411, 416, 425, 434-443, 444-449, 461, 470, 472-479, 498-508, 513, 520, 529, 540, 552
 Ecotourisme (Tourisme vert) 28, 293, 352, 354, 552
 Ecotype 259, 424, 552
 Ectomycorhize 342, 552
 Edaphique 72, 552
 Emondage (aérien) 552
 Endémisme 20, 21, 78, 79, 83, 392, 478, 479, 500, 502, 552
 Endophytes 166, 552
 Entomologie 270-274, 552
 Entomopathogène 315, 552
 Entomophilie (Entomogamie) 198, 552
 Éolien 62, 63, 128, 434, 436, 552
 Epiphyte 181, 184, 198, 552
 Escarpement 8, 128, 179, 390, 552
 Ethnobotanique 258, 430, 552
 Ethnographie 430, 552
 Eucaryote 167, 552
 Eutrophisation 24, 169, 172, 268, 552
 Évapotranspiration 124, 391, 467, 552
 Exosquelette 270, 552
 Exotique 24, 199, 254, 255, 300, 413, 493, 552
- F**aciès 130, 156, 373, 375, 518, 552
 Facteurs abiotiques 89, 552
 Facteurs biotiques 552
 Faune 13, 17, 18, 69, 72, 77, 80, 106, 107, 156, 157, 160, 163, 186, 207, 262-263, 264, 276-287, 296, 305-310, 324, 350-353-363, 364, 365, 368, 369 373, 376, 397, 400, 411-419, 422, 423, 426, 445, 448, 461, 486, 498-505, 520, 534, 543, 553
 Ferrugination 58, 62, 63, 130-133, 496, 553
 Fertiliseur (Engrais) 23, 58, 62, 255, 310, 441, 466, 484, 496, 504, 553
 Flore 17, 18, 78, 80, 151, 152-155, 160, 163, 164-165, 177, 184-192, 194, 198, 199, 257, 260, 365, 369, 376, 392, 394, 398, 411, 412, 413, 418, 422, 423, 424, 426, 427, 452, 454, 494, 514, 516, 519, 553
 Flux de gènes 553
 Fongique 200, 327, 331, 553
 Fourrageur 324-331, 553
 Fragmentation des habitats 23, 86-91, 284, 472-479, 480, 553
 Frugivore 115, 200, 288, 290, 553

