

Flora_{et} Vegetatio Sudano-Sambesica



edited by
éditées par
herausgegeben von

Rüdiger Wittig¹
Sita Guinko²
Brice Sinsin³
Adjima Thiombiano²

¹Frankfurt

²Ouagadougou

³Cotonou

Volume 23 • 2020

Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica

Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica (former "Etudes sur la flore et la végétation du Burkina Faso et des pays avoisinants") is a refereed, international journal aimed at presenting high quality papers dealing with all fields of geobotany and ethnobotany of the Sudano-Sambesian zone and adjacent regions. The journal welcomes fundamental and applied research articles as well as review papers and short communications.

English is the preferred language but papers written in French will also be accepted. The papers should be written in a style that is understandable for specialists of other disciplines as well as interested politicians and higher level practitioners. Acceptance for publication is subjected to a referee-process.

In contrast to its predecessor (the "Etudes ...") that was a series occurring occasionally, Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica is a journal, being published regularly with one volume per year.

IMPRINT

| | |
|------------------------|--|
| Volume: | 23 • 2020 |
| Publisher: | University Library Johann Christian Senckenberg Bockenheimer Landstr. 134-138 60325 Frankfurt am Main - Germany - |
| Copyright: | Prof. Dr. Rüdiger Wittig ruedigerwittig@t-online.de |
| Online-Version: | http://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/frontdoor/index/index/docId/57076 urn:nbn:de:hebis:30:3-570763 |
| ISSN: | 1868-3606 |

Editor-in-Chief:

Prof. Dr. Rüdiger Wittig

Academy of ecological landscape research
D - 48167 Münster / Germany

prof.wittig@akademie-landesforschung.de

Co-Editors:

Prof. Dr. Sita Guinko

Prof. Dr. Adjima Thiombiano

Sciences de la Vie et de la Terre
Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales
Université de Ouagadougou
03 BP 7021 Ouagadougou
Burkina Faso

sguinko@univ-ouaga.bf

adjima_thiombiano@univ-ouaga.bf

Prof. Dr. Brice Sinsin

Faculté des sciences Agronomiques
Laboratoire d'Ecologie Appliquée
Université Nationale du Bénin
B.P. 526 Cotonou
Benin

bsinsin@gmail.com

Editorial-Board

Prof. Dr. Reinhard Böcker

Institut 320, Universität Hohenheim
D - 70593 Stuttgart / Germany

Prof. Dr. Ulrich Deil

Institut für Biologie II, Geobotanik,
D - 79104 Freiburg / Germany

Dr. Anne Fournier

Laboratoire ERMES ORSTOM
45072 Orleans / France

Dr. Karen Hahn

Institut für Ökologie, Evolution und Diversität
J.W.-Goethe-Universität
D - 60438 Frankfurt am Main / Germany

Dr. Anne Mette Lykke

Aarhus University
Department of Bioscience
8660 Silkeborg / Denmark

Prof. Dr. Stefan Porembski

Institut für Allgemeine und Spezielle Botanik
Universität Rostock
D -18057 Rostock / Germany

Dr. Marco Schmidt

Palmengarten
Stadt Frankfurt am Main
D - 60323 Frankfurt am Main / Germany

Flora^{et} Vegetatio Sudano-Sambesica

Volume 23 • 2020

Table of contents | Table des matières | Inhaltsverzeichnis

Table of contents | Table des matières | Inhaltsverzeichnis

2

| | | |
|--|---|------|
| Indigenous knowledge and local practices concerning the endemic plant <i>Ipomoea beninensis</i> Akoègn., Lisowski & Sinsin (Convolvulaceae): an initial assessment for its conservation in Benin | Hospice Gbèwonmèdéa Dassou, Rodrigue Idohou, Aristide Cossi Adomou, Jérôme Marie-Ange Sènam Ouachinou, Hounnankpon Yédomonhan | 3-13 |
| Connaissances traditionnelles et pratiques locales sur une espèce endémique <i>Ipomoea beninensis</i> Akoègn., Lisowski & Sinsin (Convolvulaceae): une évaluation préliminaire pour sa conservation au Bénin | | |
| Indigenes Wissen und lokale Praktiken in Bezug auf die endemische Pflanze <i>Ipomoea beninensis</i> Akoègn., Lisowski & Sinsin (Convolvulaceae): eine erste Bewertung für ihre Erhaltung in Benin | | |

| | | |
|--|--|-------|
| Déterminants de l'utilisation de <i>Acacia auriculiformis</i> comme bois d'œuvre en Afrique de l'Ouest | Jesugnon Fifamè Murielle Féty Tonouéwa, Eméline Sèssi Pélagie Assèdé, Samadori Sorotori Honoré Biaou | 15-26 |
| The use determinants of <i>Acacia auriculiformis</i> wood as timber in West Africa | | |
| Kriterien für die industrielle Nutzung des Holzes von <i>Acacia auriculiformis</i> in Westafrika | | |

| | | |
|---|---|-------|
| Caractérisation de l'infestation de <i>Tapinanthus dodonaeifolius</i> (Loranthaceae) chez le karité (<i>Vitellaria paradoxa</i>) au Tchad | Idriss Tourgou Kanika, Christophe Djekota, Elvire Hortense Biye | 27-32 |
| Characterization of <i>Tapinanthus dodonaeifolius</i> (Loranthaceae) infestation of shea butter tress in Chad | | |
| Befall des Schibutterbaums durch <i>Tapinanthus dodonaeifolius</i> (Loranthaceae) im Tchad | | |

Instructions for Authors / Conseils aux auteurs

33-34

Indigenous knowledge and local practices concerning the endemic plant *Ipomoea beninensis* Akoègn., Lisowski & Sinsin (Convolvulaceae): an initial assessment for its conservation in Benin

Received: 2020-04-10; revised: 2020-10-28; accepted: 2020-10-31

Hospice Gbèwonmèdéa Dassou^{1*}, Rodrigue Idohou^{2,3}, Aristide Cossi Adomou¹, Jérôme Marie-Ange Sènam Ouachinou¹, Hounnankpon Yédomonhan¹

¹ Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 4521 Cotonou, République du Bénin.

² Laboratoire de Biomathématiques et Estimations Forestières, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi. 04 BP 1525 Cotonou (Benin).

³ Ecole de Gestion et de Production Végétale et Semencière, Université Nationale d'Agriculture, Kétou, République du Bénin.

* Corresponding author. E-mail: daspice2@gmail.com

Summary: *Ipomoea beninensis* Akoègn., Lisowski & Sinsin (Convolvulaceae) is the only endemic plant known for Benin. To date, no data exist on its usages, distribution, abundance, and threats. An improved understanding of indigenous knowledge and of local practices can provide insight into how the species could be sustainably conserved. We interviewed 114 local residents for collecting ethnobotanical and ethnoecological data in six sites known to host the species. Data were processed by calculation of descriptive statistics and variance and multivariate analyses. A total of twelve uses were reported. Among them, treatment of varicella (19%), malaria (18%) and fodder (17%) were the most recurrent. These mainly involve use of the species rootstock. Almost all respondents mentioned decline of the species in natural habitats. None of them was aware about the endemic status of the species. Consequently, negative practices toward the protection of *I. beninensis* were prevalent among local residents. Several conservation measures are proposed to ensure the longterm survival of *I. beninensis*.

Key words: *Ipomoea beninensis*, resident' knowledge and perceptions, negative practices, endemism, conservation, Benin.

CONNAISSANCES TRADITIONNELLES ET PRATIQUES LOCALES SUR UNE ESPÈCE ENDÉMIQUE *IPOMOEA BENINENSIS* AKOÈGN., LISOWSKI & SINSIN (CONVOLVULACEAE): UNE ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE POUR SA CONSERVATION AU BÉNIN

Résumé: *Ipomoea beninensis* Akoègn., Lisowski & Sinsin (Convolvulaceae) est la seule plante endémique connue pour le Bénin. À ce jour, aucune donnée n'existe sur ses usages, sa distribution, son abondance et ses menaces. Une meilleure compréhension des connaissances autochtones et des pratiques locales peut donner un aperçu de la manière dont l'espèce pourrait être conservée de manière durable. Des interviews ont été réalisées auprès de 114 résidents locaux pour la collecte de données ethnobotaniques et ethnoécologiques dans six localités. Les données ont été traitées par le calcul de statistiques descriptives et d'analyses de variance et multivariées. Au total, douze utilisations ont été signalées parmi lesquelles le traitement de la varicelle (19%), du paludisme (18%) et le fourrage (17%) étaient les plus rapportées. Ces derniers impliquent principalement l'utilisation des racines de l'espèce. Presque tous les enquêtés ont mentionné le déclin de l'espèce dans les habitats naturels. Aucun d'entre eux n'est au courant du statut endémique de l'espèce. Par conséquent, les pratiques négatives à l'encontre de la protection de *I. beninensis* étaient répandues. Plusieurs mesures de conservation sont proposées pour assurer la survie à long terme de *I. beninensis*.

Mots clés: Bénin, connaissances et perceptions locales, conservation, endémisme, *Ipomoea beninensis*, pratiques négatives.

INDIGENES WISSEN UND LOKALE PRAKTIKEN IN BEZUG AUF DIE ENDEMISCHE PFLANZE *IPOMOEA BENINENSIS* AKOÈGN., LISOWSKI & SINSIN (CONVOLVULACEAE): EINE ERSTE BEWERTUNG FÜR IHRE ERHALTUNG IN BENIN

Zusammenfassung: *Ipomoea beninensis* Akoègn., Lisowski & Sinsin (Convolvulaceae) ist die einzige für Benin bekannte endemische Pflanze. Bisher existieren keine Daten zu Verwendung, Verbreitung, Häufigkeit und Bedrohungen dieser Art. Da ein verbessertes Verständnis des indigenen Wissens und lokaler Praktiken für die Erhaltung bedeutsam sein kann, wurden diesbezüglich an sechs Standorten der Art insgesamt 114 Einheimische interviewt. Die statistische Bearbeitung der gesammelten Daten erfolgte mittels deskriptiver Statistiken und Varianz- und multivariater Analysen. Insgesamt wurden zwölf Verwendungen gemeldet. Am häufigsten genannt wurden Behandlung von Varizellen (19%), Malaria (18%) und Futter (17%), wobei hauptsächlich der Wurzelstock verwendet wird. Fast alle Befragten erwähnten den Rückgang der Art. Keiner von ihnen war sich des endemischen Status der Art bewusst. Folglich sind für bei den Einheimischen Praktiken weit verbreitet, die sich negativ auf den Bestand von *Ipomoea beninensis* auswirken. Es werden verschiedene Erhaltungsmaßnahmen vorgeschlagen, um das langfristige Überleben von *I. beninensis* sicherzustellen.

Schlagnote: *Ipomoea beninensis*, Wissen und Wahrnehmung der Einheimischen, Nutzung, negative Praktiken, Endemismus, Artenschutz, Benin.

1 INTRODUCTION

Worldwide, a limited number of species are confined to a small area. For instance, of the 9,000 plant species harboured by the Guineo-Congolese humid forests, only 1,800 of them (20%) are confined to this ecosystem (CONSERVATION INTERNATIONAL DATABASE 2005). Thus, the endemism refers to a species that is restricted to a particular geographic region (island, a country or other defined space or habitat-type) as a result of factors such as isolation or in response to abiotic conditions. In general, species that are confined to a specific area represent interesting targets in ecology, evolutionary biology and genetic (ECKERT et al. 2008; POUGET et al. 2013; SEXTON et al. 2009). As suggested by the International Union for the Conservation of Nature (IUCN), such a special biodiversity deserves a conservation program because with its very restricted natural range, it is especially vulnerable to extinction if its natural habitat is eliminated or significantly disturbed (IUCN 2019). Unfortunately, knowledge, documentation and conservation program of these species above all tropical species follow the opposite trend, and sometimes they remain unidentified. Yet, these plants associated with other wild plants constitute as well as resources essential for subsistence and cash economies as ecologically important elements. Generally, wild plant resources are harvested by local people for a variety of purposes including construction materials, household tools, medicine, food, income generation and rituals. Nowadays evidence shows that the over-exploitation of these resources is among causes of biological diversity decline at local, national or international level (BOTH A et al. 2004; TICKTIN 2004; GAOUÉ & TICKTIN 2007; SCHMIDT et al. 2011; SCHUMANN et al. 2011; GAOUÉ et al. 2017). The situation is more critical when endemic species are of concern.

The flora of Benin contains 2807 plant species belonging to 1130 genera and 185 families (AKOËGNINOU et al. 2006), among them three highly narrow-distribution species, but only one (*Ipomoea beninensis* Akoëgn., Lisowski & Sinsin, Convolvulaceae) is confined to Benin area. The two others previously considered to be Beninese endemic namely *Thunbergia atacorensis* Akoëgn. & Lisowski (Acanthaceae) and *Cyperus beninensis* (Samain, Reynders & Goetgh.) Huygh (Cyperaceae) also grow in Togo (FANDOCHAN et al. 2015) and Burkina Faso (SCHMIDT 2018), two neighbouring countries.

The genus *Ipomoea* comprises 37 species distributed across climate zones and different habitats in Benin and has been poorly studied except for its description in the national flora (AKOËGNINOU et al. 2006). Among those species is the endemic taxon *I. beninensis*, for which the known area extends from the Guineo-Sudanian to the Sudanian zones in Benin (AKOËGNINOU et al. 2006). It is a plant with ecological, social and cultural values, playing a significant role in local peoples' needs, mainly in rural areas. Its populations have been mis-managed for years by bush fire affecting the availability of its aerial parts (stem and leaves) for uses by local people, changes in land uses and overexploitation of its rootstocks (Pers. obser.). Apart from DO-REGO (2017) which mentioned the presence of only few populations of the species in its distributional area and in spite of its endemic

status and its importance for local population, little is documented regarding the knowledge held by rural populations and its especial biogeographic interest. Yet, the report of traditional knowledge is important in the course of a broad range of questions related to the relationship between humans and nature (SOUTO & TICKTIN 2012). The relationship between plant species and their use by local communities is recognized as a central question in conservation science. A deeper understanding of the use of species by rural communities has become a major concern in ethnobotanical studies. We can cite HAHN et al. (2018) who investigated edible wild plants on the national scale of Burkina Faso to provide a comprehensive overview of plant parts of all edible plants in order to plan their sustainable use. This knowledge is important as it will shape future conservation plan targeting the species and other similar species. Thus, assessing the knowledge that local people hold on *Ipomoea* species is crucial as this information is useful in the efficient estimation of the uses at a local level while considering different cultures across the study area.

The main objective of this study was to document the traditional knowledge of *I. beninensis* to be used for its sustainable management in Benin. Research questions in the frame of the current study are as follow:

1. Which knowledge do local people have on *I. beninensis*?
2. Which plant parts of the species are the most important for the local population?
3. Do the sociolinguistic group, gender, age, and education of the informants affect uses of the species?
4. What are local people's perceptions on threats and conservation status of the species?

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 Study area

This study was carried out in six sites (Djougou, Natingou, Tanguiéta, Toucountouna, N'Dali and Pèrèrè) (Fig. 1) known to host *I. beninensis* (AKOËGNINOU et al. 2006). They are located in two ecological areas: transitional or Guineo-Sudanian (7°30'N to 9°45'N) and Sudanian (9°45'N to 12°25'N) areas in Benin (Fig. 1). With the exception of the Atacora chain (400–513 meters [m] above sea level), the region mostly lies between 150–200 m above sea level (HEINRICH & MOLDENHAUER 2002). The mean annual rainfall varies between 1150 and 1300 mm in this area. Relative humidity ranges between 31–98% in the Guineo-Sudanian zone (GSZ) and 18–99% in the Sudanian zone (SZ). The average annual temperature is 26–28°C. In the GSZ, the vegetation is dominated by *Isobertinia* woodlands whereas it is characterized by *Combretum* and *Acacia* tree savannahs in the SZ. All studied localities include modified environments such as home gardens and farming lands. Soils are ferruginous with intrusions of ferralitic soils (GSZ) and on sedimentary rocks (SZ) (ADOMOU 2005). The main sociolinguistic groups in GSZ are Fon and related sociolinguistic groups (42%), Adja and related sociolinguistic groups (16%) and Yoruba and related sociolinguistic groups (12%).

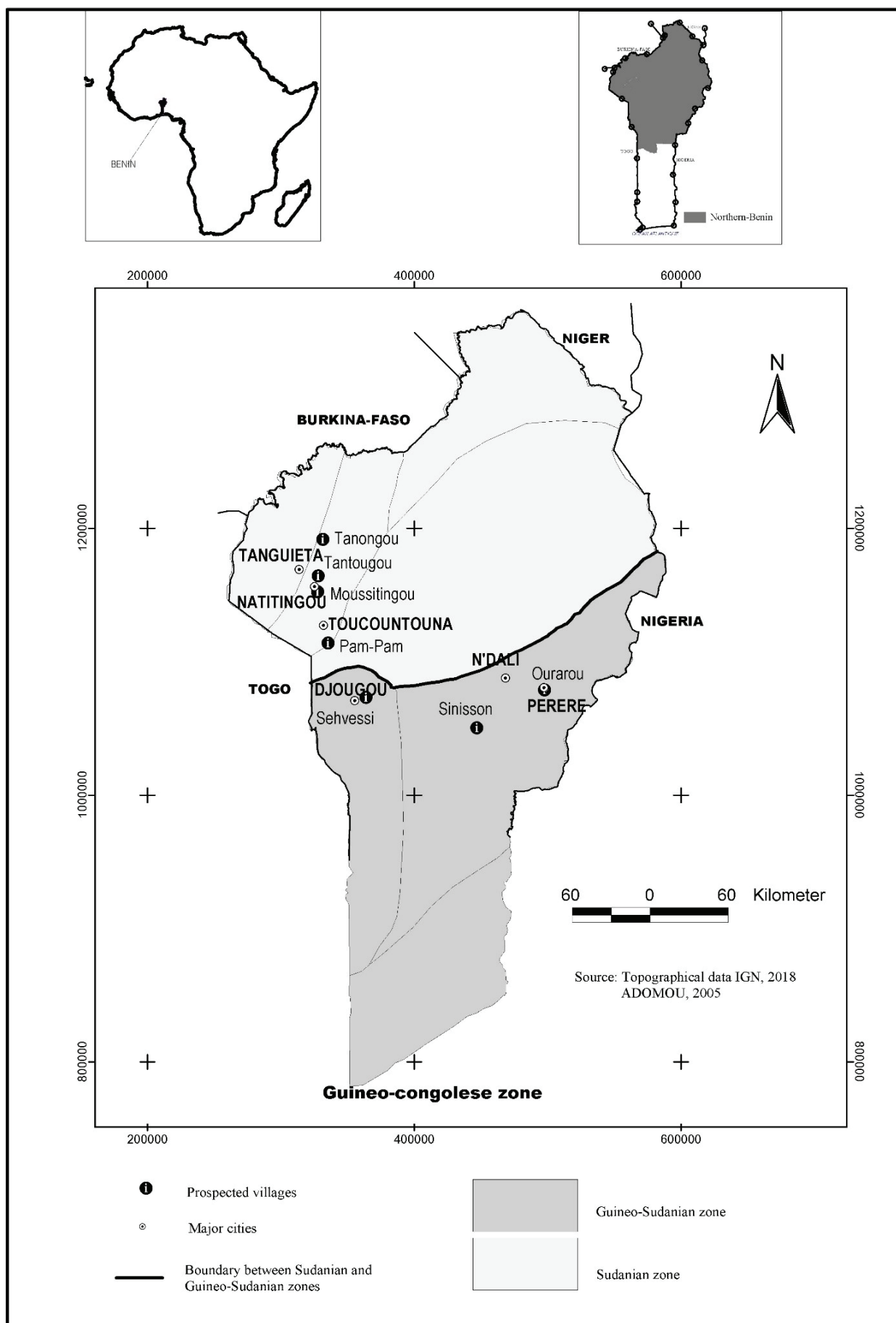


Fig. 1: Map of the republic of Benin showing the chorological areas and the study villages. / Carte de la république du Bénin montrant les zones chorologiques et les villages d'étude.

In the SZ the inhabitants are Bariba and related sociolinguistic groups (9%), Betamaribè and related sociolinguistic groups (6%), Peulh and related sociolinguistic groups (6%). In both zones, the main economic activity practiced by people is agriculture (INSAE 2013) which threatens biodiversity and subsequently leads to the loss of species. Thus, the conservation of biodiversity is essential to ensure their availability for the subsistence and cash incomes of rural people in the future.