- G**ène 14, 446, 452, 487, 506, 553
 Géophyte 184, 553
 Gondwana 553
 Gousse 206, 218, 233, 235, 241, 243, 245, 249, 314, 315, 433, 553
 Graines orthodoxes 553
 Graines récalcitrantes 453, 553
 Granivore 292, 553
- H**abitat 18, 23, 30, 35, 72, 86, 91, 98, 102-109, 112, 114, 115, 139, 156, 166, 171, 172, 174-183, 186, 191, 198, 211, 212-230, 232-250, 266, 280, 281, 284, 288, 291, 294, 296, 298, 300, 308, 325, 326, 329, 330, 339, 352, 360, 372, 378, 390-395, 397, 400, 406, 408, 409, 413, 415, 422-424, 446, 450, 452, 453, 468, 470, 472, 474, 475, 476, 479, 480, 488, 498, 504, 505, 506, 520, 521, 522, 524, 526-533, 535-539, 541, 543, 545, 553
 Harmattan 46, 351, 553
 Haustorie 203, 553
 Héliophile 553
 Hélophyte 184, 553
 Hémicryptophyte 184, 213, 214, 221-223, 226, 228, 230, 553
 Hémiparasite (Semiparasite) 200, 553
 Hémiptères 271, 553
 Herbacé 13, 62, 64-69, 72, 152-154, 165, 212-230, 315, 373, 376, 378, 392, 423, 425, 441, 443, 473, 491, 496, 515, 518, 553
 Herbicide 310, 553
 Herbier (Herbarium) 164, 165, 179, 369, 427, 430, 453, 515, 553
 Herborisation 164, 184, 553
 Hérité 407, 553
 Hétérogénéité 17, 98, 114, 326, 554
 Hibernation 423, 554
 Hotspot de biodiversité 472-479, 554
 Humivore 326-328, 554
 Humo-terricole 338, 554
 Hydromorphie 62, 130, 132, 210, 225, 554
 Hydrophyte 184, 554
 Hyperparasite 554
 Hypocotyle 196, 197, 554
- I**chtyologie 305, 310, 526, 532, 554
 Impluvium 438, 554
 Ingénieur de l'écosystème 554
 Insectes sociaux 332, 554
 Insectivore 110, 262, 288, 541, 542, 554
 Invertébrés 103, 264, 299, 325, 445, 451, 554
 Isohyète 48, 49, 123, 124, 554
- K**aolinisation 554
 Kaolinite 59, 62, 130-133, 554
- L**arve néonate 314, 319, 554
 Latéritisation 56, 58, 181, 226, 496, 554
 Lépidoptères 271, 554
 Lessivage 59, 130, 133, 554
 Ligneux 64, 65, 68, 72, 98, 164, 187, 205, 232-250, 252-254, 335, 340, 342, 386, 394, 416, 425, 441, 516-518
 Lignicole 338, 554
- M**acromycètes 336, 337, 340, 554
 Macrophyte 264, 554
 Macroscopique 52, 262, 336, 337, 554
 Macrozooplancton 267, 554
 Mammalien 296, 554
 Mammifères 18, 21, 30, 110-117, 156, 262, 263, 276-287, 288-291, 365, 368, 386, 444, 445, 448, 451, 502, 505, 528, 554
 Mandibule 314, 331, 443, 555
 Mésophile 151, 160, 555
 Métabolisme 166, 167, 184, 555
 Métamorphisme 126, 136, 555
 Métamorphose 102, 104, 298, 301, 318, 555
 Microphanérophyte 555
 Microscopique 169, 170, 198, 336, 338, 342, 555
 Modélé 128, 132, 555
 Modèle numérique du terrain (MNT) 8, 9, 555
 Monocaulé 194, 555
 Monocotylédones 198, 515, 555
 Morphotype 308, 555
 Mycélium 314, 555
 Mycologue 336-342, 555
 Mycorhize 336-342, 555
 Mycose 336, 555
- N**anophanérophyte 555
 Nanoplancton 169, 555
 Nectarivore 110, 292, 555
 Nymphose 320, 555
- O**ligophage 314, 555
 Ombrophile 111, 462, 473, 480, 555
 Omnivore 299, 555
 Ornithologie 296, 423, 555
 Orogénie 555
 Orthoptères 271, 301, 555
 Oviparité 292, 555
- P**arasite 108, 200-203, 336, 338, 342, 486, 487, 556
 Parasitoïde 322, 556
 Parcelle (Plot) 72, 82, 83, 87, 426, 440, 441, 487, 492, 496, 522, 534, 535, 537, 556
 Pathogène 270, 556
 Patte thoraxique 314, 556
 Pédogenèse 56-63, 130-133, 556
 Péjoration 191, 435, 436, 556
 Percolation 136, 441, 556
 Péricarpe 314, 556
 Périphyton 166-172, 556
 Pesticide 23, 115, 290, 299, 310, 322, 330, 335, 476, 486, 529, 538, 556
 Phanérophyte 184, 233-250, 556
 Photosynthèse 15, 48, 99, 166, 167, 336, 556
 Phytocénose (Phytocœnose) 556
 Phytochorie 556
 Phytodiversité 58, 186, 260, 334, 394, 517, 519, 556
 Phytogéographie 78, 151, 152-155, 160, 204, 206, 354, 361, 365, 368, 398, 399, 462, 556
 Phytoplancton 166-172, 264, 556
 Phytoplantophages 167, 556
 Phytosanitaire 420, 556
 Phytosociologie 164, 165, 514, 517, 556
 Piège de Barber (Piège-fosse) 271, 521, 522, 556
 Piscicole 172, 304-313, 556
 Plancton 170, 264, 556
 Plante C₄ 184, 556
 Plante inférieure (Plante non vasculaire, Thallophyte) 164, 166-172, 556
 Plante vasculaire (Plante supérieure) 82, 164, 174-183, 184-192, 342, 365, 366
 Plantes dioïques 194, 556
 Pluricellulaire 166, 336, 556
 Pollinisation 198, 256, 292, 294, 334, 472, 487, 556
 Précambrien 126, 390, 391, 556
 Prédateur 103, 104, 107, 110, 112, 256, 325, 397, 422, 442, 472, 521, 532, 556
 Procaryote 167, 557
 Produit Intérieur Brut 489, 557
 Ptéridophytes 557
- Q**uaternaire 126, 557
- R**anch 278, 280, 282, 353, 354-363, 557
 RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA) 557
 Relevé 48, 164, 165, 492, 514, 517, 518, 557
 Rhizobium 184, 557
 Ripicole 79, 152, 155, 365, 397, 398, 557

Roche éruptive (Roche volcanique) 536, 558
 126, 128, 130, 557
 Roche métamorphique 126, 557
 Roussette 110, 111, 115, 290, 557
 Ruiniforme 128, 557

S
 Safari 358, 557
 Saprophytes 336-342, 557
 Saumâtre 308, 396, 557
 Saxicole 186, 223, **390-395**, 557
 Sédentaire 262, 555
 Sempervirent 82, 83, 155, 557
 Spécimen 21, 22, 164, 165, 179, 266,
 288, 301, 369, 427, 450, 451, 453,
521-522, 528, 530, 531, 535, 540,
 543, 557
 Struthioniformes 292, 557
 Subsaharien 38, 44, 59, 107, 143, 304,
 557
 Surnuméraire 167, 557
 Symbiotique 338, 342, 557
 Systématique 70, 164, 167, 172, 202,
 308, 314, 336, 338, 392, 417, 508,
 514, 535, 557
 Système de positionnement global
 (GPS) 8, 557
 Système d'information géographique
 (SIG) 8, 93, 557

T
 Taxon 13, 21, 151, 184, 194, 394,
 413, 450, 520,
 Taxonomie 163, 164, 167, 169, 284,
 296, 342, 424, 500, 513, 525, 530,
 543, 557
 Tectonique 126, 128, 557
 Tégument de graines 314, 557
 Terrestre 17, 29, 44, 77, 87, 91, 92-97,
 98, 102, 104, 174, 179, 181, 198,
 271, 324, 413, 425, 446, 462, 463,
 500, 502, 558
 Tétrapode 292, 558
 Thalle 166, 558
 Thérophyte 184, 215-220, 224-225,
 227, 229, 558
 Transect 2, 56, 95, 276, 520, 522, 534-

536, 558
 Trophique 167, 268, 326, 329, 332,
 558
 Type biologique 184, 212-230, 232-
 250, 558
 Type chrysomélien 314, 558

U
 Ubiquiste 153, 156, 200, 558
 Unicellulaire 166, 167, 336, 558

V
 Vertébrés 21, 30, 104, 107, 112,
276-287, 292, 299, 304, 331, 443,
 558
 Vertisolisation **132**, 133, 558
 Vivace (Pérenne) 72, 154, 184, 476,
 558
 Viviparité 104, 558

X
 Xylophage 324-331, 558

Z
 Zooplancton 167, **264-269**, 558

ENGLISH INDEX

A
 Abiotic factors 87, 559
 Adiabatic 44, 559
 AFLP 559
 Agrobiodiversity **256-261**, 559
 Agroforestry 63, **252-255**, 424, 437,
 438, 493, 494, 559
 Algae 106, **166-172**, 269, 299, 336,
 559
 Angiosperms (Magnoliophyta) 559
 Anthropocentrism 406, 559
 Anthropogenic 2, 13, 22, 73, 171,
 172, 191, 260, 291, 322, 325, 330,
 374, 397, 435, 447, 488, 504, 515,
 520, 540, 559
 Anticyclone 122, 559
 Apex 179, 181, 559
 Aquaculture 172, 269, 526-533, 559
 Aquariophily 304, 559
 Aquarium 304, 451, 559
 Arboretum 559
 Arthropods 111, 334, 559
 Avifauna 262, 292-296, 366, 423, 559