2.2 Study species

I. beninensis (Fig. 2) was discovered in 1999 during botanical research (AKOËGNINOÛ & LISOWSKI 2004) in the framework of "Flora project of Benin". It is a glabrous perennial



Fig. 2: *Ipomoea beninensis*; in a fallow at Toucountouna - photo G.H. Dassou, D. Djidohokpin and M. Zountangni. / en jachère à Toucountouna.

herb up to 60 cm tall (fertile erect stems) and 1.2 m long (sterile stems prostrate), with woody rootstocks. Its leaves are alternate and simple. The species presents axillary flowers, solitary or in cymes appearing from March to April and in October. Its fruits (capsules) contain seeds densely covered with a brown tomentum. Biogeographically, *I. beninensis* is known from a few localities within phytogeographical districts of Bassila (in GSZ), Atacora Mountains and Borgou-Sud (in SZ). It occurs on ferruginous soils on crystalline rocks, or with concretions and breastplates or on poorly evolved and mineral soils in woodlands and savannah. Major parts of its habitats are known to be unprotected. In addition, populations of *I. beninensis* are highly fragmented due to agricultural intensification and conversion, its and because it is regarded as weed in the farmlands by some people.

2.3 Methods

2.3.1 Sampling

Previous studies by AKOËGNINOÛ & LISOWSKI (2004) and AKOËGNINOÛ et al. (2006) identified some sites (N'Dali, Pèrèrè and Tanguiéta) to host *I. beninensis*. Prior to the survey, a preliminary investigation was made in February 2017 to obtain first local people consent in the target zones. The diversity of sociolinguistic groups and the presence of the species were used as the main criteria in selecting localities.

Complementary exploration work was performed with local leaders, which helped to identify additional sites: Djougou, Natitingou and Toucountouna. The normal approximation of the binomial distribution was used in order to determine the adequate sample size for the ethnobotanical survey (AS-SOGBADJO et al. 2011; VODOUHÈ et al. 2010). For this, we carried out an exploratory survey with 30 informants in each area supplemented by pictures of the species and its description (Fig.2). The starting question was: Do you know and make use of *I. beninensis*? The proportion of positive answers recorded helped to determine the sample size through the formula of DAGNELIE (1998):

$$n = \frac{(z)^2 p(1-p)}{d^2} \quad (1)$$

Where n = sample size, z = level of confidence according to the standard normal distribution = 1.96 (for a level of confidence of 95%), p = estimated proportion of the population that presents the characteristic = 0.25 (from the preliminary survey) and d = tolerated margin of error (for example we want to know the real proportion within 5%).

Therefore the sample size used for the full survey was 114 informants.

2.3.2 Data collection

Interviews were conducted individually and in focus group with local residents. Data were gathered from March to June 2017. They were related to: (i)- socio-demographic characteristics of the informants (age, gender, sociolinguistic group, profession and level of instruction), (ii)- ethnobotanical knowledge on the species (vernacular names, different uses, plant part (s) frequently used, collection site, methods of use, use level) and (iii)- conservation status of the species (habitat type, abundance, population status of the species, and threats). The questionnaire was translated orally into local languages of investigation areas with the help of local guides.

2.3.3 Data analysis

All gathered data were arranged in a matrix including ethnobotanical and sociolinguistic importance data for *I. beninensis*. Those data were processed by calculation of descriptive statistics (frequency and histogram). Parameters of concern were: number of informants per district, sociolinguistic group, gender, age category, profession and, according to instruction level, category of uses, use, habitat, threats, plant parts used, methods of traditional medicine preparation, and route of administration of the medicine. We provided descriptive statistics (minimum, maximum, mean and standard deviation) to produce statistics for each socio-professional variable. To test the equality of means and to assess the differences in means, we use the Kruskal-Wallis procedure due to the data which are non-normally distributed. Spearman rank correlation test was used to determine whether there was a significant correlation between the age of informants and the number of categories of uses reported by each informant. Proportion tests were used to determine if there is any significant difference between the use number of the species reported and used by informants according to sociocultural and phytogeographical parameters. To assess the use pattern

of uses according to sociolinguistic groups, Principal Component Analysis was carried out. We used R.3.5.1 (Core Team 2018) for statistical analyses.

3 RESULTS

3.1 Socioeconomic traits of informants

Informants of *I. beninensis* live mostly in the Atacora Mountains and the South-Borgou district (respectively 40 and 32%). Other informants (28%) were found in the Bas-sila district. Regarding the sociolinguistic group, informants were mainly Peulh and Yom (28% each); followed by Waama (22%), Gourmantché (11%), Ottamari (7%) and Bariba (4%). Among them, men were the most represented (79%). The proportion of middle-aged people (30 years > age ≤ 59 years) was higher (79%) as compared to the adults (age ≥ 60 years) (17%) and the youngs (age ≤ 29 years) (4%). Farmers were the predominant profession among informants (69%) followed by breeders (25%), guides (4%), students (2%) and healers (1%). Regarding the education level, 78% of informants were illiterates, whereas 18% had finished primary education, 4% secondary school and only 1% university.

3.2 Local names and uses of *I. beninensis* among informants

A total of four local names were indicated for the species. Names given and their meaning depend upon the sociolinguistic groups. Most notably, Gourmantché participants from Tanguiéta mentioned “Miloriman” meaning “we are together”, plant used for maintaining harmony within family or community. In Waama, the name “Tiyoko” characterises the plant of ancestors. “Kondorha” symbolises the female in Yom. “Leminpullo” highlights the climbing form of the species in Peulh sociolinguistic group.

Across study area, two use categories encompassing 12 use of *I. beninensis* were reported by the informants: medicine (83%) and fodder (17%). The frequency of citation (Fig. 3) indicated that, among the 12 reported uses, the most recurrent were the treatment of varicella (19%) and of malaria (18%), the fodder (17%) and the treatment of fever (15%).



a)



b)

Fig. 4: Harvest process (a) of the rootstock of *Ipomoea beninensis* by traditional practitioners at Tanguiéta. / Processus de récolte (a) du rhizome de *Ipomoea beninensis* (b) par les tradipraticiens à Tanguiéta.

3.3 Plant parts of *I. beninensis*: preference, harvesting, preparation and administration

Analysis of the results showed that people mostly prefer two main plant parts on *I. beninensis*. Leafy stem was the most

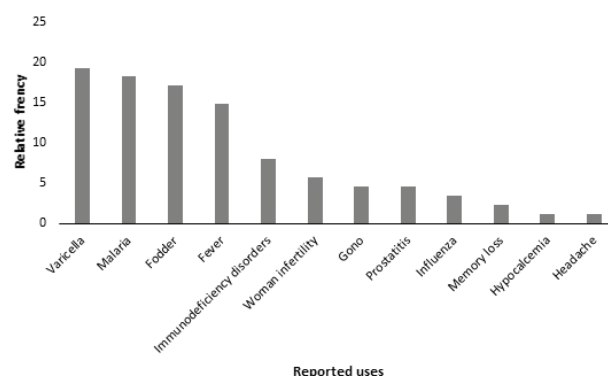


Fig. 3: Frequency of citation of the uses of *Ipomoea beninensis* in the area of investigation. / Fréquence de citation des utilisations d'*I. Beninensis* en region d'étude.

preferred (88% of the citation) by local people while the rootstock (12% of the citation, Fig. 4 a, b) was known for only two uses.

Methods of preparation of the medicinal products include decoction (72%) followed by crushing and homogenizing with water (12%).

According to the local communities, a transdermal application of ointment from the transformation of leafy stem and dried weaverbird (Fig. 5) brings luck to the household. The described practice is also required to the treatment of the memory loss and to make people smarter. For the prostatitis treatment, potash is used as ingredient. Medicinal products are mostly consumed in liquid form or powder mixed with honey. For fodder use (16% of citations), leafy stems were grazed by all ruminants. Two ways of administration were recorded: oral (74%) and dermal (16%) routes. Plant parts and their preparations are summarized in Table 1.

Analysis of the consensus among informants for habitats of collection of the plant revealed that fallows had the highest frequency of citation (72%), followed by farmlands (19%) and woodlands (9%).



Fig. 5: Weaverbirds (*Ploceus spec.*) associated to the recipe preparation used in the treatment of the memory loss. / Tisserands (*Ploceus spp.*) associés à la préparation de recette utilisée dans le traitement de la perte de mémoire.

Informants belonging to Waama (mean ± standard error; 1.84 ± 0.24) and Yom (mean ± standard error; 1.65 ± 0.17) reported less uses than Gourmantché (2 ± 0.36). The adult the interviewee, the higher is his knowledge on the species uses. Adult informants reported more uses (4 ± 2) than middle-aged (2.41 ± 0.35) and young informants (1.95 ± 0.13). The number of significant uses per plant part was higher for leafy stem (10 uses) and rootstock (2 uses) (Table 1).

By considering the total number of reported uses, people from the Atacora Mountains reported the highest number of uses (9 uses) followed by Bassila district (7 uses), and the South-Borgou district (6 uses) (Table 2). Among the sociolinguistic groups, Waama people exhibited the highest number of uses (7 uses, Table 2). The situation was similar among the farmers (9 uses), breeders (5 uses), illiterates and

Table 1: Use of *Ipomoea beninensis* per plant part and use category in the study area: processing method, form of use, purpose of use in the study area. / Utilisation d'*Ipomoea beninensis* par organe de plante et par catégorie d'utilisation dans la zone d'étude: méthode de transformation, forme d'utilisation, finalité d'utilisation

| Plant part | Use category | Processing Method | Form of use | Purpose of use |
|-----------------------------|------------------|---|--|---|
| Leafy stem | Fodder | Fresh leaves | Grazed directly by ruminants | Fodder |
| | Medicine | Boil leaves (decoction) | Drink the liquid | Fever |
| | | Boil leaves (decoction) | Drink the liquid | Headache |
| | | Boil leaves (decoction) | Give the liquid to baby or lactating mother | Hypocalcemia and immunodeficiency disorders |
| | | Boil leafy stem (decoction) | Drink the liquid | Influenza |
| | | Knead leafy stem and weaverbird (transform leafy stem and weaverbird into ointment) | Transdermal application of ointment | Memory loss |
| | | Dry and transform leafy stem, weaverbird and chameleon in flour | Add a spoon of flour to two spoons of honey, mix and drink two times daily | Memory loss |
| | | Boil leafy stem (decoction) | Drink the liquid | Malaria |
| | | Boil leafy stem (decoction) + potash | Drink the liquid | Prostatitis |
| | | Boil leafy stem (decoction) | Drink the liquid | Varicella |
| Boil leafy stem (decoction) | Drink the liquid | Woman infertility | | |
| Rootstock | Medicine | Add water to crushed rootstock and filter | Drink the liquid | Gonococchia |
| | | Boil rootstock (decoction) | Drink the liquid | Woman infertility |

3.4 Socio-economic factors and use value of *I. beninensis* in its distributional area

The total number of reported uses by informants was comprised between 1 and 6 in the study area (Table 2). Kruskal-Wallis test showed that number of reported uses was not significantly (p = 0.411) different among the three districts (Atacora Mountains: 1.838 ± 1.191), Bassila (2.219 ± 1.263) and South-Borgou (2.160 ± 1.375). The same tendency found for gender (p = 0.137), profession (p = 0.177) and education level (p = 0.284). On the other hand, there was a significant relationship (p < 0.05) between overall knowledge of *I. beninensis* uses and sociolinguistic groups and age categories. Informants belonging to Peulh sociolinguistic group have more knowledge on the species use.

men (12 uses each) and middle-aged (12 uses). A positive correlation (Spearman correlation test r = 0.300; p = 0.003) was found between the age of informants and the number of uses by each informant (Fig. 6).

The Principal Component Analysis (PCA) performed on uses and sociolinguistic groups explained a total variability of 40% on axis the first axis 1 and 34% on second axis (Fig. 7). Analysis of the both figures (a and b) revealed that varicella, fever, gonococchia, prostatitis and headache were significantly (and positively) loaded into the first principal component (Dim1), axis on which Waama and Ottamari informants were strongly and positively associated. Thus,

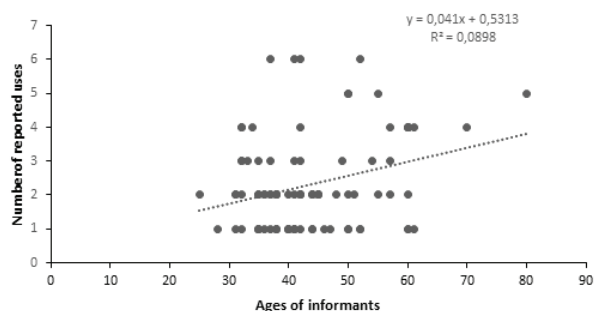


Fig. 6: Correlation between numbers of uses reported and ages of informants. / Corrélation entre le nombre d'utilisations déclarées et l'âge des informateurs.

Waama and Ottamari use *I. beninensis* for treating varicella, fever, gonococchia, prostatitis and headache. In contrast, Peulh and Bariba informants (correlated negatively to axis 1) are unique informants using the plant for the treatment of Malaria, woman infertility and influenza and as fodder (Fig. 7a and b). The principal component 2 (Dim2) positively correlated with immunodeficiency disorders, memory loss and hypocalcemia (Fig 7a) and Gourmantché and Yom (Fig 7b). Thus, the treatment of diseases such as immunodeficiency disorders, memory loss and hypocalcemia by *I. beninensis* is distributed in Gourmantché and Yom.

3.5 Perceptions of habitats and conservation status of *I. beninensis*

Two main habitats were recognized to host *I. beninensis*: woodlands and farmlands/fallows (Fig. 8). *I. beninensis* was reported to regenerate well in natural vegetation. For the majority of informants, exclusively the farmers (69%), the species was scarce in all habitats.

Concerning soil types, *I. beninensis* is exclusively found on two soil types namely ferruginous and lateritic soils (Fig. 9). The majority of the informants (72 %) mentioned ferrugi-

nous soil. All these informants live in Atacora Mountains and Bassila districts.

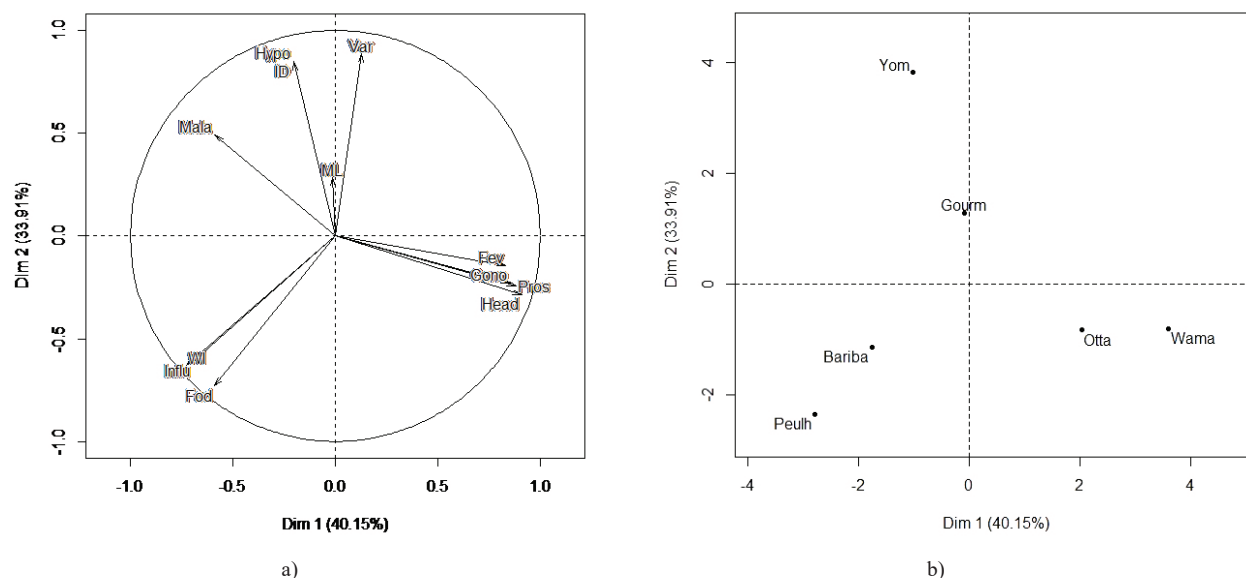
Almost all respondents stated that the population of *I. beninensis* has declined in recent times both in abundance and in distribution. The factors purportedly responsible for this decline were anthropogenic (agriculture, for the preparation of traditional drugs, grazing and urbanisation) and natural (climate change) (Fig. 10).

Agricultural factors contributing towards the decline included the destruction of natural habitats for conversion into cultivated land and by burning, uprooting and removing *I. beninensis* seedlings and saplings during farming activities (Fig. 11). All informants interviewed reported that the species is not conserved within its distribution area.

4 DISCUSSION

4.1 Traditional knowledge and local practices on *I. beninensis*

This study revealed a significant difference of number of uses among ethnic groups and age categories in spite of disproportionate sample which hasn't affected the total number of reported uses (Chi-Sq = 0.202; df. = 1; p = 0.653). Indeed, the Waama sociolinguistic group held the majority of knowledge regarding the high diversity of uses of the species (66.67% of total uses). This sociolinguistic group is mostly found in Tanguiéta and Toucountouna (Atacora chain district), two main localities hosting high abundance of the species. This high use citation observed for the people belonging to main abundance area of the species can be explained by the ecological apparency hypothesis as originally suggested by FEENY (1976). It stipulates that people tend to collect and use plants that are available and easy to find. This situation is similar by considering informants of



Legend: Infl: influenza, WI: woman infertility, Fod: Fodder, Mala: malaria, Fev: fever, Gono: gonococchia, Pros: prostatitis, Head: headache, ID: immunodeficiency disorders, Hypo: Hypocalcemia, ML: Memory loss, Var: Varicella.

Fig. 7: Use of the organs of *Ipomoea beninensis* (a) and its correlation with ethnical groups (b). / Utilisation des organes d'*Ipomoea beninensis* (a) et sa corrélation avec les groupes ethniques (b).

Table 2: Variation of the total number of reported uses according to socio-economic factors.

BD: Bassila District; SBD: South-Borgou District; AMD: Atacora Mountains District; n = number of informants; TNUV: Total number of uses per socio-cultural variable; TNUL: Total number of uses per locality; number in cells and in parenthesis in the cells respectively represents the total number of informants and of uses reported per modality of variable; TNUV bearing different letters were significantly different from others (Proportion test, $\alpha = 0.05$).

| Socio-economic variables | BD (n= 32) | SBD (n= 37) | AMD (n= 45) | | | | TNUV |
|--------------------------|------------|-------------|-------------|------------|-----------|--------------|-----------------|
| | Djougou | Pèrèrè | N'Dali | Natitingou | Tanguiéta | Toucountouna | |
| | (n = 32) | (n =25) | (n = 12) | (n = 8) | (n = 17) | (n = 20) | |
| Ethnic groups | | | | | | | |
| Bariba | - | 3 (2) | 2 (0) | - | - | - | 2 ^b |
| Gourmantché | | | | | 12 (0) | - | 2 ^b |
| Ottamari | | | | 8 (2) | | - | 2 ^b |
| Peulh | | 22 (5) | 10 (2) | | | - | 5 ^{ab} |
| Waama | | | | | 5 (2) | 20 (5) | 7 ^a |
| Yom | 32 (6) | | | | | - | 6 ^{ab} |
| Profession | | | | | | | |
| Breeder | 5 (2) | 14 (5) | 6 (2) | | | 3 (5) | 5 ^{ac} |
| Farmer | 27 (6) | 10 (2) | 5 (1) | 8 (2) | 12 (2) | 17 (2) | 9 ^a |
| Guide | | | | | 5 (3) | - | 3 ^{bc} |
| Healer | | 1 (2) | | | | - | 2 ^{bc} |
| Student | | | 1 (2) | | | - | 2 ^{bc} |
| Education level | | | | | | | |
| None | 28 (5) | 22 (5) | 10 (2) | 7 (1) | 13 (2) | 9 (4) | 11 ^a |
| primary | 5 (3) | 2 (1) | 2 (1) | | 2 (2) | 9 (4) | 7 ^b |
| secondary | | | | | 2 (1) | 2 (1) | 2 ^c |
| University | | | | 1 (2) | | - | 2 ^c |
| Age category | | | | | | | |
| Young (≤ 29 yrs) | 3 (1) | 2 (1) | | | | - | 1 ^c |
| Adult (30–59 yrs) | 27 (5) | 18 (5) | 8 (1) | 8 (1) | 11 (4) | 18 (5) | 12 ^a |
| Old (≥ 60 yrs) | 5 (5) | 4 (2) | 2 (1) | | 6 (1) | 2 (1) | 8 ^b |
| Gender | | | | | | | |
| Men | 24 (5) | 22 (5) | 12 (2) | 6 (1) | 10 (3) | 16 (4) | 12 ^a |
| Women | 8 (4) | 3 (2) | | 2 (1) | 7 (1) | 4 (2) | 7 ^b |
| TNUL | 6 | 5 | 3 | 2 | 4 | 9 | 12 |

Peulh sociolinguistic group, which are transhumant, going over thus several areas. Our study showed an uneven distribution of the knowledge on *I. beninensis*, demonstrating that the species was used among few sociolinguistic groups. Farmers, mostly illiterates and middle-aged and adult men, recognize and frequently utilize the species. The dominance of these people as potential informants could be explained by the existence of the species in farmlands, which facilitates its recognition. This finding fits in with the statement of BELTRÁN-RODRÍGUEZ et al. (2014) that farming is a common activity that provides a particular contribution to ethnobotanical knowledge. Ethnobotanical knowledge about the species is also associated to education. Here, people having received school education hold the lowest number of uses. Many ethnobotanical studies assume that education level (notably university) causes the loss of indigenous languages (among indigenous communities) and associated knowledge (SAYNES-VASQUEZ et al. 2013; DASSOU et al. 2015; KOUCH-

ADÉ et al. 2016; OUACHINOUE et al. 2017). If young people hold the lowest number of uses, this could be explained by the level of formal education that has a negative association with ethnobotanical knowledge (ARIAS 2009). Nevertheless, this is not always true because it also depends on heritage.