B
 Benthos 169, 559
 Bifoliate 206, 559
 Bioclimate 122, 559
 Biocoenosis (Biocenose) 559
 Biodiversity 2-7, 8, 9, 13, 14-16, 17-24,
 25-29, 31-32, 56, 57, 77, 86-91, 98,
 121, 124, 160, 163, 256-261, 299,
 308, 334, 349, 350-353, 354, 366,
 370-371, 374, 377, 378, 386, 390,
 394, 396-400, 403, 404-421, 422-
 428, 430, 434, 444-449, 461, 469,
 472-481, 484-487, 488-495, 498-
 508, 513, 559
 Biodiversity hotspot **472-479**, 559
 Biogeography 500, 514, 559
 Bioindicator 540, 559
 Biopiracy 559
 Biosphere 26, 29, 117, 358, 366, 388,
 400, 410, 423, 444-449, 499, 503,

559
 BIOTA Africa 2-7, 48, 79, 88, 92, 100,
 163, 165, 288, 300, 305, 427, 513,
 514-519, 544-545, 559
 Biotic factors 559
 Biotope 462-470, 308, 530, 559
 Bir(r)imian 126-128, 132, 146, 422,
 560
 Boletes 336, 560
 Botanizing 164, 184, 560
 Botany 87, 164, 177, 195, 201, 377,
 423, 424, 427, 450-454, 560
 Brackish 396, 560

C
 C₄ plants 184, 560
 Caducifolious see deciduous
 Canopy 156, 481, 492, 538, 540-545,
 560
 Carpophore 560
 Cation exchange 133, 506
 Chamaephyte 184, 392, 560
 Checklist 164, 325, 524, 560
 Chrysomelidae type 314, 560
 Chytridiomycosis 299, 560
 Climate change 2, 5, 13, 14, 22, 31,
 44, **55**, 66, 84, 85, 86-91, 92, 191,
 264, 280, 282, 291, 299, 384, 392,
 394, 397, 428, 461, 462-470, 472,
 479, 516, 560
 Clinometer 165, 560
 Coleoptera 271, 275, 301, 314-316,
 472, 560
 Connectivity 86-91, 352, 481, 560
 Cosmopolite 166-172, 174-182, 560
 Cotyledon 314, 560
 Craton 126, 560
 Cryptophyte 551, 560
 Cuesta 128, 560