With regard to the importance of local names (about 1 name per sociolinguistic group), we conclude that *I. beninensis* is perfectly integrated to the cultural system of the ethnic groups distributed within its repartition area. It is the evidence that each people group hold a particular perception about the species. This observation is not specific to the endemic plant species but it is a general feature of biological resources found in given geographic area, as revealed by ADOMOU et al. (2018). *I. beninensis* plays an interesting role in maintaining the livelihood for most people in the rural communities in its distribution area, whereby its medicinal importance was as important as its fodder use, the species

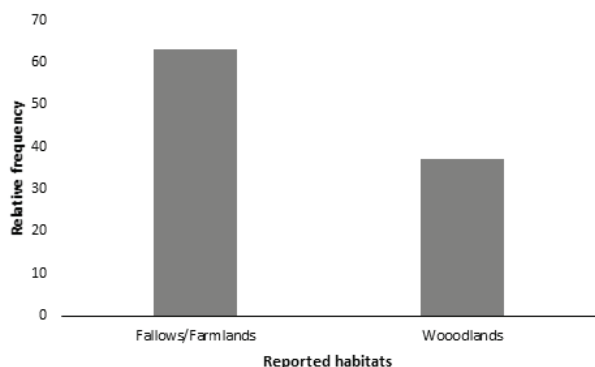


Fig. 8: Percentage distribution of the habitat harbouring *Ipomoea beninensis*. / Répartition en pourcentage de l'habitat abritant *Ipomoea beninensis*.

was cited in the treatment of 12 ailments with varicella, malaria and fever being frequently cited. As our work is the first study on the species, we suggest that phytochemical and pharmacological investigations should be done to reveal effective properties of the species; this will contribute to its potential valorisation.

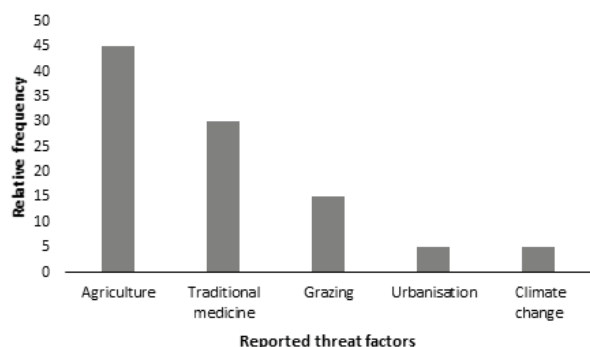


Fig. 10: Percentage distribution of the factors mentioned as responsible for the population decline of *Ipomoea beninensis* in its distributional area. / Répartition en pourcentage des facteurs mentionnés comme responsables pour le déclin de la population d'*Ipomoea beninensis*.

The results showed that leafy stem was the most collected plant part for medicinal purposes across the distributional area. The preference for leafy stem can be attributed to the fact that the leaves (photosynthetic organ) are the biosynthesis source of secondary metabolites. They often contain secondary bioactive compounds that protect against herbivorous (SALIHU et al. 2018). Concerning the rootstock, its use can be associated with the mineral content and of this part of the plant. In general, organs are not harvested based on their availability in the region. In fact, each individual of the species disposes only one rootstock that is eventually harvested entirely. This harvesting method is an important factor in reducing the population of the species. Indeed, the organ over-harvesting for the preparation of medicinal products causes severe ecological impacts on the species. The most determinants are flowers, fruits, seeds, bark of stem and the roots and rhizomes. According to VERMEULEN (2006), over-exploitation of the roots and rhizomes is prejudicial for the individual of the species since this implies systematic destruction of the plant. In the long term, this can reduce the size of the population. Therefore, this kind of use can be regarded as unsustainable. To this, we will add the

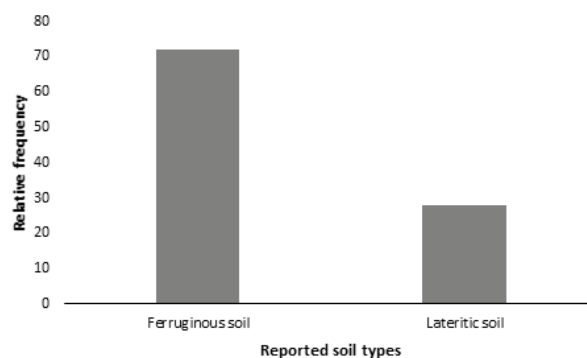


Fig. 9: Percentage distribution of the soil types harbouring *Ipomoea beninensis*. / Répartition en pourcentage des types de sols abritant *Ipomoea beninensis*.

conversion of natural habitats of the species in view of the scale of agricultural activities in the study area. Generally, in Benin, the process of deforestation, which is mainly due to shifting cultivation and timber exploitation, is happening at an alarming rate. During the last decades, vegetation has been vanishing at the rate of 2.3% per year, i.e. 70 000 ha



Fig. 11: *Ipomoea beninensis* growing in a cotton farm at Pèrèrè. / *Ipomoea beninensis* poussant dans une ferme cotonnière à Pèrèrè.

of forest cover every year (FAO 2010). This is particularly true in the distribution area of *I. beninensis*, where the majority of covered areas are reduced to some fragmented areas (*Pers. obser.*).

4.2 Preliminary suggestions for conservation of *I. beninensis*

One of outcomes of our study is to explore how information on local practices and indigenous knowledge on *I. beninensis* can be used in conservation measures and the sustainable management of the species. According to informants, *I. beninensis* has been reported as declining and this situation is due to the conversion of lands where the species is found into farmlands and the over-exploitation of its organs for the treatment of human pathologies and as fodder for animals. As regards these main threats, we suggest that different conservation measures be proposed. First, farmlands where the species is found could be converted to traditional agroforestry systems (on-farm conservation). This strategy, constituting a traditional conservation method, has been adopted for several species notably, that classified as endangered plant species according to the International Union for Nature

Conservation (<https://www.iucnredlist.org/>) and ADOMOU et al. (2011). In these habitats, harvesting of organs of the species may be authorized. In addition, in the natural/semi-natural and degraded lands (forests classified or not, savannahs and fallows), *I. beninensis* could benefit from particular management practices such as assisted natural regeneration, seeding or often sapling transplantation within the farmlands. The classified forest in N'Dali locality and Pendjari Park are the best candidates for supporting the conservation of the species because they already encompass some small remnant populations of the species. Furthermore, Benin authorities must include the species into the act of endangered species because many species protected under the law are on the pathway to recovery. Indeed, legislative attacks constrain citizens to adequately protect the most imperiled species. As far as species organs over-exploitation is concerned, we think that it is possible to substitute rootstocks by leaves for the preparation of medicinal drugs. Actually, we hypothesize that rootstocks and leaves contain same phytochemical compounds and could treat the same pathologies. For this, further laboratory studies are necessary in order to assess the phytochemical compounds and their pharmacological properties. As respects the over-exploitation of leafy stem as forage, it is important to sensitize the breeders on the respect of transhumance corridors. However, application of this measure needs to map current distribution area of the species including different corridors. The implementation of these conservation measures needs the involvement of local communities, scientists and Non-Governmental Organizations managers, other conservation-based agencies and extensionists.

Acknowledgements

We acknowledge the Rufford Small Grant Foundation which supported this work through the grant N° 20742-1. Furthermore we thank all the people of N'Dali, Pèrèrè, Djougou, Natitingou, Tanguiéta and Toucountouna for their cooperation; Eunock do-Régo, Abraham Favi, Donald Djidohokpin, Mathieu Zountangni, and Michel N'Tcha for their assistance in the field.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

REFERENCES

- ADOMOU CA (2005): Vegetation Patterns and Environmental gradients in Benin. Implications for biogeography and conservation. - Ph.D Thesis, Wageningen University, 133p.
- ADOMOU AC (2011): Plants. - In Neuenschwander P, Sinsin B, Goergen G (eds): Nature Conservation in West Africa: Red List for Benin, International Institute of Tropical Agriculture: Ibadan, Nigeria, 21-46.
- ADOMOU AC, DASSOU GH, YÉDOMONHAN H, FAVI GA, OUAACHINOU JM-AS, ABOUDIA MJM & HOUÉNON GAH (2018): Analyse des connaissances traditionnelles et des déterminants relatifs à l'utilisation de *Newbouldia laevis* (P.Beauv.) Seem. (Bignoniaceae) au Sud-Bénin. - Afrique Sci 14 : 194-205.
- AKOËGNINOÛ A & LISOWSKI S (2004) : Notulae Florae Beninensis 2. Un *Ipomoea* (Convolvulaceae) nouveau et un *Thunbergia* (Acanthaceae) nouveau du Bénin. - Systematics Geogr Plants 74: 337-340.
- AKOËGNINOÛ A, VAN DER BURG WJ & VAN DER MAESEN LJG (2006): Flore Analytique du Bénin. - Backhuys Publishers, Leiden, Pays-Bas, 1034p.
- ARIAS B (2009): Diversidad de usos, prácticas de recolección y diferencia según género y edad en el uso de plantas medicinales en Córdoba, Argentina. - Bol Latinoamericana Caribe Plantas Aromáticas 8: 389-401.
- ASSOGBADJO AE, GLÈLÈ KAKAÏ R, ADJALLALA FH, AZIHOÛ AF, VODOUHÈ GF, KYNDT T & CODJIA JTC (2011): Sociolinguistic differences in use value and use patterns of the threatened multipurpose scrambling shrub (*Caesalpinia bonduc* L.) in Benin. - J Med Plants Research 5: 1549-1557.
- BELTRÀN-RODRÍGUEZ L, ORTIZ-SANCHEZ A, MARIANO NA, MALDONADO-ALMANZA B & REYES-GARCÍA V (2014): Factors affecting ethnobotanical knowledge in a mestizo community of the Sierra de Huautla Biosphere Reserve, Mexico. - J Ethnobiol Ethnomed 10: 14. doi: <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-14>.
- BOTHA J, WITKOWSKI ETF & SHACKLETON CM (2004): The impact of commercial harvesting on *Waburgia salutaris* (pepper-bark tree) in Mpumalanga South Africa. - Biodivers Conserv. 13: 1675-1698. <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000029333.72945.b0>.
- CONSERVATION INTERNATIONAL DATABASE (2005). <http://www.biodiversityhotspots.org/>.
- DAGNELIE P (1998) : Statistique théorique et appliquée. Inférence statistique à une et à deux axis, Vol 2. - De Boeck University Press, Bruxelles.
- DASSOU GH, YÉDOMONHAN H, ADOMOU AC, OGNI CA, TOSSOU GM & AKOËGNINOÛ A (2015) : Facteurs socioculturels et environnementaux déterminant la connaissance ethnovétérinaire au Bénin. - Afrique Sci 11: 335-360.
- DO-RÉGO ME (2017): Etude écogéographique, modélisation des habitats favorables et gap de conservation de 15 espèces des parents sauvages des plantes cultivées prioritaires pour la conservation au Bénin. - Master thesis, University of Abomey-Calavi, 49 p. Unpublished.
- ECKERT CG, SAMIS KE & LOUGHEED SC (2008): Genetic variation across species' geographical ranges: the central-marginal hypothesis and beyond. - Molecular Ecol 17: 1170-1188. doi: 10.1111/j.1365-294X.2007.03659.x.
- FANDOHAN AB, MOUTOUAMA JK, BIAOU SSH, GOUWAKINNOU GN, ADOMOU AC (2015). Le réseau d'aires protégées Bénin-Togo assure-t-il la conservation de *Thunbergia atacorensis* (Acanthaceae)? - REV. CAMES 3 (2), 7p.
- FAOSTAT (2010): FAO Statistics Division, <http://faostat.fao.org>.
- GAOÛÉ OG, KOUAGOU M, NATTA AK & GADO C (2017): Response of a tropical tree to non-timber forest products harvest and reduction in habitat size. - PLoS ONE 12, 12p. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183964>.
- GAOÛÉ OG & TICKTIN T (2007): Patterns of harvesting foliage and bark from the multipurpose tree *Khaya senegalensis* in Benin: Variation across ecological regions and its impacts on population structure. - Biol Conserv 137: 424-436. doi: 10.1016/j.biocon.2007.02.020.
- HAHN K, SCHMIDT M, THIOMBIANO A (2018): The Use of Wild Plants for Food: a National Scale Analysis for Burkina Faso (West Africa). - Flora Vegetatio Sudano-Sambesica 21: 25-33.
- HEINRICH J & MOLDENHAUER KM (2002): Climatic and Anthropogenic Induced Landscape Degradations of West Afri-

- can Dry Savanna Environments during the Later Holocene. - *Quaternary International* 93:127–137.
- INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique) (2013): Quatrième recensement général de la population et de l'habitation: Résultats provisoires. - MPPD : Cotonou, Benin.
- IUCN (International Union for the Conservation of Nature): Glossary of definitions. - IUCN, 83p. (www.iucn.org), download on July 29, 2020.
- KOUCHADÉ AS, ADOMOU AC, TOSSOU GM, YÉDOMONHAN H, DASSOU GH & AKOËGNINOU A (2016): Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des maladies infantiles et vendues sur les marchés au sud du Bénin. - *J Animal Plant Sci* 28: 4418-4438.
- OUACHINOUM JM-AS, ADOMOU AC, DASSOU GH, YÉDOMONHAN H, TOSSOU GM & AKOËGNINOU A (2017): Connaissances et pratiques ethnobotaniques en médecines traditionnelles vétérinaire et humaine au Bénin : similarité ou dissemblance? - *J Appl Biosci* 113: 11174-11183.
- POUGET M, YOUSSEF S, MIGLIORE J, JUIN M, MÉDAIL F & BAUMEL A (2013): Phylogeography sheds light on the central–marginal hypothesis in a Mediterranean narrow endemic plant. - *Ann Bot* 112: 1409-1420. doi: 10.1093/aob/mct183.
- SALIHU T, OLUKUNLE JO, ADENUBI OT, MBAOJI C & ZARMA MH (2018): Ethnomedicinal plant species commonly used to manage arthritis in North-West Nigeria. - *South African J Bot* 118: 33-43. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.06.004>
- SAYNES-VÁSQUEZ A, CABALLERO J, MEAVEY J & CHIANG F (2013): Cultural change and loss of ethnoecological knowledge among the Isthmus Zapotecs of Mexico. - *J Ethnobiol Ethnomed* 9:40. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-9-40>
- SEXTON JP, MCINTYRE PJ, ANGERT AL & RICE KJ (2009): Evolution and ecology of species range limits. *Annual Review Ecol, Evol Systematics* 40: 415-436. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120317>
- SCHMIDT IB, MANDLE L, TICKTIN T & GAOUÉ OG (2011): What do matrix population models reveal about the sustainability of non-timber forest product harvest? - *Journal Appl Ecol* 48: 815-826. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.01999.x>
- SCHMIDT M (2018): New species records for the flora of Burkina Faso. - *Flora Vegetatio Sudano-Sambesica*. 21: 3-6. <https://doi.org/10.21248/FVSS.21.55>.
- SCHUMANN K, WITTIG R, THIOMBIANO A, BECKER U & HAHN K (2011): Impact of land-use type and harvesting on population structure of a non-timber forest product-providing tree in a semi-arid savanna, West Africa. - *Biol Conserv* 144: 2369-2376.
- SOUTO T & TICKTIN T (2012): Understanding interrelationships among predictors (age, gender, and origin) of local ecological knowledge. - *Econ Bot* 66: 149-164.
- TICKTIN T (2004): The ecological implications of harvesting non-timber forest products. - *J Appl Ecol* 41: 11-21. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2004.00859.x>.
- VERMEULEN WJ (2006): Sustainable bark harvesting for medicinal use: matching species to prescription. - In "Trees for health – forever - Implementing sustainable medicinal bark use in Southern Africa" Willow Park, Johannesburg, South Africa.
- VODOUHÉ FG, COULIBALY O, GREENE C & SINSIN B (2009): Estimating the Local Value of Non-Timber Forest Products to Pendjari Biosphere Reserve Dwellers in Benin. - *Econ Bot* 63: 397-412. <https://doi.org/10.1007/s12231-009-9102-7>.

Déterminants de l'utilisation de *Acacia auriculiformis* comme bois d'œuvre en Afrique de l'Ouest

Received: 2020-02-16; revised: 2020-10-26; accepted: 2020-11-04

Jesugnon Fifamè Murielle Féty Tonouéwa^{1*}, Eméline Sèssi Pélagie Assèdè^{1,2}, Samadori Sorotori Honoré Biaou^{1,2}

¹ Laboratoire d'Ecologie, de Botanique et de Biologie végétale, Université de Parakou, 03BP 125, Parakou, Bénin

² Département Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123, Parakou, Bénin

* Adresse E-mail: murielle.tonouewa@leb-up.org , tel. +22997113826

Résumé: *Acacia auriculiformis*, un bois énergie, suscite de plus en plus des intérêts de bois d'œuvre au niveau des industriels de bois au Bénin. L'appréciation des performances de l'espèce dans les usines et en plantation est déterminante pour la vulgarisation de l'espèce comme alternative pour mitiger la déforestation en lien avec la demande en bois d'œuvre. L'objectif principal de ce travail est donc d'évaluer les conditions entourant l'adoption de *Acacia auriculiformis* comme espèce de bois d'œuvre au Bénin, Afrique de l'Ouest. Au total, 154 usines de bois et 25 plantations ont été enquêtées dans les zones abritant les plantations à *A. auriculiformis*. *A. auriculiformis* est l'espèce la plus fréquente dans les usines de bois (81%) suivie de *Azelia africana* (55%), *Tectona grandis* (47%) et *Khaya senegalensis* (47%). Les superficies des plantations à *A. auriculiformis* ont augmenté entre 1999 et 2019. Les connaissances sur l'utilisation de ce bois sont variables dans la zone d'étude. Le bois de *A. auriculiformis* est apprécié comme bois d'œuvre parce qu'il présente une couleur esthétique, un séchage rapide, une facilité de mise en œuvre, une imprégnabilité élevée, une densité moyenne à élevée et un bel aspect après mise en œuvre. Cependant, son bois fournit beaucoup de sciure, a beaucoup de nœuds et présente une déformabilité moyenne. Sa disponibilité et son accessibilité sont les principaux facteurs justifiant la préférence de l'espèce par les industriels de bois d'œuvre. Cette forme d'utilisation de l'espèce est également remarquée au Togo, en Côte d'Ivoire. L'espèce présente une bonne perspective d'utilisation comme bois d'œuvre.

Mots clés: *Acacia*, Bénin, bois d'œuvre, motivations, utilisations.

THE USE DETERMINANTS OF *ACACIA AURICULIFORMIS* WOOD AS TIMBER IN WEST AFRICA

Summary: *Acacia auriculiformis*, a firewood, is attracting more interest from the timber industries in Benin. The assessment of the species' performance in wood factories and plantations is crucial for popularizing the species as a viable alternative to mitigate deforestation related to the timber demand. The main objective of this work is therefore to assess the conditions surrounding the adoption of *Acacia auriculiformis* as timber species in Benin, West Africa. A total of 154 wood factories and 25 plantations were surveyed in the areas of occurrence of *A. auriculiformis* plantations. *A. auriculiformis* is the most common species in wood factories (81%) followed by *Azelia africana* (55%), *Tectona grandis* (47%) and *Khaya senegalensis* (47%). The acreage of *A. auriculiformis* plantations increased significantly between 1999 and 2019. Knowledge on the use of the species' wood is variable across the study area. *A. auriculiformis* wood is valued as timber primarily because of its aesthetic colour. It is fast drying, easy to process with high impregnability, medium to high wood density and it looks good after processing. Still, the wood provides a lot of sawdust, has many knots and has an average deformability. Its availability and accessibility are the main factors explaining the preference for the species by timber industries. This use of the species is also noted in Togo and Ivory Coast. The species has a good perspective of use as timber.

Keywords: *Acacia*, Benin, timber, motivation, usage.

KRITERIEN FÜR DIE INDUSTRIELLE NUTZUNG DES HOLZES VON *ACACIA AURICULIFORMIS* IN WESTAFRIKA

Zusammenfassung: *Acacia auriculiformis*, bisher vorwiegend als Brennholz genutzt, stößt in der Holzindustrie in Benin immer mehr auf Interesse. Die Bewertung der Leistung der Arten in Holzfabriken und Plantagen ist entscheidend für die Akzeptanz als praktikable Alternative zur Minderung der Entwaldung im Zusammenhang mit der Holznachfrage. Das Hauptziel dieser Arbeit ist es daher, die Bedingungen für die Einführung von *Acacia auriculiformis* als Nutzholz in Benin, Westafrika, zu bewerten. In den Vorkommensgebieten von *Acacia-auriculiformis*-Plantagen wurden insgesamt 154 Holzfabriken und 25 Plantagen untersucht. *A. auriculiformis* ist die häufigste Art in Holzfabriken (81%), gefolgt von *Azelia africana* (55%), *Tectona grandis* (47%) und *Khaya senegalensis* (47%). *A.-auriculiformis*-Plantagen nahmen zwischen 1999 und 2019 erheblich an Fläche zu. Das Wissen über die Verwendung des Holzes der Art ist im gesamten Untersuchungsgebiet unterschiedlich. *A.-auriculiformis*-Holz wird vor allem wegen seiner ästhetischen Farbe geschätzt. Es ist schnell trocknend, leicht zu verarbeiten, besitzt hohe Schädlingsresistenz, hat eine mittlere bis schwere Holzdichte und sieht nach der Verarbeitung gut aus. Das Holz liefert viel Sägemehl, hat viele Knoten und eine durchschnittliche Verformbarkeit. Verfügbarkeit und Zugänglichkeit sind die Hauptfaktoren, die die Präferenz der Holzindustrie für eine Art erklären. Die Verwendung der Art ist auch in Togo und der Elfenbeinküste bekannt. Für die Verwendung ihres Holzes bestehen in Westafrika also gute Perspektiven.

Schlagworte: Akazie, Benin, Holznutzung, Motivation, Nutzungskriterien.

1 INTRODUCTION

Le marché du bois d'œuvre est en perpétuelle évolution. Ce marché était marqué essentiellement au 20^{ème} siècle par des essences comme *Milicia excelsa*, *Azelia africana*, *Pterocarpus erinaceus* (BERTRAND 1978, GLÈLÈ-KAKAÏ et al. 2008), très appréciées pour leurs caractéristiques technologiques élevées (GÉRARD 1998). Mais, face à la rareté de ces dernières (ADOMOU 2005), au 21^{ème} siècle plusieurs autres essences de bois d'œuvre autochtones comme *Isobertinia doka*, *Diospyros mespiliformis* (SOKPON & BIAOU 2002) et exotiques comme *Tectona grandis* (GANGLO 1999) ont fait leur apparition sur le marché du bois d'œuvre. Le marché de bois s'est orienté notamment vers les nouvelles essences porteuses, principalement celles à croissance rapide (TEMGOUA et al. 2011). Les essences à croissance rapide ont une productivité élevée, des caractéristiques technologiques bonnes ou moyennes, une bonne séquestration de carbone et permettent un renouvellement du couvert forestier en un temps relativement court, une augmentation de la rentabilité forestière, une satisfaction très rapide de la demande, etc (GNAHOUA & LOUPPE 2003a, N'GUESSAN et al. 2006, ARIAS et al. 2011).

Acacia auriculiformis est une essence à croissance rapide, cultivée pour son bois et pour la fertilisation des sols (ASIF et al. 2017). Elle a été introduite dans plusieurs pays Ouest africains dans les années 1980 (COSSALTER 1986; AKOUEHOU et al. 2012). Elle est une essence de plantation ayant des potentialités de bois énergie, de pâte à papier et de bois d'œuvre (GOEL & BEHL 1996; SAHRI et al. 1998). En Asie, les études sur l'espèce étaient beaucoup plus orientées vers les caractéristiques de croissance, la rectitude du fût, la variabilité génétique de l'espèce (TURNBULL 1997; HAI et al. 2008). L'amélioration des caractéristiques technologiques de l'espèce pour son utilisation comme bois d'œuvre a commencé en 2008 (CHOWDHURY et al. 2009, HAI et al. 2010). Toutefois, l'ensemble des pays de l'Afrique de l'Ouest et Centrale utilise essentiellement le bois de *Acacia auriculiformis* comme charbon de bois et comme bois de feu (BISIAUX et al. 2009; GNAHOUA et al. 2014; PROCES et al. 2017). Les plantations de l'espèce installées au Bénin et dans la sous-région ont ainsi pour vocation première la fourniture de bois énergie. Cependant, ce bois se retrouve de plus en plus en ébénisterie (RADJI & KOKOU 2013) pour la satisfaction des besoins en bois d'œuvre.

En ethnobotanique, plusieurs théories permettent d'expliquer le choix d'une essence pour une fonction donnée. Par exemple, la théorie de la sélection non-aléatoire (MOERMAN 1979) suggère que les espèces ne sont pas sélectionnées au hasard pour une fonction donnée. Les espèces appartenant à une même famille, donc partageant certaines caractéristiques héritées d'ancêtres communs sont susceptibles d'avoir des utilisations similaires. Ainsi le choix d'utiliser *A. auriculiformis* comme bois d'œuvre pourrait découler de sa ressemblance phylogénique avec des espèces/familles classiquement reconnues comme bois d'œuvre. Dans le même ordre d'idée, la théorie utilitaire des plantes suggère que la valeur d'utilisation que les populations locales associent à une espèce est uniquement fonction des traits de l'espèce (PHILLIPS & GENTRY 1993, GAOUÉ et al. 2017). Ainsi, la motivation principale pour le choix d'une

essence comme bois d'œuvre s'appuierait exclusivement sur ses caractéristiques physico-mécaniques (SAHRI et al. 1998, RAYMOND 2002, APIOLAZA 2009). D'autres paramètres telles que l'esthétique, la facilité de mise en œuvre, l'absence de nœuds sont tout aussi importants pour un bois d'œuvre (ALIX 2007). Cependant d'autres approches indiquent que la disponibilité d'une espèce et son accès facile peuvent expliquer le choix d'une espèce pour son bois ou autres utilisations (VROH et al. 2014, DE OLIVEIRA TRINDADE et al. 2015). La facilité d'accès peut concerner le coût d'accès; un bois moins cher sera facilement adopté pour fournir du bois d'œuvre. De même, la productivité de l'essence, sa croissance en plantation, sont des paramètres de choix (NDONGO et al. 2009). En définitive, la meilleure essence serait celle qui fait le consensus sur la plupart, voire la totalité, de ces paramètres.

Ainsi cette étude a pour objectif principal d'évaluer les conditions entourant l'adoption de *Acacia auriculiformis* comme espèce de bois d'œuvre au Bénin. Les hypothèses émises pour y arriver sont:

H1: Les caractéristiques physiques et technologiques de *Acacia auriculiformis* sont les principaux facteurs de motivation en faveur de son adoption comme espèce de bois d'œuvre au Bénin.

H2: L'utilisation accrue de *Acacia auriculiformis* comme bois d'œuvre est influencée principalement par les critères de disponibilité et d'accessibilité de l'espèce.

2 MÉTHODES

2.1 Milieu d'étude

L'étude a été conduite au Sud-Bénin (Fig. 1) au niveau des communes de Toffo, de Ouidah; de Abomey-Calavi et de Sèmè-Kpodji. Ces communes ont été choisies parce qu'elles abritent le plus grand nombre de plantations à *Acacia auriculiformis* au Bénin.

2.2 Description de l'espèce

Acacia auriculiformis A. Cunn. ex Benth. fait partie de la famille des fabacées. Son nom commercial dans les usines de bois est acacia. Il a un pouvoir calorifique élevé et brûle bien comme charbon de bois ou bois de feu (MIDGLEY & BEADLE 2007). Le bois de *A. auriculiformis* est également utilisé en ébénisterie et présente un bel aspect. Il est excellent dans la construction, l'artisanat et la confection des meubles (GNAHOUA & LOUPPE 2003a).

2.3 Collecte et analyse des données

2.3.1 Echantillonnage des usines de bois

Au total, 154 usines de bois (dont 70 scieries et 84 menuiseries) ont été enquêtées.

La liste des scieries de bois a été obtenue au niveau de l'administration forestière et complétée sur le terrain (Tab. 1). Ainsi, 18 scieries non enregistrées au niveau de l'administration forestière ont été rencontrées sur le terrain et enquêtées. Les scieries non enquêtées sont celles

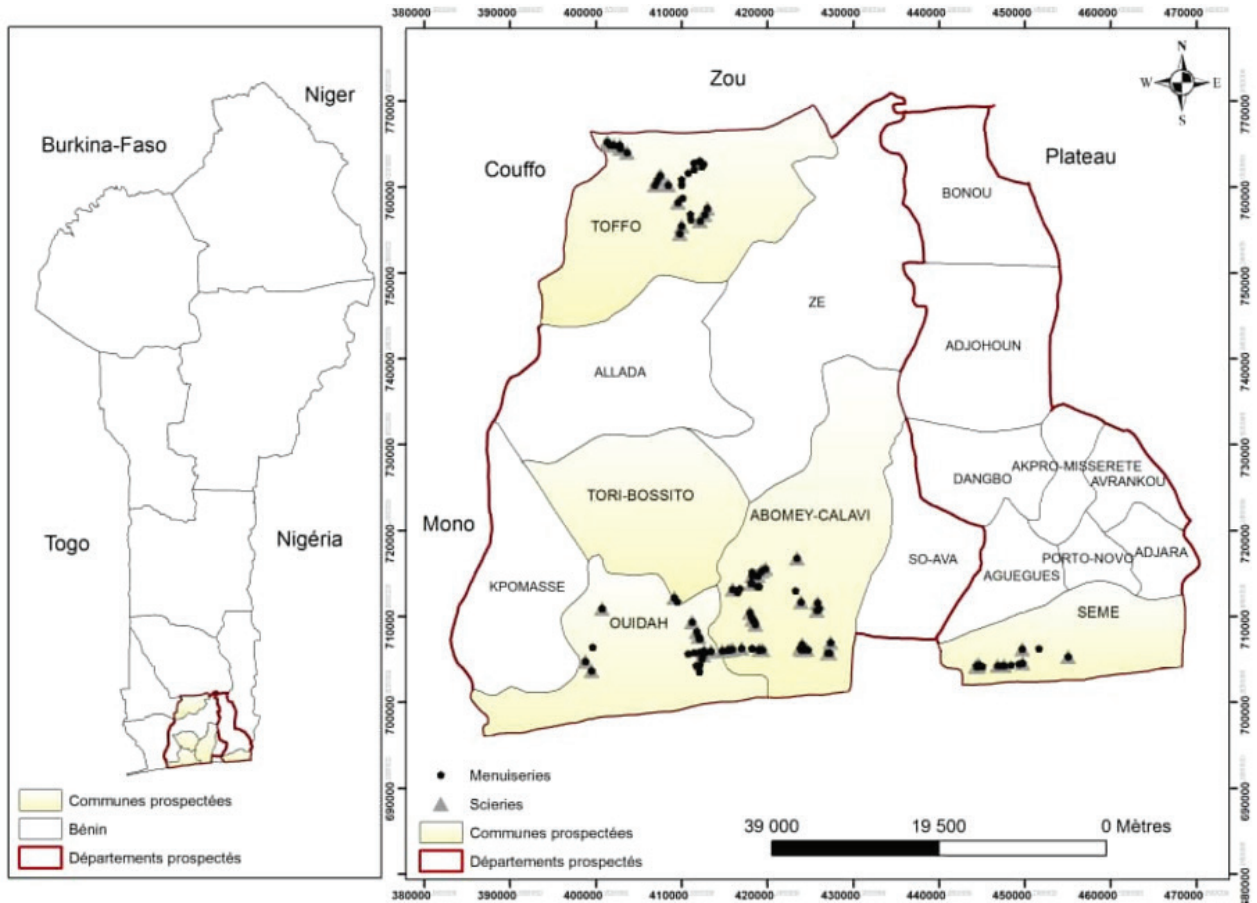


Fig. 1: Carte de la zone d'étude montrant la localisation des menuiseries et scieries de bois enquêtées au Sud-Bénin. / Map of study area showing the location of the joinery and sawmills surveyed in Southern Benin.

n'exerçant plus dans le secteur (5) et celles qui n'étaient pas disponibles pour les interviews (25).

L'échantillonnage par boule de neige a été adopté pour enquêter les menuiseries (les scieries indiquent les menuisiers qui viennent scier les bois chez eux) (Tableau 1). Ainsi, 5 menuiseries ont été identifiées et enquêtées à Sèmè-Kpodji, 25 à Abomey-Calavi, 31 à Ouidah et 23 à Toffo.

2.3.2 Utilisations de *Acacia auriculiformis* et appréciation de ses caractéristiques physiques et technologiques par les usines de bois

La proportion d'usines utilisant *Acacia auriculiformis* comme bois d'œuvre (fréquence relative de l'espèce) a été calculée avec la Formule 1.

Formule 1:

$$\text{Fréquence relative de l'espèce} = \frac{\text{nombre d'usines utilisant l'espèce}}{\text{nombre total d'usines de la zone concernée}} \times 100$$

Tableau 1: Répartition du nombre de scieries, menuiseries et plantations enquêtées par commune. / Distribution of the number of sawmills, joinery and plantations surveyed by municipality.

| Commune | scieries répertoriées* | Scieries enquêtées | | | Menuiseries enquêtées | Plantations privées répertoriées* | Plantations publiques existantes | Plantations publiques enquêtées | Plantations privées enquêtées |
|---------------|------------------------|---|----------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| | | Scieries répertoriées* en activité et disponibles | Scieries non répertoriées* | scieries enquêtées | | | | | |
| Sèmè-Kpodji | 9 | 8 | 1 | 9 | 5 | 8 | 1 | 1 | 3 |
| Ouidah | 19 | 19 | 0 | 19 | 31 | 116 | 1 | 1 | 7 |
| Abomey-Calavi | 35 | 13 | 9 | 22 | 25 | 144 | 1 | 1 | 6 |
| Toffo | 19 | 12 | 8 | 20 | 23 | 88 | 1 | 1 | 5 |
| Total | 82 | 52 | 18 | 70 | 84 | 356 | 4 | 4 | 21 |

*répertoriés par l'administration forestière/*listed by the forestry administration

Les caractéristiques physiques et technologiques de *Acacia auriculiformis* ont été ensuite évaluées par les usiniers en tenant compte de l'appréciation générale de leurs clients et de leurs connaissances professionnelles/empiriques de ce bois. Pour chaque caractéristique évaluée, la proportion d'usines ayant choisi un critère donné a été calculée avec la Formule 2.

Formule 2:

$$\text{Fréquence relative d'un critère} = \frac{\text{nombre d'usines ayant choisi un critère d'appréciation}}{\text{nombre total d'usines de la zone concernée}} \times 100$$

Au total, neuf (9) caractéristiques de *Acacia auriculiformis* ont été évaluées:

- La couleur du bois: les couleurs disponibles dans les usines sont notées, la préférence par couleur et les motifs de préférence sont notés. Les critères d'appréciation utilisés sont: 0 = sans appréciation, 1 = couleur non appréciée, 2= couleur appréciée;
- La présence de nœuds: les nœuds présents sur le bois sont souvent liés aux branches qui poussent sur le tronc. Un bois présentant beaucoup de nœuds peut être déprécié pour des usages en flexion. Toutefois, selon la forme des nœuds et leurs répartitions sur le bois, ils peuvent être très esthétiques sur les ouvrages. Les critères d'appréciation utilisés sont: 0 = sans appréciation, 1 = beaucoup de nœuds sur le bois, 2= rareté de nœuds sur le bois;
- La production de sciure: pendant la mise en œuvre, certains bois peuvent produire plus de sciure que d'autres. La forte production de sciure indique qu'il y a une perte élevée du bois pendant l'usinage. Les critères d'appréciation utilisés sont: 0 = sans appréciation, 1= production de beaucoup de sciure pendant la mise en œuvre, 2 = production de peu de sciure pendant la mise en œuvre;
- La facilité de mise en œuvre: le bois en raison de l'agencement des fibres, de sa composition anatomique, chimique et de ses propriétés physiques peut être difficile à usiner. En menuiserie, les bois difficiles à mettre en œuvre exigent une énergie de travail supplémentaire et ne sont pas très appréciés. Les critères d'appréciation utilisés sont: 0 = sans appréciation, 1= difficulté de mise en œuvre, 2= Facilité de mise en œuvre;
- L'imprégnabilité du bois: elle représente la capacité d'un bois à être peint, verni ou à se laisser pénétrer par un produit de préservation. Certains bois en raison de leurs caractéristiques anatomiques (bois poreux ou non) peuvent être imprégnables ou non. Les critères d'appréciation utilisés sont: 0 = sans appréciation, 1= difficilement imprégnable, 2= facilement imprégnable;
- La facilité de séchage du bois: le séchage du bois est important avant sa mise en œuvre. Un bois qui se sèche lentement peut ne pas être bien séché. En raison du manque de bois dans les usines, les usiniers sont souvent impatients dans l'attente du séchage du bois. Il n'existe souvent pas un matériel de séchage du bois dans les usines et les bois sont séchés à l'air libre. Les usiniers ont des méthodes empiriques de reconnaissance de bois séchés à travers la couleur, l'odeur, l'aspect, le temps de séchage

mais les analyses montrent que le bois n'est pas souvent séché à un taux d'humidité optimal (TONOUÉWA et al. 2013). Les critères d'appréciation utilisés sont: 0= sans appréciation, 1= séchage lent, 2 = moyennement rapide, 3= rapide;

- La densité du bois: c'est la première caractéristique pour apprécier l'utilisation d'un bois (GÉRARD et al. 1998). Les usiniers par expérience savent facilement comparer les bois entre eux, ils reconnaissent bien les bois de densité élevée en raison de la lourdeur du bois. Les critères d'appréciation utilisés sont: 0= sans appréciation, 1= bois léger, 2= bois mi-lourd, 3= bois lourd;
- La déformabilité du bois: En raison du caractère anisotrope, élastique et hygroscopique du bois, on note des variations dimensionnelles et des déformations du bois dans des conditions de variation d'humidité et de température (Gérard et al. 1998). Suivant les propriétés génétiques et anatomiques des différentes essences, certaines sont plus susceptibles de se déformer que d'autres. Les critères d'appréciation utilisés sont: 0= sans appréciation, 1= déformation courante, 2= déformation moyenne, 3 = déformation rare;
- L'aspect après mise en œuvre: l'aspect que présentent les ouvrages en bois est très important pour les utilisateurs de bois. La forte adoption d'un bois pour son usage courant comme mobiliers de maison et de bureau est en partie liée à son potentiel esthétique. Les critères d'appréciation utilisés sont: 0= sans appréciation, 1= peu apprécié, 2= moyennement apprécié, 3= apprécié, bois d'avenir.

2.3.3 Disponibilité et accessibilité des essences de bois d'œuvre dans les usines

Au niveau de chaque usine de bois, nous avons recensé l'ensemble des essences de bois d'œuvre utilisées. La proportion d'usines utilisant chaque essence a été calculée avec la Formule 3.