D
 Dahomey Gap 79, 560
 Decadal 48, 49, 560

- Deciduous 53, 69, 80, 83, 155, 377, 490, 560
- Degradation 25, 56-63, 106, 117, 132, 136, 256, 280, 291, 332, 351, 375, 384, **386-389**, 397, 418, **434-443**, 445, 446, 472-479, 481, 498-508, 538, 560
- Dendrochronology 52, 560
- Detritivorous (Saprophagous) 299, 560
- Diapause 320, 321, 560
- Diaspore 367, 560
- Dicotyledons (Dicots) 200, 560
- Digital elevation model (DEM; Digital terrain model) **8-11**, 561
- Dimorphism 176, 318, 527, 561
- Dioecious plants 194, 561
- Diptera 271, 561
- Dissemination 292, 371, 487, 561
- Dolerit (Diabase) 128, 561
- Dolinke 308, 561
- Drupe 194, 242, 244, 250, 561
- E**burnean 126, 561
- Eco-citizenship 426, 561
- Ecosystem 5, 13, 14-16, 17-24, 26, 27, 56, 57, 64, 86, 88, 106, 109, 110, 121, 166, 169-172, 174, 208, 252, 256, 269-271, 274, 282, 284, 292, 294, 298, 299, 314, 324, 325, 336, 351, 354, 366, 367, 390, 406, 410, 413, 416, 425, 434-443, 444-449, 461, 469, 472-479, 498-508, 513, 520, 530, 540, 561
- Ecosystem engineer 325, 561
- Ecotourism 27, 282, 285, 293, 561
- Ecotype 259, 424, 561
- Ectomycorrhiza 342, 561
- Edaphic 73, 561
- Endemism 20, 78, 79, 83, 392, 479, 500, 561
- Endophytes 166, 561
- Entomology 271, 561
- Entomopathogenic 561
- Entomophily (Entomogamy) 270-274, 561
- Eolian 128, 434, 435, 436, 561
- Epiphyte 82, 186, 561
- Eruptive rock (Volcanic rock) 126, 128, 130, 561
- Escarpment (Scarp) 8, 128, 176, 179, 561
- Ethnobotany 258, 430, 561
- Ethnography 430, 561
- Eucaryote 166, 561
- Eutrophication 23, 169, 172, 268, 561
- Evapotranspiration 124, 391, 467, 561
- Evergreen 83, 155, 561
- Exoskeleton 270, 561
- Exotic 23, 73, 199, 253, 255, 375, 413, 453, 493, 561
- F**acies 130, 375, 561
- Fauna 17, 18, 27, 68, 73, 82, 106, 156, 163, **262-263**, 305, 306, 308, 324, 350-353, 354-363, 366, 369-371, 375, 377, 388, 397, 410-419, 422, 423, 426, 442, 444, 445, 453, 461, 486, 487, 498-505, 520, 534, 542, 543, 561
- Ferrugination 63, **130-133**, 497, 562
- Fertiliser 22, 58, 63, 255, 308, 324, 441, 466, 474, 484, 504, 562
- Flora 17, 18, 27, 78-85, 151, 152-155, 160, 163, **164-165**, 176, 184-192, 194, 198, 257, 260, 354, 367, 371, 377, 391, 392, 394, 398, 410-419, 422, 423, 424, 426, 427, 444, 452-454, 493, 514, 516, 519, 562
- Food chain 40, 268, 298, 332, 562
- Foothills 176, 562
- Frugivorous 200, 288, 290, 291, 292, 562
- Fungal 328, 331, 442, 562
- Fungi (Mushrooms) 107, 163, 176, 198, 200, 314, 331, **336-342**, 375, 443, 562
- Fungus grower 328, 329, 562
- G**ene 14, 446, 452, 487, 562
- Gene flow 562
- Geographic information system (GIS) 8-11, 93, 562
- Geophyte 184, 562
- Global Positioning System (GPS) 8, 543, 562
- Gondwana 562
- Granivorous 292, 562
- Grass feeder 328, 329, 562
- Gross domestic product 489, 562
- H**abitat 14, 18, 22, 23, 31, 35, 73, 86-91, 98, 100, 101, 102-109, 112, 115, 156, 166, 171, 172, 174-183, 191, 198, 199, 212-230, 232-250, 266, 281, 282, 285, 288, 291, 293, 296, 298, 299, 306, 325, 327, 328, 329, 339, 352, 358, 374, 378, 390-395, 397, 400, 406, 410, 413, 414, 422-424, 445, 450, 452, 453, 462, 467, 468, 470, 472, 473, 474, 475, 479, 481, 488, 498, 499, 504, 505, 520, 521, 525, 526-533, 534, 535, 536, 538, 541, 543, 544, 562
- Habitat fragmentation 22, 86-91, 285, 472-479, 481, 562
- Harmattan 46, 351, 553, 562
- Haustorium 203, 562
- Heliophilous (Heliophilic) 562
- Helophyte 186, 562
- Hemicyptophyte 184, 213, 214, 221-223, 226, 228, 230, 562
- Hemiparasite (Semiparasite) 200, 562
- Hemiptera 271, 562
- Herbaceous 64, 66, 68, 100, 152, 153, 154, 165, 212-230, 375, 377, 423, 441, 443, 473, 496, 515, 518, 562
- Herbarium 164, 179, 371, 426, 427, 453, 515, 562
- Herbicide 308, 563
- Heredity 407, 563
- Heterogeneity 17, 98, 101, 115, 327, 328, 518, 563
- Hibernation 563
- Humo-terricolous 339, 563
- Hydromorphy 63, 130, 132, 133, 225, 563
- Hydrophyte 184, 563
- Hyperparasite 563
- Hypocotyl 196, 197, 563
- I**chthyology 305, 308, 526, 533, 563
- Impluvium 438, 563
- Insectivorous 262, 288, 541, 542, 563
- Invertebrates 103, **264-269**, 299, 445, 450, 563
- Isohyet 48, 123, 124, 563
- K**aolinisation 563
- Kaolinite 59, 60, 63, 130-133, 563
- L**andform 128, 132, 563
- Lateritisation (Laterisation) 56, 58, 180, 497, 563
- Leaching 59, 130, 133, 563
- Lepidoptera 271, 563
- Life form 184, 212-230, 232-250, 563
- Ligneous 73, 100, 200, 380, 381, 393, 416, 423, 425, 426, 441, 517-519
- Lignicolous 339, 563
- Limnicolous 282, 563
- Locomotive appendices 563
- Lower plant (Non-vascular plant, Thallophyte) 164, 166-172, 563
- M**acromyceta 336, 563
- Macrophyte 264, 563
- Macroscopic 53, 262, 336, 337, 563
- Macrozooplankton 266, 563
- Mammalian 563
- Mammals 18, 20, 32, 73, 110-117, 156, 262-263, 276-287, 288-291, 366, 370, 386, 445, 448, 451, 502, 528, 563
- Mandible 270, 314, 331, 442, 563
- Mesophile 160, 563
- Metabolism 166, 167, 564
- Metamorphic rock 130, 564

- Metamorphism 126, 136, 564
- Metamorphosis 102, 104, 298, 301, 318, 564
- Microphanerophyte 564
- Microscopic 169, 171, 198, 336, 338, 342, 564
- Monocaulous 194, 564
- Monocotyledons (Monocots) 198, 515, 564
- Morphotype 308, 564
- Multicellular 166, 336, 564
- Mycelium 314, 564
- Mycologist 336-342, 564
- Mycorrhiza 336, 564
- Mycosis 336, 564
- N**anophanerophyte 564
- Nanoplankton 169, 564
- Nectarivorous 292, 564
- Neonatal larva 314, 319, 564
- Non-migrant 262, 564
- O**ligophagous 314, 564
- Ombrophilous 111, 564
- Omnivorous 299, 564
- Ornithology 296, 423, 564
- Orogenesis (Orogeny) 564
- Orthodox seeds 564
- Orthoptera 271, 301, 564
- Oviparity 292, 564
- P**arasite 200-203, 336, 339, 342, 486, 487, 564
- Parasitoid 322, 564
- Pathogen 270, 564
- Pedogenesis **56-63**, 130-133, 564
- Pejoration 435, 564
- Percolation 136, 441, 565
- Perennial 73, 154, 184, 475, 565
- Pericarp 314, 565
- Periphyton 166-172, 565
- Pesticide 22, 115, 291, 308, 322, 330, 335, 474, 486, 530, 538, 565
- Phanerophyte 184, 233-250, 565
- Photosynthesis 15, 46, 99, 166, 167, 565
- Phytochorion 565
- Phytocoenosis 565
- Phytodiversity 58, 186, 260, 334, 394, 517, 565
- Phytogeography 78, 151, **152-155**, 204, 206, 354, 361, 367, 378, 398, 399, 565
- Phytoplankton 166-172, 264, 565
- Phytoplanktophages 169, 565
- Phytosanitary 419, 420, 565
- Phytosociology 164, 165, 514, 517, 565
- Pisciculture 172, 306, 565
- Pitfall trap (Barber trap) 271, 521-524, 559
- Plankton 169, 170, 264, 565
- Plot 48, 49, 73, 82, 164, 165, 426, 439, 440, 441, 496, 497, 514-519, 534-539, 565
- Pod 206, 233, 314, 315, 433, 565
- Pollarding 565
- Pollination 198, 256, 289, 292, 294, 334, 472, 487, 565
- Precambrian **126**, 390, 391, 565
- Predator 103, 104, 106, 110, 111, 256, 271, 322, 325, 397, 422, 442, 472, 520, 532, 565
- Procaryote 167, 565
- Pteridophytes 565
- Pupation 319, 320, 565
- Q**uaternary 126, 565
- R**anch 278, 282, 284, 353, 354-363, 565
- RAPD 565
- Recalcitrant seeds (Unorthodox seeds) 453, 565
- Relevé 517, 565
- Rhizobium 184, 565
- Riparian (Ripicolous) 152, 155, 565
- Ruiniform 128, 566
- S**afari 358, 566
- Saprophytes 336-342, 566
- Saxicolous 186, **390-395**, 566
- Seed tegument 314, 566
- Social insects 332, 566
- Soil feeder 327-329, 566
- Specimen 20, 164, 165, 179, 190, 265, 288, 301, 302, 371, 427, 450, 451, 452, **521-524**, 527, 528, 532, 535, 540, **543**, 566
- Struthioniformes (Ratites) 292, 566
- Sub-Saharan 38, 44, 58, 107, 143, 304, 498, 566
- Supernumerary 167, 566
- Sustainability 32, 445, 461, 466, 484, 566
- Symbiotic 339, 342, 566
- Systematics 70, 164, 167, 172, 203, 314, 336, 338, 392, 416, 514, 534, 566
- T**axon 13, 20, 151, 176, 184, 194, 314, 325, 412, 450, 520, 566
- Taxonomy 163, 164, 167, 170, 178, 285, 296, 342, 424, 500, 513, 525, 531, 532, 542, 566
- Tectonics 126, 128, 566
- Terrestrial 102, 174, 178, 180, 198, 271, 298, 413, 425, 446, 500, 502, 536, 566
- Tetrapod 292, 566
- Thallus 166, 566
- Therophyte 184, 215-220, 224-225, 227, 229, 566
- Thoracic feet 314, 566
- Transect 2, 56, 95, 276, 520, 524, 525, 534, 535, 566
- Trophic 566
- U**biquist 153, 156, 166, 169, 171, 200, 566
- Unicellular 166, 336, 566
- V**ascular plant (Higher plant) 82, 164, **174-183**, **184-192**, 342, 366, 400, 566
- Vertebrates 20, 32, 102, 103, 107, 111, **276-287**, 299, 304, 331, 442, 566
- Vertisolization (Vertization) **132**, 133, 566
- Vivipary (Viviparity) 104, 566
- W**ood feeder 327-329, 566
- Z**ooplankton 169, **264-269**, 566