Formule 3:

$$\text{Fréquence relative d'une espèce} = \frac{\text{Nombre total d'usines utilisant l'espèce}}{\text{Nombre total d'usines}} \times 100$$

En ce qui concerne la disponibilité et l'accessibilité des essences de bois d'œuvre, les informations suivantes ont été collectées dans chaque usine enquêtée et les statistiques descriptives (moyennes et intervalle de variation) ont été présentées par essence, par scierie et par commune:

- Les dimensions de chaque essence dans les usines ont été notées afin d'apprécier l'intervalle de variation de la longueur, de la largeur et de la hauteur des madriers;
- La forme dominante (bille ou madrier) du bois de chaque essence;
- L'année de début d'utilisation de *A. auriculiformis* comme bois d'œuvre;
- Le prix moyen d'achat par dimension des essences;
- La quantité (m3) moyenne de bois des essences préférées utilisées annuellement.

Les essences préférées (très demandées) des clients ont été également renseignées. Une analyse factorielle des

correspondances (AFC) à partir du logiciel R a permis de montrer les essences de bois préférées par commune d'étude.

2.3.4 Evolution des plantations à *Acacia auriculiformis* au Bénin

Afin de déterminer l'évolution des plantations à *Acacia auriculiformis* au Bénin, des enquêtes ont été menées au niveau de 25 plantations (Tableau 1), dont 4 plantations publiques (domaniales) et 21 plantations privées.

Dans un premier temps, des enquêtes ont été effectuées au niveau des plantations domaniales de la zone d'étude. A Abomey-Calavi, on note la plantation domaniale de Ouèdo; à Ouidah, la plantation domaniale de Pahou; à Toffo, la plantation domaniale de la Lama et à Sèmè-Kpodji, la plantation domaniale de Sèmè-Kpodji. Nous avons fait une enquête au niveau de l'administration forestière pour connaître l'historique des plantations, la dynamique d'évolution des superficies à *Acacia auriculiformis*. Les documents existants ont été étudiés (PROJET BOIS DE FEU PHASE2 2010a, b, c; PROJET PLANTATION DE BOIS DE FEU DANS LE SUD-BÉNIN 1999c). Ces documents renseignent sur les superficies des plantations à *Acacia auriculiformis* à partir des inventaires systématiques effectués en 1999, 2008. Les inventaires de 1999 reposent sur les plantations mises en place depuis 1987 par le projet bois de feu. Des prévisions de plantations attendues pour 2019 ont été élaborées dans les plans d'aménagements. Pour connaître l'état des superficies actuelles des plantations de l'espèce, des renseignements ont été pris au niveau des gestionnaires des forêts.

Dans un deuxième temps, nous avons obtenu une liste des plantations privées installées grâce au projet bois de feu phase 2 au niveau des 4 communes d'études (Abomey-Calavi, Ouidah, Sèmè-Kpodji et Toffo). Les superficies de l'ensemble des 356 plantations (Tableau 1) ont été obtenues. Nous avons ensuite enquêté 21 planteurs privés. Ce faible nombre de planteurs enquêtés est dû à l'absence d'une association de planteurs privés d'*Acacia auriculiformis*, les planteurs sont très dispersés dans la zone d'étude, Certains vivent dans une commune autre que celle qui abrite leur plantation. L'état d'évolution des superficies des plantations, l'évolution de la demande du bois de cette essence, le futur de ces plantations et les difficultés rencontrées par les planteurs ont été renseignés.

3 RÉSULTATS

3.1 Utilisations de *Acacia auriculiformis* et appréciation de ses caractéristiques physiques et technologiques dans les usines de bois

Le bois de *Acacia auriculiformis* est utilisé dans 81% de l'ensemble des usines de bois enquêtées. Toutefois, il est plus fréquent dans les communes de Toffo (88%) et Ouidah (86%) qu'à Sèmè-kpodji (79%) et Abomey-Calavi (70%).

Les caractéristiques de *A. auriculiformis* les plus appréciées par les usiniers comprennent: la couleur du bois (83%), la facilité de mise en œuvre du bois (75%), l'aspect du bois après mise en œuvre est apprécié (72%), le séchage rapide

du bois (66%), la bonne imprégnabilité du bois (52%) et la densité du bois mi-lourd (40%) à lourd (38%).

La couleur du bois de *A. auriculiformis* est un paramètre important pour les usiniers du bois (Tab. 1). Dans les usines, le bois est connu sous trois couleurs (Fig. 2). Les couleurs blanche, rouge et noire. Suivant le classement des usiniers, lorsque le bois est jeune (faible diamètre), il est blanc, il présente une déformabilité élevée, une densité faible et est peu apprécié en menuiserie. Le bois devient rouge à un âge avancé (diamètre en moyenne entre 15 - 25 cm) avec une déformabilité moyenne, une densité moyenne et est apprécié en menuiserie. Quand le bois devient âgé, le bois a une couleur noire, il est très dense et présente une faible déformabilité. Ce bois n'est pas apprécié en menuiserie et est plus utilisé en artisanat.

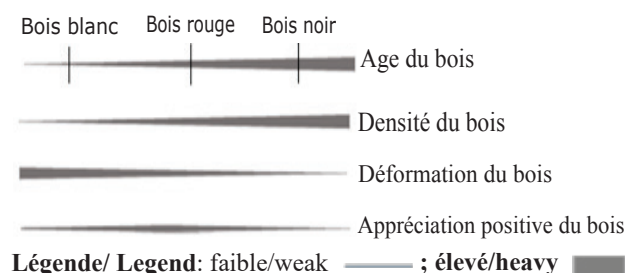


Fig. 2: Appréciation du bois de *Acacia auriculiformis* dans les usines à partir de sa couleur; en lien avec son âge, sa densité et sa déformabilité. / Assessment of *Acacia auriculiformis* wood in factories from its color; related to its age, density of wood and deformability.

La comparaison des caractéristiques technologiques du bois de *Acacia auriculiformis* par zone (Tab. 2) indique, qu'à Ouidah, les usiniers ont une meilleure appréciation de son bois. Dans cette zone, la couleur du bois de *A. auriculiformis* est apprécié, il est qualifié d'un bois qui présente peu de nœuds, produit peu de sciure, a une facilité de mise en œuvre, une bonne imprégnabilité, un séchage rapide, un bois mi-lourd à lourd, une déformation moyenne à élevée et un bel aspect après la mise en œuvre. En dehors de Ouidah, les communes de Abomey-Calavi et Toffo viennent au deuxième rang dans l'appréciation positive du bois de cette essence. Mais dans ces deux communes, *A. auriculiformis* est connue comme présentant beaucoup de nœuds et produisant beaucoup de sciure.

A Sèmè-Kpodji, le bois de *A. auriculiformis* a une appréciation moins bonne. Sa couleur est d'une part, peu appréciée et d'autre part, appréciée. Ils le reconnaissent comme un bois ayant beaucoup de nœuds, produisant beaucoup de sciure. Il présente une imprégnabilité faible à élevée, une densité faible, moyenne à élevée, une facilité de mise en œuvre, un séchage rapide. L'espèce présente une forte déformation et est peu apprécié.

En général, dans l'ensemble des zones, l'espèce présente, une facilité de mise en œuvre, une bonne imprégnabilité mais le bois a beaucoup de nœuds et produit beaucoup de sciure à l'usinage. Il sèche vite et sa densité est moyenne à élevée. La déformation est moyenne et peut dans certains cas être faible ou élevée. Le bois de cette essence présente un bel aspect après la mise en œuvre. Il est considéré comme un bois d'avenir dans les usines.

Tableau 2: Fréquences de citations (%) par niveau d'appréciation des caractéristiques physiques et technologiques du bois de *Acacia auriculiformis* dans les usines de bois de quatre communes du Sud Bénin. / Frequency of citations (%) by level of appreciation of the physical and technological characteristics of *Acacia auriculiformis* wood in factories of four communes in South Benin.

| Commune | Appréciation | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|-------------------|----------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|---------------------|----------------------------|
| | Couleur du bois | Présence de nœuds | Production de sciure | Facilité de mise en œuvre | Imprégnabilité du bois | Séchage du bois | Densité du bois | Déformation du bois | Aspect après mise en œuvre |
| Abomey-calavi | 4,3 | 12,8 | 12,8 | 4,3 | 29,8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ouidah | 10 | 18 | 20 | 14 | 16 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Sèmè-kpodji | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Toffo | 23,3 | 23,3 | 23,3 | 27,9 | 74,4 | 23,3 | 23,3 | 25,6 | 23,3 |
| Ensemble des 4 communes | 11 | 16,2 | 8,4 | 13 | 35,1 | 7,1 | 7,1 | 7,8 | 7,1 |
| Abomey-calavi | 0 | 87,2 | 83 | 2,1 | 4,3 | 0 | 12,8 | 19,1 | 2,1 |
| Ouidah | 6 | 18 | 18 | 16 | 14 | 4 | 22 | 18 | 20 |
| Sèmè-kpodji | 42,9 | 71,4 | 92,9 | 14,3 | 50 | 0 | 35,7 | 78,6 | 64,3 |
| Toffo | 0 | 62,8 | 74,4 | 14 | 9,3 | 7 | 2,3 | 23,3 | 4,7 |
| Ensemble des 4 communes | 5,8 | 27,3 | 31,2 | 11,7 | 13 | 3,2 | 14,9 | 24,7 | 13,6 |
| Abomey-calavi | 95,7 | 0 | 4,3 | 93,6 | 66 | 51,1 | 78,7 | 80,9 | 17 |
| Ouidah | 84 | 64 | 62 | 70 | 70 | 10 | 38 | 24 | 2 |
| Sèmè-kpodji | 57,1 | 28,6 | 7,1 | 85,7 | 50 | 14,3 | 21,4 | 14,3 | 0 |
| Toffo | 76,7 | 14 | 2,3 | 58,1 | 16,3 | 11,6 | 4,7 | 30,2 | 7 |
| Ensemble des 4 communes | 83,1 | 56,5 | 60,4 | 75,3 | 51,9 | 23,4 | 39,6 | 42,9 | 7,1 |
| Abomey-calavi | - | - | - | - | - | 48,9 | 8,5 | 0 | 80,9 |
| Ouidah | - | - | - | - | - | 84 | 38 | 56 | 78 |
| Sèmè-kpodji | - | - | - | - | - | 85,7 | 42,9 | 7,1 | 35,7 |
| Toffo | - | - | - | - | - | 58,1 | 69,8 | 20,9 | 65,1 |
| Ensemble des 4 communes | - | - | - | - | - | 66,2 | 38,3 | 24,7 | 72,1 |

Appréciation : 0 = sans appréciation spécifique ; Mise en œuvre : 1= difficulté de mise en œuvre, 2= Facilité de mise en œuvre ; Nœuds : 1= beaucoup de nœuds sur le bois , 2= rareté de nœuds sur le bois; Production de sciure : 1= production de beaucoup de sciure pendant la mise en œuvre, 2= production de peu de sciure pendant la mise en œuvre; Imprégnabilité : 1= difficilement imprégnable, 2= facilement imprégnable ; Couleur : 1 = couleur non appréciée, 2= couleur appréciée ; Séchage du bois : 1=lent, 2 = moyennement rapide, 3= rapide ; Densité du bois : 1= bois léger, 2= bois mi-lourd, 3= bois lourd ; Déformation du bois : 1= déformation courante, 2= déformation moyenne, 3 = déformation rare; Aspect du bois après mise en œuvre : 1= peu apprécié, 2= moyennement apprécié, 3= apprécié, bois d'avenir ; - = non prise en compte.

Appreciation : 0 = without specific appreciation ; Implementation : 1 = difficulty of implementation, 2 = ease of implementation; Knots: 1 = lots of knots on wood, 2 = rarity of knots on wood; Sawdust production: 1 = production of a lot of sawdust during the implementation, 2 = production of a little sawdust during the implementation; Impregnation: 1 = difficult to impregnate, 2 = easily impregnable; Color: 1 = color not appreciated, 2 = color appreciated; Wood drying: 1 = slow, 2 = moderately fast, 3 = fast; Wood density: 1 = light wood, 2 = medium-heavy wood, 3 = heavy wood; Wood deformation: 1 = current deformation, 2 = average deformation, 3 = rare deformation; Appearance of the wood after implementation: 1 = not appreciated, 2 = moderately appreciated, 3 = appreciated, wood of the future; - = not taken into account

L'analyse d'une part des fréquences relatives de *A. auriculiformis* dans les usines et d'autre part de l'appréciation du bois de cette essence dans chaque zone montre qu'il y a une association entre l'utilisation de ce bois et les connaissances de ses caractéristiques technologiques. Dans la commune de Ouidah on note une fréquence relative élevée de l'espèce dans les usines et une meilleure appréciation des caractéristiques de cette espèce. Cependant à Sèmè-kpodji, la fréquence relative de l'espèce dans les usines est plus ou moins élevée mais les usiniers n'ont pas une meilleure appréciation de ses caractéristiques technologiques.

3.2 Disponibilité et accessibilité des essences de bois d'œuvre

Au total, 19 essences (Tab. 3) sont communément utilisées comme bois d'œuvre dans les scieries du Sud-Bénin; ces essences sont réparties en 12 familles. La famille la plus représentée est celle des Fabaceae qui regroupe *Acacia auriculiformis*, *Pterocarpus erinaceus* et *Prosopis africana*. On note 8 essences prioritaires (essences très fréquentes et disponibles dans les usines de bois) de bois d'œuvre dans les usines: *Acacia auriculiformis*, *Azelia africana*, *Tectona grandis*, *Khaya senegalensis*, *Diospyros mespiliformis*, *Gmelina arborea*, *Pterocarpus erianaceus* et *Isobertia doka*. Les essences traditionnellement connues sont *Azelia africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Khaya senegalensis*, *Tectona grandis* et *Diospyros mespiliformis*. Celles émergentes

Tableau 3: Essences de bois d'œuvre utilisées dans les usines de bois du Sud-Bénin. / Timber species used in wood factories in South Benin.

| Nom d'usage dans les usines | Essence de bois d'œuvre | Famille | Fréquence relative de l'espèce (%) | Forme exploitée | Longueur (m) | Diamètre ou largeur (m) | Épaisseur (m) |
|-----------------------------|--|-----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|-------------------------|---------------|
| Acacia | <i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn. ex Benth. | Fabaceae | 81,17 | Bille | 1 - 2.3 | 0.1 - 0.65 | |
| Afzelia | <i>Afzelia africana</i> Smith ex Pers. | Caesalpiniaceae | 55,19 | Madrier | 2 - 4 | 0.1 - 0.3 | 0.1 - 0.3 |
| Teck | <i>Tectona grandis</i> Linn. f. | Verbenaceae | 46,75 | Bille | 2 - 4 | 0.08 - 0.35 | |
| Acajou ou Cailcedrat | <i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A. Juss. | Meliaceae | 46,75 | Madrier | 2 - 2.3 | 0.1 - 0.3 | 0.1 - 0.3 |
| Ebène | <i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. ex A. Rich. | Ebenaceae | 38,31 | Madrier | 2 - 4 | 0.08 - 0.3 | 0.08 - 0.3 |
| Gmelina | <i>Gmelina arborea</i> Roxb. | Verbenaceae | 27,27 | Bille | 2 - 2.3 | 0.2 - 0.4 | |
| Kosso | <i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir | Fabaceae | 25,32 | Madrier | 2 - 2.3 | 0.1 - 0.3 | 0.1 - 0.3 |
| Kpakpa ou kpakpatin | <i>Isobrerlinia doka</i> Craib & Stapf | Caesalpiniaceae | 17,53 | Madrier | 2 - 4 | 0.08 - 0.3 | 0.08 - 0.3 |
| Neem ou kinine | <i>Azadirachta indica</i> A. Juss | Meliaceae | 7,14 | Madrier | 4 | 0.1 - 0.3 | 0.1 - 0.3 |
| Iroko ou loko | <i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C.Berg. | Moraceae | 4,55 | Madrier | 2 | 0.2 - 0.25 | |
| Eucalyptus | <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh | Myrtaceae | 3,25 | Madrier | 2 - 4 | 0.2 - 0.35 | 0.2 - 0.35 |
| faux acajou | <i>Cedrela odorata</i> L | Méliaceae | 2,6 | Madrier | 2 | 0.1 - 0.35 | 0.1 - 0.35 |
| bois blanc Antiaris | <i>Antiaris africana</i> Engl | Moraceae | 2,6 | Madrier | 4 | 0.1 - 0.3 | 0.1 - 0.3 |
| Acajou fruit | <i>Anacardium occidentales</i> L | Anacardiaceae | 1,95 | Madrier | 2 - 4 | 0.1 - 0.3 | 0.1 - 0.3 |
| bois sapin | <i>Abies alba</i> Mill | Pinaceae | 1,95 | Planche | 2 - 4 | 0.1 - 0.3 | 0.1 - 0.3 |
| Ceiba | <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn | Bombacaceae | 1,95 | Madrier | 4 | 0.1 - 0.3 | 0.1 - 0.3 |
| hetin | <i>Xanthoxylum zanthoxyloides</i> (Lam.) Zepern. et Timler | Rutaceae | 0,65 | Madrier | 2 | 0.1 - 0.3 | 0.1 - 0.3 |
| Avocatier | <i>Persea americana</i> Mill | Lauraceae | 0,65 | Madrier | 2 - 4 | 0.1 - 0.3 | 0.1 - 0.3 |
| Agnignin | <i>Prosopis africana</i> Guill et Perr | Fabaceae | 0,65 | Madrier | 2 - 2.3 | 0.1 - 0.3 | 0.1 - 0.3 |

et récentes sont: *Isobrerlinia doka*, *Gmelina arborea* et *Acacia auriculiformis*. Les 11 autres essences (Tableau 3) ne sont pas fortement représentées (essences moins fréquentes et moins disponibles dans les usines de bois).

A. auriculiformis est l'essence la plus fréquente dans les usines de bois (81%) suivie de *Afzelia africana* (55%), *Tectona grandis* (47%), *Khaya senegalensis* (47%). L'ensemble des 19 espèces est présente sous forme de madriers dans les scieries, à l'exception de *Abies alba* qui est une espèce importée en planches. *Acacia auriculiformis*, *Tectona grandis* et *Gmelina arborea* sont souvent en bille dans les usines de bois.

Les madriers et billes ont une longueur entre 1 et 4m et un diamètre (largeur pour les billes) entre 0,08 et 0,65m (Tableau 3).

L'ensemble des essences prioritaires identifiées est disponible dans les usines à Abomey-Calavi, Ouidah et Sèmè-kpodji. A Toffo, les essences à croissance rapide (*Tectona grandis*, *Gmelina arborea*) sont les plus disponibles et ont pu être renseignées (Tab. 4). Le volume de bois le plus important est celui de *Tectona grandis* en provenance de Toffo. Cette essence est essentiellement issue des plantations de l'ONAB (Office Nationale du Bois du Bénin) et destinée à l'exportation par les scieries enquêtées. *Diospyros mespiliformis* et *Afzelia africana* sont respectivement la deuxième et la troisième essences les plus disponibles dans les scieries. Elles sont plus retrouvées à Abomey-Calavi. *Acacia auriculiformis* et *Gmelina arborea* viennent en quatrième position, avec une dominance de *A. auriculiformis* à Ouidah.

Acacia auriculiformis demeure l'espèce la moins chère (Tableau 4) contrairement à *Afzelia africana* qui représente l'espèce la plus chère. *Afzelia africana* est généralement importée en madrier des pays voisins (Togo et Nigéria). L'ensemble des bois sont relativement plus chers à Sèmè-kpodji que dans les trois autres communes. Abomey-Calavi et Ouidah sont des zones où on note un prix modéré des bois des différentes essences utilisées. A Toffo, *Tectona grandis*, *Gmelina arborea* et *Acacia auriculiformis* sont moins chers (Tab. 4).

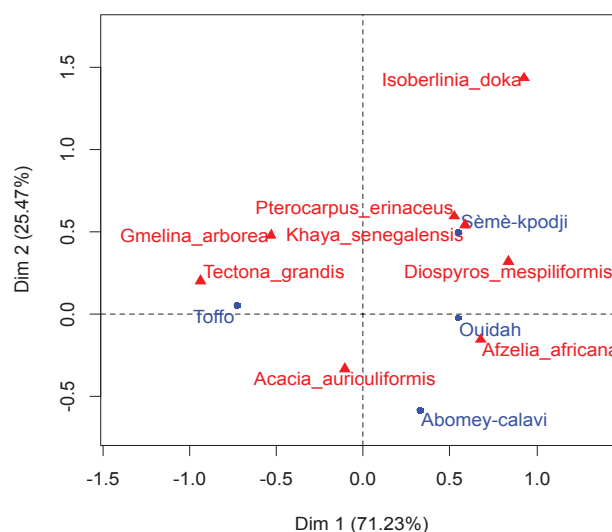


Fig. 3: AFC montrant les communes et les essences préférées au niveau des usines de bois. / Factorial correspondence Analysis (FCA) showing the communes and preferred species in wood factories.