ABREVIATIONS | ABBREVIATIONS

AFP : Aire de Protection de la Faune	SOCOMA : Société Cotonnière du GourMa	BIOTA : BIODiversity Transect monitoring Analysis
AGEREF : Association inter-villageoise de Gestion des Ressources Naturelles	SOFITEX : Société des Fibres et TEXTiles	FOB : Free On Board
AP : Aire Protégée	UCF : Unité de Conservation de la Faune	IITA : International Institute of Tropical Agriculture
CDB : Convention sur la Diversité Biologique	UICN : Union internationale pour la conservation de la nature	ICRISAT : International Crops Research Institute for the Semi-Arids Tropics
CITES : Convention Internationale sur le Commerce des Espèces en Danger	UO : Université de Ouagadougou	IPGRI : International Plant Genetic Resources Institute
CONAGESE : Comité National de Gestion des Ecosystèmes	WAP : Complexe « W-Arly-Pendjari »	IUCN : International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
CONEDD : Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable	ZICO : Zone d'Importance pour la Conservation des Oiseaux	UNESCO : United Nation for Education, Science and Culture Organisation
CPCS : Commission de Pédologie pour la Cartographie des Sols	ZOVIC : Zone Villageoise d'Intérêt Cynégétique	WDPA : World Database on Protected Areas
CTA : Cellule Technique d'Appui		WRB : World Reference Base for Soil resource
FAO : Organisation mondiale pour l'Alimentation		
M.E.C.V. : Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie		
M.E.D. : Ministère de l'Economie et du Développement		
M.E.F. : Ministère de l'Economie et des Finances		
M.E.E. : Ministère de l'Environnement et de l'Eau		
NATURAMA : Fondation des Amis de la Nature		
OFINAP : Office National des Aires Protégées		
OGM : Organisme Génétiquement Modifié		
PFNL : Produits Forestiers Non Ligneux		
P.I.B. : Produit Intérieur Brut		
PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement		
R.G.P.H. : Recensement général de la population		
RNA : Régénération Naturelle Assistée		