Tableau 4: Prix d'achat et volume des bois d'œuvre dans les scieries au Sud-Bénin. / Purchase price and volume of timber in sawmills in south Benin.

| Zone d'étude | | Essences traditionnelles | | | | | Essences émergentes | | |
|---------------|---|--------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------|
| | | <i>Afzelia africana</i> | <i>Pterocarpus erinaceus</i> | <i>Khaya senegalensis</i> | <i>Tectona grandis</i> | <i>Diospyros mespiliformis</i> | <i>Isoperlinia doka</i> | <i>Gmelina arborea</i> | <i>Acacia auriculiformis</i> |
| Abomey-calavi | Prix d'achat (FCFA/m ³) | 178000 | 106000 | 140000 | 114400 | 117173 | 118000 | 130000 | 72000 |
| | Volume utilisé (m ³ /an/scierie) | 200 | 24 | 52 | 19 | 292 | 76 | 8 | 44 |
| Toffo | Prix d'achat (FCFA/m ³) | - | - | - | 23111 | - | - | 10400 | 15556 |
| | Volume utilisé (m ³ /an/scierie) | - | - | - | 2423 | - | - | 137 | - |
| Ouidah | Prix d'achat (FCFA/m ³) | 187636 | 169600 | 138667 | 44000 | 126000 | 116000 | 126000 | 69846 |
| | Volume utilisé (m ³ /an/scierie) | 31 | 58 | 25 | 12 | 57 | 31 | 11 | 76 |
| Sèmè-kpodji | Prix d'achat (FCFA/m ³) | 219429 | 152000 | 177600 | 236000 | 122667 | 116000 | 128000 | 121500 |
| | Volume utilisé (m ³ /an/scierie) | 38 | 1 | 48 | 3 | 23 | 46 | 44 | 45 |

- = Données manquantes/ Missing data

A Abomey-Calavi, *Acacia auriculiformis* est l'espèce la plus préférée; *Isoperlinia doka*, *Gmelina arborea* et *Khaya senegalensis* sont moins préférées dans cette zone (Fig. 3). A Sèmè-kpodji, *Acacia auriculiformis* est moins préférée (Fig. 3), les essences les plus préférées sont *Khaya senegalensis*, *Gmelina arborea* et *Isoperlinia doka*. A Ouidah, l'ensemble des essences sont bien demandées mais *Acacia auriculiformis* et *Afzelia africana* viennent en tête de liste (Fig. 3). Les essences les plus préférées à Toffo sont *Tectona grandis*, *Gmelina arborea* et *Acacia auriculiformis* (Fig. 3). Globalement le bois de *Acacia auriculiformis* est préféré dans l'ensemble des zones, il se retrouve plus ou moins au centre des 4 communes (Fig. 3).

Acacia auriculiformis est apparue dans les scieries et utilisée comme bois d'œuvre avant 1998 (Fig. 4). Depuis lors, le nombre d'usines adoptant l'utilisation de l'espèce comme bois d'œuvre n'a cessé de croître.

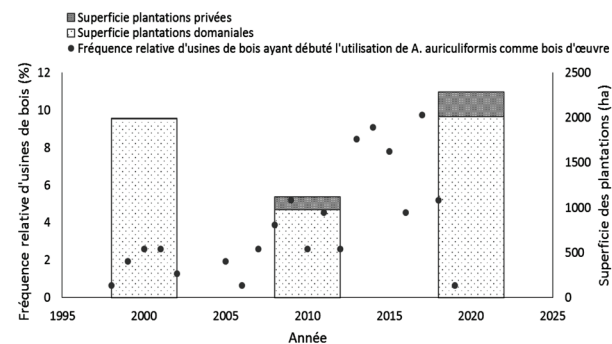


Fig. 4: Fréquence d'usines débutant l'utilisation de *Acacia auriculiformis* comme bois d'œuvre par année (nuage de point) et superficies des plantations domaniales et privées à *Acacia auriculiformis* (histogramme). / Frequency of factories starting to use *Acacia auriculiformis* as timber per year (point cloud) and areas of state and private plantations of *Acacia auriculiformis* (histogram).

Il existe également une association entre la fréquence d'usines débutant l'utilisation de *A. auriculiformis* comme bois d'œuvre et l'évolution des superficies à *A. auriculiformis* (Fig. 4).

Les inventaires forestiers des plantations domaniales à *Acacia auriculiformis* indiquent qu'entre 1999 et 2019 (Fig. 4), les superficies ont augmenté de plus de 300ha.

Au total, les plantations domaniales (Ouèdo, Pahou, Sèmè-Kpodji et Lama) sont estimées à 1987 ha en 1999 (Fig. 4). En 2008, on note une diminution des superficies à 977 ha. Les superficies projetées pour 2019 sont supérieures à 2000ha.

Les plantations privées à *A. auriculiformis* existaient avant 1992 avec des superficies entre 0,25 et 6ha. Les superficies ont augmenté entre 1999 et 2019 (Fig. 4). En 2019, les plantations privées à *A. auriculiformis* à Abomey-Calavi, Ouidah, Sèmè-kpodji et Toffo sont supérieures à 274 ha.

Les bois vendus comme bois d'œuvre ont en général au moins 8 ans avec un diamètre supérieur à 20 cm. Toutefois, les planteurs renseignent que la demande en bois de *Acacia auriculiformis* a augmenté et est loin d'être satisfaite. Les plantations disponibles ne sont pas suffisantes pour satisfaire la demande. Le bois est apprécié et projeté comme un bois d'avenir.

La difficulté majeure notée en plantation est la grande sensibilité de l'espèce au feu. Ce qui entraîne des coûts importants d'entretien et de surveillance.

4 DISCUSSION

4.1 Utilisations de *Acacia auriculiformis* et appréciation de ses caractéristiques physiques et technologiques dans les usines de bois

Les usiniers estiment en général que le bois de *A. auriculiformis* présente de bonnes propriétés de mise en œuvre, d'imprégnabilité, un séchage rapide, une densité moyenne à élevée et un bel aspect après mise en œuvre. Ces propriétés font de l'espèce un bois d'œuvre de bonnes qualités. Les limites du bois sont sa déformation moyenne, la production de beaucoup de sciure et la présence de beaucoup de nœud. Toutefois, l'appréciation des caractéristiques de l'essence en fonction de la couleur du bois, permet de tirer des conclusions intéressantes car les bois jeunes de

A. auriculiformis sont ceux qui se déforment le plus. Le bois de *A. auriculiformis* largement apprécié est de couleur rouge, généralement obtenu sur un arbre d'âge moyen, sa densité et sa déformation sont moyennes. Ces résultats permettent de recommander les arbres d'âge moyen (en moyenne 20 – 25 cm) de diamètre pour le bois d'œuvre. Il est toutefois important de tester de façon expérimentale les caractéristiques physiques et mécaniques du bois de cette essence en fonction de l'âge pour comparer les résultats d'essai aux résultats d'enquêtes.

La couleur est apparue comme un paramètre de choix du bois de *A. auriculiformis* dans les usines, et le bois rouge est le plus apprécié en menuiserie. La richesse en couleur du bois d' *A. auriculiformis* et la densité élevée de son bois avaient préalablement été notifiées (GRIFFIN et al. 2011). Cette variation de la couleur du bois de *A. auriculiformis* est reliée à l'âge par les utilisateurs au Bénin. Cependant, cette variation de couleur pourrait également être due aux conditions environnementales (MOYA & CALVO-ALVARADO 2012). Une étude montrant l'influence de l'âge et du type de sol sur la couleur du bois permettrait de mieux comprendre les facteurs influençant la couleur du bois de *A. auriculiformis*.

Les noeuds proviennent de l'élagage naturel ou artificiel de rameau depuis le jeune âge de l'arbre. Ils représentent une modification locale de la structure du bois. Ils naissent du prolongement des cernes du tronc dans ceux de la branche, d'un bourgeon ou d'un rameau (ANONYME 2012; KERBI-BENKEDER et al. 2016). Ils influencent les propriétés esthétiques, physiques et mécaniques du bois. Sa proportion élevée sur une pièce de bois entraîne la dépréciation de cette pièce (KERBI-BENKEDER et al. 2016). La formation de beaucoup de branches et de bourgeons sur le tronc pourrait expliquer le nombre de nœuds élevé sur le bois de *A. auriculiformis*. Cette remarque suggère le développement d'une sylviculture permettant de limiter la formation des branches sur l'arbre. Des études sur la rectitude du fût de *A. auriculiformis* ont déjà été effectuées en Asie (HAI et al. 2008). Ceci pourrait servir de base pour une sylviculture de l'espèce en vue de la production de bois d'œuvre. GNAHOVA ET LOUPPE (2003b) démontrent pour une utilisation comme bois d'œuvre de *Acacia auriculiformis* qu'il faut des opérations sylvicoles d'élagage des jeunes plants pour l'obtention de planche de qualité. Cette essence présente des caractéristiques physico-mécaniques adaptées pour le bois d'œuvre au Bangladesh, en Malaisie, Indonésie et Thaïlande (SAHRI et al. 1998; CHOWDHURY et al. 2009).

4.2 Disponibilité et accessibilité des essences de bois d'œuvre

Acacia auriculiformis est l'espèce la plus fréquente dans les scieries du Sud-Bénin mais elle n'est pas disponible en grands volumes. *Azelia africana* et *Tectona grandis* occupent la première place dans les scieries (grand volume de bois et fréquence élevée dans les usines). Ces essences sont également très utilisées au Togo et en Côte d'Ivoire (DUPUY et al. 1999; DJERI et al. 2001) La forte utilisation de *Azelia africana* comme bois d'œuvre montre l'attachement des utilisateurs à ce bois. Cependant, *Azelia africana* est un bois protégé et objet de conservation au Bénin (BONOU et al.

2009). Aujourd'hui, est-il possible d'obtenir un bois en remplacement de *Azelia africana* dans un contexte où la forte utilisation de l'espèce laisse entrevoir un risque de coupes frauduleuses dans les forêts? Bien que les madriers de *A. africana* retrouvés dans les usines soient indiqués comme provenant des pays voisins, on n'ignore pas le risque de prélèvement de quelques bois de l'espèce au Bénin. Par ailleurs, cette situation crée une dépendance importante en bois provenant des pays limitrophes et une perte économique.

D'un autre côté, *Tectona grandis* est très connue dans les usines de bois. C'est une essence à croissance rapide dont les premières plantations datent de 1949 (GANGLO et al. 1999). Les superficies sont estimées à 21000 ha (LOUPPE 2008), soit presque 10 fois celles de *A. auriculiformis*. *Tectona grandis* bien étant l'espèce à croissance rapide la plus plantée au Bénin (GANGLO et al. 1999; ATINDOGBE et al. 2013) n'est pas la plus répandue dans les scieries du Sud-Bénin car tous les usiniers de bois n'ont pas accès à la ressource. Certaines scieries sont spécialisées en teck (achat, sciage et exportation du teck du Bénin). Un volume important est exporté.

Par ailleurs, *Gmelina arborea* est une espèce à croissance rapide qui occupe également des superficies importantes au Sud-Bénin. Son bois présente des caractéristiques technologiques non négligeables (TONOUÉWA 2014) mais il n'est pas très utilisé dans les usines, cela peut être expliqué par un manque de connaissances du produit.

Diospyros mespiliformis représente la deuxième espèce à croissance lente (après *Azelia africana*) qui est très utilisée et disponible en grands volumes dans les usines de bois. L'espèce est très appréciée comme bois d'œuvre. Cette forte utilisation de l'espèce a déjà été remarquée au Nord-Bénin (TONOUÉWA et al. 2013). Ceci suggère qu'il est important de mieux connaître la sylviculture de l'espèce pour son utilisation en plantation.

Au nombre des essences prioritaires, *Khaya senegalensis* a une fréquence relative moyenne, comparable à celle de *Tectona grandis*, elle est retrouvée dans 46% des usines enquêtées. L'utilisation de cette espèce comme bois d'œuvre remonte au 20ème siècle (SOKPON & OUINSAVI 2004). Son usage continu dans les usines est soutenu par les plantations de l'espèce. *Khaya senegalensis* est opposée à *Isobertia doka*, exploité récemment pour son bois (SOKPON & BIAOU 2002) mais disponible en des volumes importants. Cette disponibilité d'*I. doka* montre l'intérêt de l'espèce comme bois d'œuvre aujourd'hui et son utilité sylvicole future.

La fréquence croissante d'usine utilisant *Acacia auriculiformis* comme bois d'œuvre (Fig. 4) montre l'engouement autour de l'espèce et présente de bonnes perspectives pour cette dernière. Elle ne présente pas actuellement des intérêts d'exportation, mais au niveau national les usiniers ont un large accès à l'espèce avec des coûts moins élevés. L'espèce offre ainsi un bon compromis coût et qualité du bois, ce qui est l'un des aspects qui favorise son adoption en scierie. *Acacia auriculiformis* a été également notée au Togo comme essence de bois d'œuvre (RADJI & KOKOU 2013) mais depuis 2006 en Côte d'Ivoire, des essais sylvicoles ont montré la capacité de cette espèce à fournir du bois d'œuvre (N'GUESSAN et al. 2006).

En outre, les faibles diamètres de billes (10cm) de *A. auriculiformis* observés dans les usines de bois indiquent une pression sur les arbres jeunes pour le bois d'œuvre, ce qui pourrait compromettre l'avenir des plantations et des forêts si des mesures ne sont pas mises en place pour garantir la régénération.

En ce qui concerne l'accessibilité des bois (prix d'achat): *A. auriculiformis* est globalement l'espèce la moins chère. Ceci est également observé dans d'autres régions du monde (GRIFFIN et al. 2011). Ces auteurs indiquent que les propriétés du bois de *A. auriculiformis* sont similaires à celles du teck mais *A. auriculiformis* demeure l'espèce la moins chère.

A Toffo, les faibles coûts des essences à croissance rapide, sont expliqués par la forte disponibilité du bois dans cette zone grâce aux plantations de l'ONAB et aux nombreuses plantations privées. Mais ce faible coût est également lié à la vente de bois coupés frauduleusement. A Sèmè-Kpodji, le prix élevé du bois dans cette zone est lié à la faible disponibilité des plantations. L'urbanisation élevée des villes de Abomey-Calavi et Ouidah peuvent expliquer le coût moyennement élevé des essences de bois dans ces zones malgré la disponibilité des plantations.

La faible préférence de *A. auriculiformis* à Sèmè-kpodji pourrait être justifiée par les faibles superficies des plantations de cette espèce dans cette zone. L'espèce est plus appréciée et connue dans les zones où elle est disponible.

Une diminution de superficie est observée entre 1999 et 2008 justifiée dans les plans d'aménagement des forêts domaniales (PROJET BOIS DE FEU PHASE2, 2010a; PROJET PLANTATION DE BOIS DE FEU DANS LE SUD BÉNIN, 1999; PROJET BOIS DE FEU PHASE2, 2010b; PROJET BOIS DE FEU PHASE2, 2010c). En effet, les interventions sylvicoles entre ces deux périodes ont amélioré le taux des plantations mixtes entraînant, la diminution des plantations pures de l'espèce pour une augmentation des superficies de plantations mélangées de l'espèce (un accent a été mis sur la diversité floristique des plantations au cours de l'aménagement dans cette période) surtout à Pahou. Par ailleurs, certaines actions de feux sont notées par endroit et des coupes rases des plantations non renouvelées d'un autre côté essentiellement dans la Lama. A Sèmè-Kpodji, certaines parcelles sont cédées aux industriels et des coupes frauduleuses sont notées dans la zone plantée restante. La situation réelle des plantations domaniales de 2019 sera connue par un inventaire ultérieur des services forestiers. En somme, les superficies des plantations à *A. auriculiformis* ont augmenté entre 1999 et 2019 (notamment l'accroissement des plantations privées) et pourraient être davantage élargies pour satisfaire la demande croissante de ce bois. La connaissance de la productivité de l'espèce en plantation pourrait permettre de comprendre sa croissance pour une amélioration de sa sylviculture afin de satisfaire la demande actuelle de ce bois.

De même, les plantations de l'espèce devraient être élargies au Nord-Bénin afin de voir son impact sur la consommation de bois d'œuvre dans cette région. De plus *A. auriculiformis* est vue comme une espèce intéressante dans les zones arides et semi-arides (BENBRAHIM ET GHACHTOULI 2014). Les plantations de l'espèce pourraient également per-

mettre de diversifier les sources de bois d'œuvre dans les autres zones du Bénin et de l'Afrique de l'Ouest.

5 CONCLUSION

Acacia auriculiformis est une espèce appréciée comme bois d'œuvre en raison de sa disponibilité, de son prix et des propriétés de son bois. L'évolution des superficies montre également l'intérêt des planteurs pour cette espèce. On note une plus grande utilisation et une préférence de *A. auriculiformis* dans les zones où ses caractéristiques technologiques sont appréciées. L'espèce est également utilisée dans les zones où elle est plus abondante et relativement moins coûteuse que les autres espèces de bois d'œuvre. Les caractéristiques physiques et technologiques d'une part et la disponibilité du bois d'autre part sont les principaux critères déterminant l'utilisation de *A.auriculiformis* comme bois d'œuvre.

Les limites actuelles du bois en scierie pourraient être améliorées à travers une sylviculture adaptée. L'espèce présente globalement de bonnes perspectives et peut être perçue comme un bois d'avenir. La détermination de la productivité de l'espèce est nécessaire pour une meilleure connaissance de ses potentialités en plantation et de sa capacité à fournir durablement du bois d'œuvre.

Remerciements

Les auteurs remercient la Fondation Internationale pour la Science (FIS; Grant I-1-D-6154-1) et l'Oréal Unesco For Women in Science (Sub-saharan Africa young Talents Programme 2019) pour le financement accordé au premier auteur.

REFERENCES

- AKPONA JDT, ASSOGBADJO AE, FANDOHAN AB & GLÈLÈ KAKAÏ R (2017): Inventory and multicriteria approach to identify priority commercial timber species for conservation in Benin. - Bois Forêts Tropiques 333(3): 5-16.
- ANONYME (2012): Connaître les défauts du bois. - [http://lapins.menuisier.free.fr/Stage 4/Cours /Connaître les défauts du bois.pdf](http://lapins.menuisier.free.fr/Stage%204/Cours/Connaître%20les%20défauts%20du%20bois.pdf).
- APIOLAZA LA (2009): Very early selection for solid wood quality: screening for early winners. - Ann. For. Sci 66: 1-10.
- ARIAS D, CALVO-ALVARADO J, RICHTER DDEB & DOHRENBUSCH A (2011): Productivity, aboveground biomass, nutrient uptake and carbon content in fast-growing tree plantations of native and introduced species in the Southern Region of Costa Rica. - Biomass Bioenergy 35(5): 1779-1788.
- ASIF MJ, GOVENDER NT, ANG LH & RATNAM W (2017): Growth performance and lignin content (of *Acacia mangium* Willd. and *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. under normal and stressed conditions. - J Forest Sci 63(8): 381-392.
- ATINDOGBÉ G, FONTON NH & LEJEUNE P (2013): Évaluation de la ressource en teck, *Tectona grandis* L.f., des plantations privées du Sud-Bénin. - Bois Forêts Tropiques 316(2): 9-103.
- BENBRAHIM KF & GHACHTOULI N (2014): Les acacias: des plantes fixatrices d'azote prometteuses pour le développement durable des zones arides et semi-arides. - International J Innovation Appl Studies 8(1): 46-58.

- BERTRAND A (1978): L'Evolution de la production et des échanges de bois tropicaux la place de l'Afrique. - Bois Forêts Tropiques 178: 4-67.
- BISIAUX F, PELTIER R & MULIELE J-C (2009): Plantations industrielles et agroforesterie au service des populations des plateaux Batéké, Mampu, en République démocratique du Congo. - Bois Forêts Tropiques 301(3): 21-32.
- BONOU W, GLÈLÈ KAKAÏ R, ASSOGBADJO AE, FONTON HN & SINSIN B (2009): Characterisation of *Azelia Africana* Sm. habitat in the Lama forest reserve of Benin. - Forest Ecol Management 258(7): 1084-1092.
- CHOWDHURY MQ, ISHIGURI F, HIRAIWA T, MATSUMOTO K, TAKASHIMA Y, YOKOTA S & YOSHIKAWA N (2009): Wood property variation in *Acacia auriculiformis* growing in Bangladesh. - Wood Fiber Sci 41(4): 359-365.
- COSSALTER C (1986): Introduction of Australian acacias into dry Tropical West Africa. - Forest Ecol Management 16(1-4): 367-89.
- DUPUY B, MAÎTRE HF & KANGA AN (1999): Table de production du teck (*Tectona grandis*): l'exemple de la Côte d'Ivoire élaboré après vingt-cinq. - Bois Forêts Tropiques 261: 5-16.
- DJERI EO, DJAGBA T, SEWA AA, OURO-LANDJO S & ALBADA A (2001): Situation des Ressources Génétiques Forestières du Togo. - Note thématique, FGR/13F, 25p. <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/004/AB394F/AB394F00.pdf>
- GANGLO CJ, LEJOLY J & PIPART T (1999): Le teck (*Tectona grandis* L.f.) au Bénin, gestion et perspectives. - Bois Forêts Tropiques 261(3): 17-27.
- GÉRARD J, KOUASSI AC, DAIGREMONT C, DETIENNE P, FOUQUET D & VERNAY M (1998): Synthèse sur les caractéristiques technologiques de référence des principaux bois commerciaux africains. - CIRAD-forêt campus international de Baillarguet, 189p. <http://forafri.cirad.fr/ressources/forafri/26.pdf>
- GLÈLÈ KAKAÏ RL, SINSIN B & PALM R (2008): Etude dendrométrique de *Pterocarpus erinaceus* Poir. Des formations naturelles de la zone soudanienne au Bénin. - Agronomie Africaine 20 (3): 245-255.
- GNAHOUA GM & LOUPPE D (2003a): *Acacia auriculiformis*. - CIRAD, 2p. <http://hal.cirad.fr/cirad-00429281/document>
- GNAHOUA GM & LOUPPE D (2003b): Planter une jachère forestière. - Fiche technique, CIRAP, 4p. https://agritrop.cirad.fr/518878/1/document_518878.pdf
- GNAHOUA GM, NGUESSAN KA & BALLÉ P (2014): Les jachères de légumineuses arborescentes: sources potentielles de bois énergie et de service en Côte d'Ivoire. - J Appl Biosci 81: 7290 - 7297.
- GOEL VL & BEHL HM (1996): Fuelwood quality of promising tee species for alkaline soil sites in relation to tree age. - Biomass Bioenergy 10(1): 57-61.
- GRIFFIN AR, MIDGLEY SJ, BUSH D, CUNNINGHAM PJ & RINAUDO AT (2011): Global uses of Australian acacias – recent trends and future prospects. - Diversity Distributions 17: 837-847.
- HAI PH, HANNRUP B, HARWOOD C, JANSSON G & BAN DV (2010): Wood stiffness and strength as selection traits for sawn timber in *Acacia auriculiformis*. - Canadian J Forest Research 40(2): 322-329.
- HAI PH, JANSSON G, HARWOOD C, HANNRUP B & THINH HH (2008): Genetic variation in growth, stem straightness and branch thickness in clonal trials of *Acacia auriculiformis* at three contrasting sites in Vietnam. - Forest Ecol Management 255(1): 156-167.
- KERBI-BENKEDER Z, DUMARÇAY S, TOUARHI N, MANSO R, GÉRARDIN P & COLIN F (2016): Les noeuds: un bois méconnu et une source importante de composés extractibles. - Rev. For. Fr. L 18: 7-26.
- LOUPPE D (2008): *Tectona grandis* (L.f.). - In Louppe D, Oteng-Amoako AA. & Brink M. (eds.): Ressources végétales de l'Afrique tropicale. Bois d'oeuvre 1. [Traduction de: Plant Resources of Tropical Africa. Timbers 1]. Wageningen, Pays-Bas: Fondation PROTA; Leiden, Pays-Bas: Backhuys Publishers; Wageningen, Pays-Bas: CTA. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR2013104862>
- MIDGLEY S & BEADLE C (2007): Tropical Acacias: An Expanding Market for Solid Wood. - In BEADLE C.L & BROWN AG. (eds) *Acacia Utilisation and Management: Adding Value*. RIRDC Publication No. 07/095, Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra, p 40-44.
- MOYA R & CALVO-ALVARADO J (2012): Variation of wood color parameters of *Tectona grandis* and its relationship with physical environmental factors. - Ann Forest Sci 69: 947-959.
- NDONGO P-AO, PELTIER R, LINJOUOM I, LOUPPE D, SMEKTALA G, BELIGNÉ V, NJOUKAM R, TIECHE B & TEMGOUA L (2009): Plantations de bois d'œuvre en zone équatoriale africaine: cas de l'arboretum de l'Enef de Mbalmayo au sud du Cameroun. - Bois Forêts Tropiques 299(1): 37-48.
- N'GUESSAN KA, DUPUY B, ASSA A & N'GORAN A (2006): Légumineuses arborescentes pour la gestion durable des terroirs agricoles en basse Côte d'Ivoire. - Agronomie Africaine 18(3): 267-283.
- PHILLIPS O & GENTRY AH (1993): The useful plants of Tambopata, Peru: I. statistical hypotheses tests with a new quantitative technique. - Econ Bot 47(1): 15-32.
- PROJET PLANTATION DE BOIS DE FEU DANS LE SUD-BÉNIN (1999): Plan d'aménagement de la forêt classée de Sèmè. 177p.
- PROJET BOIS DE FEU PHASE 2 (2010a): Plan d'aménagement participatif de la forêt classée de Pahou. - Dépôt légal n°4959 Bibliothèque Nationale, ISBN 978 – 99919 – 372 – 1 – 2. 134p.
- PROJET BOIS DE FEU PHASE 2 (2010b): Plan d'aménagement participatif de la forêt classée de Ouèdo. - Dépôt légal n°4959 Bibliothèque Nationale, ISBN 978 – 99919 – 372 – 0 – 5. 125p.
- PROJET BOIS DE FEU PHASE 2 (2010c): Plan d'aménagement participatif de la plantation domaniale de Lama. - Dépôt légal n°4958 Bibliothèque Nationale, ISBN 978 – 99919 – 371 – 9 – 9. 308p.
- PROCES P, DUBIEZ E, BISIAUX F, PÉROCHES A & FAYOLLE A (2017): Production d'*Acacia auriculiformis* dans le système agroforestier de Mampu, plateau Batéké, République démocratique du Congo. - Bois Forêts Tropiques 334: 23-36.
- RADJI R & KOKOU K (2013): Classification et valeurs thérapeutiques des plantes ornementales du Togo.- Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement 13(3): 1-33. <https://www.erudit.org/en/journals/vertigo/1900-v1-n1-vertigo01538/1026872ar.pdf>
- RAYMOND CA (2002): Genetics of Eucalyptus wood properties. - Ann Forest Sci 59(5-6): 525-531.

- SAHRI MH, ASHAARI Z, KADER RA & MOHMOD AL (1998): Physical and Mechanical Properties of *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis* from Different Provenances. - Pertanika J. Trap. Agric. Sci. 21(2): 73-81.
- SOKPON N & BIAOU SH (2002): The use of diameter distributions in sustained-use management of remnant forests in Benin: case of Bassila forest reserve in North Benin. - Forest Ecol Management 161: 13-5.
- SOKPON N & OUINSAVI C (2004): Gestion des plantations de *Khaya senegalensis* au Benin. - Bois Forêts Tropiques 279(1): 37-45.
- SUSANTO M, PRAYITNO TA & FUJISAWA Y (2008): Wood genetic variation of *Acacia auriculiformis* at Wonogiri trial in Indonesia. - J Forestry Research 5(2), 135-145.
- TEMGOUA L, NJOUKAM R & PELTIER R (2011): Plantations ingénieuses de bois d'œuvre par les paysans de l'Ouest-Cameroun. - Bois Forêts Tropiques, 309 (3): 63-76.
- TONOUÉWA JFMF (2014): Influence des conditions édaphiques et de l'âge des plantations sur les propriétés physiques et mécaniques du bois de *Gmelina arborea* Roxb au Sud-Bénin. - Mémoire de DEA /Ecole doctorale pluridisciplinaire/Université de Parakou, 62p.
- TONOUÉWA JFMF, GBEMAVO C, OUINSAVI C & SOKPON N (2013): Influence des facteurs climatiques sur les caractéristiques technologiques des principaux bois d'œuvre et de service au Nord-Bénin. - Ann Université Parakou, Sér Sci Nat Agron 2(2): 1-8.
- DE OLIVEIRA TRINDADE MR, JARDIM JG, CASAS A, GUERRA NM & DE LUCENA RFP (2015): Availability and use of woody plant resources in two areas of Caatinga in Northeastern Brazil. - Ethnobot Research Applications 14: 313-330.
- TURNBULL JW, MIDGLEY SJ & COSSALTER C (1997): Tropical Acacias planted in Asia: an overview of recent developments in Acacias planting. - In: TURNBULL JW et al. (eds.) Proceedings of Recent Developments in Acacia Planting, 14-18. Ha Noi, <https://ageconsearch.umn.edu/record/135192/files/PR082.pdf#page=13>
- VROH BTA, OUATTARA D & KPANGUI KB (2014): Disponibilité des espèces végétales spontanées à usage traditionnel dans la localité d'Agbaou, Centre Ouest de la Côte d'Ivoire. - J Appl Biosci 76: 6386-6396.

Caractérisation de l'infestation de *Tapinanthus dodonaeifolius* (Loranthaceae) chez le karité (*Vitellaria paradoxa*) au Tchad

Received: 2019-04-18; revised: 2020-10-20; accepted: 2020-12-08

Idriss Tourgou Kanika¹, Christophe Djekota², Elvire Hortense Biye¹

¹*Université de Yaoundé I, Faculté des Sciences, B.P. 802, Yaoundé/Cameroun

Tél. : (235) 66 44 05 75, E-mail : kanika@yahoo.fr / biye@yahoo.fr

²*Université de N'Djaména, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées, Laboratoire de Botanique Systématique et d'Écologie Végétale, B.P. 1027, N'Djaména/Tchad,

Tél. : (235) 66 28 31 26, E-mail : cdjekota@yahoo.fr

Auteur correspondant Tél.: (235) 66 28 31 26, E-mail :cdjekota@yahoo.fr

Résumé: Au Tchad, à cause de ses retombées financières une attention particulière est prêtée aux arbres à karité (*Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn.). Cependant, cette culture est menacée par les plantes vasculaires parasites de la famille des Loranthaceae. La présente étude a été effectuée dans 3 sites dans la région du Mandoul pour évaluer l'ampleur des attaques de Loranthaceae (gui africain) sur des arbres en fonction des classes de circonférence du tronc à 1,5 cm du sol. Elle a consisté à dénombrer sur une de surface, les arbres à karité infestés et les touffes de parasites rencontrées sur ces arbres, afin de déterminer leur taux et leur intensité d'infestation. Les résultats obtenus montrent que *Tapinanthus dodonaeifolius* (DC) Danser a été trouvée comme la seule espèce de Loranthaceae qui parasite les arbres karité étudiés dans la zone d'étude. Le taux moyen d'infestation estimé à 73% augmente avec l'âge des arbres karité. La moyenne d'intensité de l'infestation/arbre (2,75 touffes à Békôh, 2,27 à Yomi and 2,04 à Bébopen) montre que *Tapinanthus dodonaeifolius* constitue une réelle menace pour les peuplements de karité dans la zone d'étude. Il reste à rechercher le seuil d'infestation qui provoque une réduction significative de la fructification. Pour l'instant, bien que pénible à cause de la hauteur des arbres adultes, la lutte mécanique contre les *Tapinanthus* par la coupe systématique des branches infestées est urgente dans les parcs à karité dans cette zone d'étude.

Mots clés: Karité, Loranthaceae, parasites *Tapinanthus*, Tchad.

CHARACTERIZATION OF *TAPINANTHUS DODONAEIFOLIUS* (LORANTHACEAE) INFESTATION OF SHEA BUTTER TRESS IN CHAD

Summary: In Chad, special attention is paid to shea trees (*Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn.) because of their economic importance. However, this crop is threatened by parasitic vascular plants of the family Loranthaceae. The present study was conducted at 3 sites in the Mandoul region to assess the extent of Loranthaceae (African mistletoe) attacks on trees based on trunk circumference classes at 1.5 cm from the ground. It consisted of counting the infested shea trees growing in a certain area and the tufts of parasites found on these trees, in order to determine their rate and intensity of infestation. The results show that *Tapinanthus dodonaeifolius* (DC) Danser was found as the only species of Loranthaceae that parasitizes shea trees studied in the study area. The average infestation rate was 73% on average and increased with age of shea trees. The average intensity of infestation per tree (2.75 in Békôh, 2.27 at Yom and 2.04 at Bébopen) shows that *Tapinanthus dodonaeifolius* represents a real threat for shea stands in the study area. It remains to find the threshold of infestation that causes a significant reduction in fruiting. For the moment, although difficult because of the height of the adult trees, the mechanical fight against the Loranthaceae by the systematic cutting of the infested branches is urgent in the shea parks in this zone of study.

Key words: Chad, Loranthaceae, parasitism, Shea.

BEFALL DES SCHIBUTTERBAUMS DURCH *TAPINANTHUS DODONAEIFOLIUS* (LORANTHACEAE) IM TCHAD

Zusammenfassung: Im Tschad wird Schibutterbäumen (*Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn.) aus ökonomischen Gründen besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Da deren Ertrag durch parasitäre Gefäßpflanzen der Familie Loranthaceae (Afrikanische Misteln) verringert wird, wurde an drei Orten der Mandoul-Region eine Bestandsaufnahme des Loranthaceae-Befalls der Bäume in Abhängigkeit der Stammumfangsklassen (gemessen in 1,5 cm Höhe über dem Boden) durchgeführt. Zur Ermittlung von Befallsrate und Befallsintensität wurden auf einer bestimmten Fläche die befallenen Sheabäume und die darauf wachsenden Parasitenbüschel gezählt. Die Befallsrate von durchschnittlich 73 % steigt mit dem Alter der Bäume. Die durchschnittliche Intensität des Befalls pro Baum (2,75 Büschel in Békôh, 2,27 in Yom und 2,04 in Bébopen) zeigt, dass *Tapinanthus dodonaeifolius* (DC) Danser, die einzige im Untersuchungsgebiet auf Schibutterbäumen gefundene Loranthaceae, eine echte Bedrohung für Shea-Bestände darstellt. Zukünftig sollte die Schwelle des Befalls ermittelt werden, die eine signifikante Verringerung der Fruchtbildung bewirkt. Obwohl aufgrund der Höhe der erwachsenen Bäume nicht einfach, ist die mechanische Kontrolle von *Tapinanthus* durch systematisches Schneiden befallener Äste derzeit dringend erforderlich.

Schlagworte: Chad, Loranthaceae, Parasitismus, Schibutterbaum.

1 INTRODUCTION

Au Tchad, la zone de peuplement naturelle du karité couvre les sept régions administratives de la zone méridionale du pays (Logone Occidental, Logone Oriental, Mandoul, Mayo Kebbi Est, Mayo Kebbi Ouest, Moyen Chari et Tandjilé). A raison d'une productivité estimée à 15 kg/karité/an, les 92 683 130 pieds de karité dans les 7 régions produiraient 1 390 247 tonnes de noix par an. Considérant une estimation de 40% de perte de tous ordres, 834 148 tonnes d'amandes/ an sont transformables en beurre (DJEKOTA *et al.* 2014).

En effet, l'Union Européenne a autorisé l'incorporation des huiles végétales (et notamment le beurre de karité) comme substitut au beurre de cacao dans les chocolats. La proportion de la substitution atteint même déjà 8% voire 15% parce que les huiles de substitution reviennent de 10 à 40% moins cher.

Avec les différents appuis à la filière au Tchad dans cinq dernières années, le karité a acquis une valeur marchande accentuant du coup la concurrence des populations loca-

Longtemps considérés comme sans importance, à cause de la pénibilité d'atteindre les touffes de parasites qui sont en hauteur, l'inquiétude des paysans grandit face à la présence de plus en plus marquée des Loranthaceae est général. C'est pourquoi, il est urgent de mener des études pour mieux orienter la lutte contre ces parasites.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Localisation et caractéristiques de la zone d'étude

La Région du Mandoul au Sud du Tchad située entre le 9° //35' et 8° //30' est la zone de cette étude (Fig. 1). 3 sites (Békôh, Yomi et Bébopen) ont été échantillonnés pour servir de cadre à cette étude. Ce choix se justifie par le fait que tous les sites retenus comportent un peuplement représentatif de karité et présentent un gradient écologique nord-sud permettant une meilleure prise en compte des paramètres variables. Les caractéristiques des 3 sites sont présentées sur le Tableau 1.

Tableau 1: Caractéristiques des sites d'études. / Characteristics of study sites.

| Sites | Békôh | Yomi | Bébopen |
|-----------------------|---|-------------------------|---------------------------------------|
| Latitude | 8 38 0 N | 8 34 0 N | 8 25 0 N |
| Longitude | 17 18 0 E | 17 18 0 E | 17 16 6 E |
| Localisation | 14 km au NE de Bédjondo | 15 km au SE de Bédjondo | 25 km au S de Bédjondo |
| Type de sol | argilo-limoneux ou sablonneux ferrugineux | | sablonneux, latéritique, férralitique |
| Formation végétale | savane boisée (et maraichage le long des la rivières) | | |
| Activités principales | Agriculture et la pêche, au Yomi + l'apiculture, au Bébopen + la chasse | | |
| Pluviométrie | 900 - 1200 mm | | |

les pour la collecte des fruits. Malheureusement, cet arbre à usages multiples, vital pour les ménages vulnérables, est de plus en plus menacé par les parasites vasculaires appartenant à la famille des Loranthaceae. Les Loranthaceae sont des buissons épiphytoides chlorophylliens qui vivent en hémiparasitisme sur les branches des plantes ligneuses, spontanées ou cultivées. Ces arbustes sont liés à leur hôte par un véritable pont structural et physiologique constitué par un système d'absorption ou suçoir (KUIJT 1969). Le suçoir permet le prélèvement de l'eau et des substances minérales à leur profit (BANNISTER & GRAHAM STRONG 2002). La dissémination des Loranthaceae est assurée par les oiseaux granivores qui consomment leurs fruits (PRIYA 1983, BOUSSIM 2002). Les fruits des Loranthaceae sont des pseudo-baies (EDOUARD 1989, BOUSSIM *et al.* 1993). La famille des Loranthaceae est largement répandue dans le monde; elle comprend 77 genres et 950 espèces (POLHILL 1998). BOUSSIM *et al.* (1993) rapporte qu'au Burkina-Faso, 95% de la population des karités seraient infestés par quatre espèces de Loranthaceae, à savoir: *Tapinanthus dodonaeifolius*, *Tapinanthus bangwensis*, *Tapinanthus globiferus*, *Tapinanthus sophioides*. VANDERVEKEN (1993) et HOUÉNON (1997) ont montré que les Loranthaceae affectent la croissance et réduisent la productivité des arbres hôtes qui finissent par mourir. DIBONG *et al.* (2009) a signalé néanmoins l'usage des Loranthaceae en ethno pharmacologie pour le traitement d'au moins 22 maladies au Cameroun.

2.2 Matériel

Le matériel végétal est composé des pieds de karité présents dans les parcelles prospectées et leur taux d'infestation par *Tapinanthus* (Phanérogame parasite de la famille des Loranthaceae).

2.3 Méthodes

2.3.1 Echantillonnage

Une surface totale de 28 hectares (placettes carrées de 100 m de coté de chacun), soit 12 hectares à Békôh/Peni, 9 hectares à Bébopen et 7 hectares à Yomi a été étudié à l'aide d'une carte d'occupation du sol de 2013 de la zone d'étude.

Des enquêtes ethnobotaniques auprès de 106 ménages ayant une tranche d'âge moyenne de 60 ans ont été interviewés, soit 59 ménages à Bekôh, 36 à Yomi et 11 à Bébopen (tableau 1). Les ménages exploitants régulièrement ou périodiquement le karité ont été privilégiés dans ces 3 villages.

2.3.2 Collecte des données

La collecte des données a été réalisée à partir de transects de 1,5 km matérialisés dans les terroirs des 3 villages. A l'intérieur de chaque placette, tous les individus de karités (jeunes ou vieux) se trouvant à l'intérieur des placettes de (100 m x 100 m) délimitées le long des transects ont été examinés.

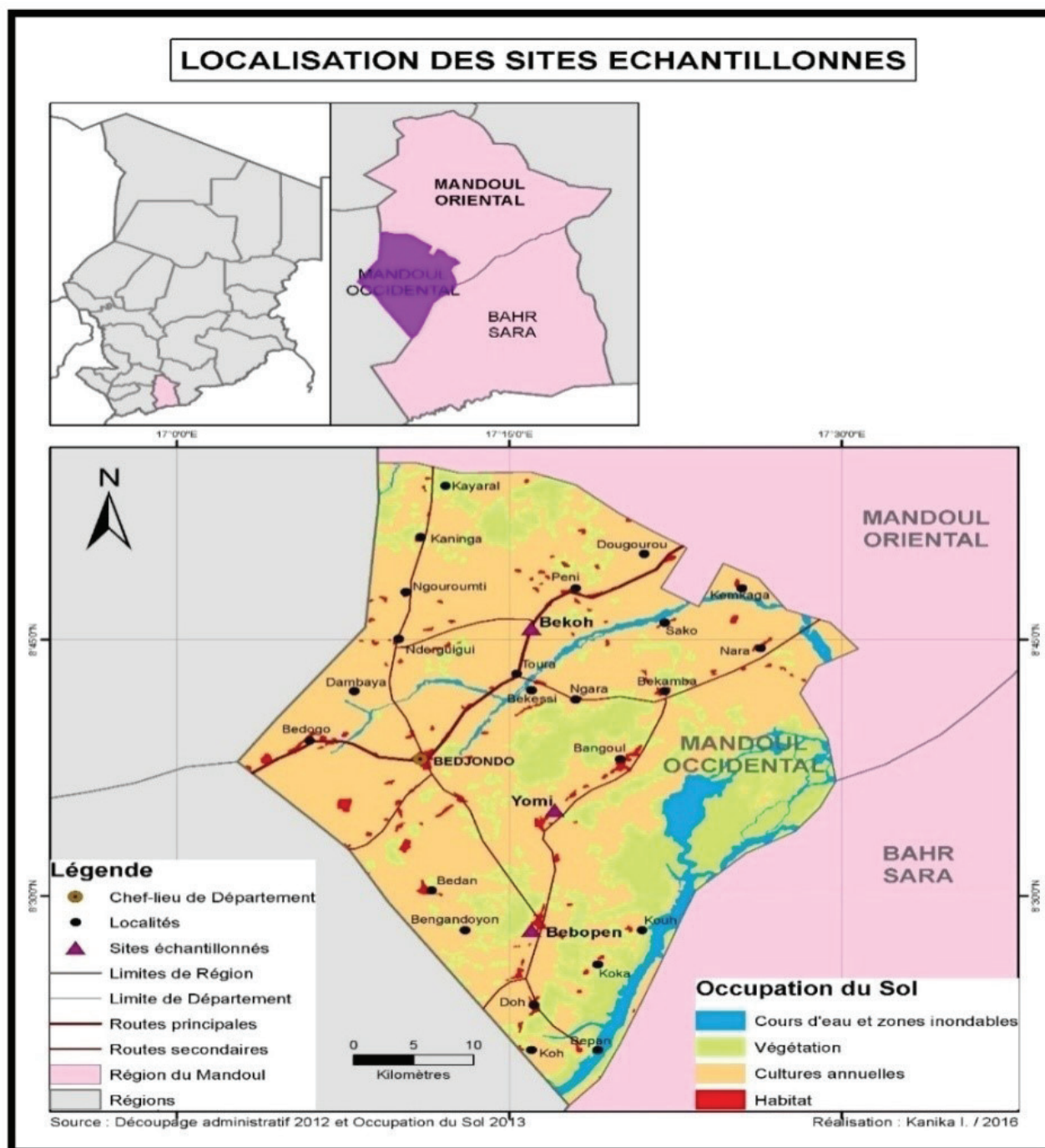


Fig. 1: Localisation de la zone d'étude et des sites échantillonnés. / Location of the study area and sampled sites.

Les individus dont la circonférence à 1,5 m du sol est ($10 \geq C < 30$ cm) sont considérés comme des karités jeunes (< 15 ans) et ceux de (> 30 cm) sont des karités adultes (> 15 ans) (OYEN & LEMMENS 2001). Pour chaque individu recensé, la présence ou non de parasites ainsi que de fruits ont été notées. Des informations complémentaires portant sur le nombre de touffes de *Tapinanthus* par branches et le nombre de branches saines selon les individus jeunes ou vieux ont aussi été notées. Des échantillons de *Tapinanthus* ont été prélevés et conservés dans de l'éthanol pour confirmation ultérieure au laboratoire. Les déterminations des espèces ont été faites à l'aide des flores de West Tropical Africa de HUTCHINSON & DALZIEL (1958) et du Sénégal (BERHAUT

1967, 1979). Elles ont été confirmées par la consultation des échantillons des Herbières du Laboratoire Zootechnie et Vétérinaire/N'Djaména.

Les comptages ont porté sur (i) le nombre de pieds de karité infestés et (ii) le nombre de touffes de parasites présents sur chaque arbre. Ces données ont permis de déterminer:

- le taux d'infestation qui est le pourcentage de plants infestés;
- l'intensité d'infestation exprimée, ici, par le nombre moyen de touffes de *Tapinanthus* observées par individu.

La validité des données a été analysée à l'aide du logiciel XLSTAT version 7.5. Ce programme prévoit, en cas de différences significatives entre les moyennes, une comparaison par le test de Newmann – Keuls, pour voir quelles paires de moyennes spécifiques sont différentes.

3 RÉSULTATS

3.1 Loranthaceae rencontrées chez le karité au Tchad

Cette étude a montré que c'est le parasite *T. dodonaeifolius* (Fig. 2) qui est dominant dans les 3 sites. Selon BOUSSIM (1991) dans les régions aux conditions climatiques et édaphiques assez favorables, *T. dodonaeifolius* forme parfois des branches robustes pouvant supporter le poids d'une personne adulte. Dans les régions peu favorables *T. dodonaeifolius* vit en touffes, certes nombreuses mais maigres et rabougries sur des plantes déjà affaiblies par un environnement hostile. En Afrique, *T. dodonaeifolius* est présente depuis le Sénégal, le Mali, le Tchad jusqu'à la République Démocratique du Congo, la République Centrafricaine et l'Ouganda.



Fig. 2: Rameau florifère de *Tapinanthus dodonaeifolius*. / Flowering branch of *Tapinanthus dodonaeifolius*.
Photo: Kanika Idriss, novembre 2107.

3.2 Caractérisation de l'infestation

3.2.1 Taux et intensité d'infestation

Tapinanthus dodonaeifolius est une espèce de Loranthaceae qui occupe des biotopes héliophiles et se développe généralement à la périphérie du houppier de son hôte de façon à bénéficier au maximum de la lumière solaire.

Dans la zone d'étude, 270 pieds de karités ont été inventoriés dont 244 en âge de produire repartir sur les trois sites, 197 individus portent sur leurs branches plus de deux touffes de parasites, soit un taux d'infestations de 73%. Le nombre des karités parasités par rapport à l'effectif total montre un taux d'infestation croissant allant des jeunes individus aux adultes. Ces résultats montrent que *T. dodonaeifolius* semble avoir une préférence pour les individus adultes.

Le Tableau 2 montre que les taux d'infestation du karité par *T. dodonaeifolius* augmentent selon la classe de diamètre. Ces résultats montrent que les régénérations des arbres karité ne sont pas infestées. Les infestations sont observées sur les individus de la classe de diamètre; classe 1: ($10 \geq C < 30$ cm) sont infestés à 23%, ceux de la classe 2: ($30 < C <$

60 cm) à 76%, ceux de la classe 3: ($60 < C < 90$ cm) à 86% et ceux de la classe 4: (> 90 cm) sont parasités à 91%. Il apparait que c'est la classe 4: (> 90 cm) qui constituent le groupe le plus infesté par rapport à la classe 1: ($10 \geq C < 30$ cm) qui est moins infestés. Ce taux d'infestation n'est pas le même dans les trois sites étudiés.

Tableau 2: Taux d'infestation du karité par *Tapinanthus dodonaeifolius*. / Shea infestation rate by *Tapinanthus dodonaeifolius*.

| Stade végétatif | Effectif des individus | individus parasités | |
|-----------------|------------------------|---------------------|-------|
| | | nombre | % |
| Régénération | 11 | 0 | 0% |
| Classe 1 | 35 | 8 | 22,85 |
| Classe 2 | 75 | 57 | 76 |
| Classe 3 | 73 | 63 | 86,3 |
| Classe 4 | 76 | 69 | 90,78 |
| Total | 270 | 197 | 72,96 |

En outre, la Figure 3 indique que les intensités d'infestation des arbres karité augmentent avec la classe de diamètre. Les arbres karité de diamètre de la classe 4: ont plus de 3 touffes/arbre parasité, ceux de la classe 3 ont au moins 3 touffes de parasites/arbre infesté, ceux de la classe 2 ont 2 touffes de parasite/arbre infesté et ceux de la classe 1 ont une intensité moyenne d'infestation d'une touffe/arbre parasité. Il apparait que c'est la class, qui compte des individus le plus infesté par rapport à la classe 1. Le Tableau 3 montre que ce taux d'infestation n'est pas le même dans les trois sites étudiés.

Pour tous ces paramètres évalués (Tab. 3), la comparaison des valeurs minimales d'une part et d'autre part les valeurs maximales entre les sites montre une faible variation. Le nombre de touffes de parasite *T. dodonaeifolius* inventorié suit une corrélation positive d'une classe de diamètre à une autre.

Pour les individus possédant 2 TOUFFES, le pourcentage des touffes était de 7,7% à Yomi, suivi de 5,8% à Békôh et 4,6% à Bébopen ; ceux avec 3 touffes présentent un pourcentage de 12,25% à Yomi, suivi de 3,5% à Békôh et 3,2% à Bébopen. Et les individus possédant plus de 3 TOUFFES ont un pourcentage de 1,8% à Bébopen, suivi de 1,7% à Békôh et 1,6% à Yomi.

La variation des moyennes est faible dans les 3 sites pour les individus possédant 2 ou 3 touffes du parasite *T. dodonaeifolius*. Pour les individus qui possèdent plus de 3 touffes, la moyenne des touffes de Békôh (2,75) est supérieure à celle de Yomi (2,27) et de Bébopen (2,04). Il apparait que la moyenne des touffes à Bébopen est légèrement inférieure à celle de Yomi. Ces résultats montrent qu'à Békôh le taux de parasitage est élevé probablement sous l'effet des conditions écologiques et environnementales comparativement à Yomi et Bébopen.

Quant à l'intensité d'infestation, la moyenne des (2,75 touffes/arbre) à Békôh, (2,27 touffes/arbre) à Yomi, (2,04 touffes/arbre) à Bébopen montrent que *T. dodonaeifolius* constitue une menace potentielle pour l'environnement dans les peuplements de karité dans la zone d'étude.

Tableau 3: Statistiques descriptives du parasite *Tapinanthus dodonaeifolius* chez l'arbre de karité par site. / Descriptive statistics of the parasite *Tapinanthus dodonaeifolius* in the shea tree by site.

| Nombre de touffes | Statistique | Békôh | Bébopen | Yomi |
|-------------------|-------------|-------|---------|-------|
| 2 touffes | Moyenne | 0,06 | 0,09 | 0,03 |
| | CV % | 5,8 | 4,6 | 7,7 |
| | Ecart-type | 0,345 | 0,414 | 0,23 |
| | Minimum | 0 | 0 | 0 |
| | Maximum | 2 | 2 | 2 |
| 3 touffes | Moyenne | 0,23 | 0,27 | 0,02 |
| | CV % | 3,5 | 3,2 | 12,25 |
| | Ecart-type | 0,806 | 0,859 | 0,245 |
| | Minimum | 0 | 0 | 0 |
| | Maximum | 3 | 3 | 3 |
| >3 touffes | Moyenne | 2,75 | 2,04 | 2,27 |
| | CV % | 1,6 | 1,8 | 1,7 |
| | Ecart-type | 4,349 | 3,61 | 3,804 |
| | Minimum | 0 | 0 | 0 |
| | Maximum | 16 | 12 | 14 |

Le coefficient de variation (CV) exprimé en pourcentage (%) est le chiffre qui multiplie le nombre de touffes chez un arbre karité infesté.

The coefficient of variation (CV) expressed as a percentage is the figure that multiplies the number of tufts in an infested shea tree.

3.2.2 Dégradation des arbres karité par le parasite *T. dodonaeifolius* (DC) Danser

L'observation directe sur le terrain présente les arbres karité qui ont presque totalement perdu leur feuillage; ce dernier étant remplacé par les touffes du parasite *T. dodonaeifolius* (DC) Danser. Selon les paysans les arbres densément parasités ne produisent plus normalement. Très peu des paysans interrogés ont une connaissance relative des moyens de lutte dans les trois sites (Fig. 3).

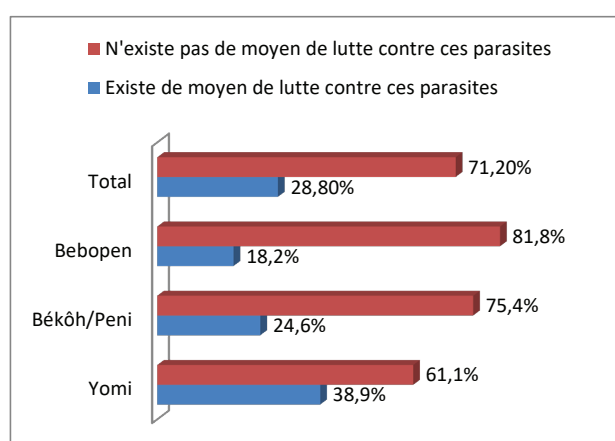


Fig. 3: Existence des moyens de lutte contre les parasites (en total et selon les sites) / Existence of pest control means (all in all and per site).

Le déparasitage par émondage semble être à la portée des producteurs sauf que les touffes du parasite *T. dodonaeifolius* sont hautes sur les arbres.

4 DISCUSSION

Tapinanthus dodonaeifolius (DC) Danser trouvée comme la seule espèce de Loranthaceae qui parasite les arbres karité étudiés dans le Mandoul occidental au Tchad est un résultat qui semble différent de celui de BOUSSIM *et al.* (1993) qui rapportent qu'au Burkina-Faso, la population des arbres karité sont infestés par quatre espèces de Loranthaceae à savoir: *Tapinanthus dodonaeifolius* (DC) Danser, *Tapinanthus globiferus* (A. Rich.) Danser et *Tapinanthus aphiodes* (Sprague) Danser.

Le taux moyen d'infestation (73%) obtenu sur ces arbres karité est bas comparativement au taux d'infestation de 95% obtenus par BOUSSIM *et al.* (1993) sur les arbres karité au Burkina-Faso]. En outre, le niveau d'infestation qui augmente avec l'âge des arbres karité obtenu dans cette étude a été pareillement montré par ces auteurs.

Quant à l'intensité d'infestation, la moyenne des (2,75 touffes/arbre) à Békôh, (2,27 touffes/arbre) à Yomi, (2,04 touffes/arbre) à Bébopen montrent que *T. dodonaeifolius* constitue une menace les peuplements de karité dans la zone d'étude.

5 CONCLUSION

A travers cette étude, il a été indiqué que les arbres karité sont parasités par les Loranthaceae. L'espèce *T. dodonaeifolius* (DC) Danser est apparue comme la plus fréquente sur les arbres karité.

En fonction de l'écologie des 3 sites étudiés, le degré de parasitage des arbres karité étudiés est significativement lié à l'âge des individus. Ainsi, les arbres les plus âgés et ceux

de longues jachères (jachères de plus de 5 ans étant les plus parasités par les Loranthaceae comparativement aux arbres karité qui sont dans les champs en exploitation.

En perspectives, il serait souhaitable de rechercher les causes de l'apparition des Loranthaceae dans les parcs à karité afin de retarder l'infestation des arbres et l'intensification des Loranthaceae dans les peuplements.

En vue d'adapter les moyens de lutte contre ces parasites les perspectives de recherche orientées sur le type de relation Hôte-parasite qui existe particulièrement entre le karité et l'espèce *T. dodonaeifolius* (DC) Danser permettrait de mieux comprendre et de caractériser cette relation. Il conviendrait également de rechercher l'âge à partir duquel *T. dodonaeifolius* (DC) Danser pourrait avoir un effet significatif sur le rendement des arbres karité. La recherche de clones résistants aux parasites serait également une voie à explorer. Cette étude est à étendre à d'autres régions qui produisent le karité au Tchad.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement l'Université de Yaoundé I/Cameroun, Faculté des Sciences qui a encadré ces travaux de recherche. Au Tchad, nous remercions l'Université de N'Djaména, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées, Laboratoire de Botanique Systématique et d'Écologie Végétale ensuite les autorités décentralisées du Ministère de l'Intérieur et de l'Environnement de la Région du Mandoul qui nous ont apporté le soutien nécessaire lors de la collecte des données. Aux référés anonymes qui ont lu avec beaucoup d'attention et fait des commentaires très utiles au manuscrit, nous adressons nos sincères gratitude.

REFERENCES

BANNISTER P, GRAHAM STRONG L & INGE A (2002): Differential accumulation of nutrient elements in some New Zealand mistletoes and their hosts. "https://fr.wikipedia.org/wiki/Commonwealth_Scientific_and_Industrial_Research_Organisation".

BERHAUT J (1967): Flore du Sénégal. - Clairafrique, 2e éd. Dakar, Sénégal, 485 p.

BERHAUT J (1979): Flore illustrée du Sénégal. Tome VI. Ed. Gouvernement du Sénégal. - Clairafrique, Dakar, 403-496.

BOUSSIM I J, SALLÉ G & GUINKO S (1993): *Tapinanthus parasite* du karité au Burkina Faso. 1er partie: Identification et distribution. - Bois et Forêt des Tropiques 238: 45-52.

BOUSSIM I J (1991): Contribution à l'étude des *Tapinanthus parasites* du karité au Burkina Faso. Thèse de doctorat de 3e cycle, Université de Ouagadougou, 152 P.

BOUSSIM I J (2002): Les Phanérogames parasites du Burkina Faso : inventaire, taxonomie, écologie et quelques aspects de leur biologie. Cas particulier des Loranthaceae parasites du karité, Thèse d'État, Université de Ouagadougou, 306 p.

CONDAMINÉ M (1988): Les *Tapinanthus*, parasites du karité: prospection au Mali et au Burkina Faso et premières observations histo-cytologiques de la baie. DEA. Université P. et M. Curie (Paris VI), 43 p, non publié.

DALZIEL J M (1955): The useful plants of West Africa, appendix of flora of West Africa.

DIBONG S D, ENGONE O L, NDONGO D, PRISO R J, TAF-FOUO V, FANKEM H, SALLE G, MISSOUP A D, BOUSSIM I J & AMOUGOU A (2009): Faut-il éradiquer les Loranthaceae sur les ligneux à fruits commercialisés de la région littorale du Cameroun ? Int. J. Biol. Chem. Sci. 4(3): 555-562. ISSN 1991-8631. <http://www.ajol.info/index.php/ijbcs>.

DJEKOTA C, MOUGA M, DJIMRAMADI A, DJELASEM B, MBAYNGONE E, MAIGA R D, RIMGOTO K, & NOUBADY D (2014): Potentiel karité au Tchad (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn subsp *paradoxa*, Sapotaceae). J Animal Plant Sci 2071-2074.

HUTCHINSON J & DALZIEL J M (1958): Flora of West Tropical Africa. 2nd edit., Vol.I, Part. 2. Millbank, London, 276 p.

EDOUARD J A (1989): Les phanérogames parasites de la Martinique. Écologie et quelques aspects de leur biologie. - Thèse de Doctorat de l'Université de Pierre et Marie Curie, Paris, 305 p.

HOUÉNON G J (1997): Rapport d'une mission de recherche sur les parasites vasculaires de la famille des Loranthaceae, dans la Sous-Préfecture de Bassila. - CPU/UNB-BÉNIN, 5 p.

KUIJT J L (1969): The Biology of Parasitic Flowering Plants, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, 246 p.

OYEN L P A & LEMMENS R H M J (2001): Ressources végétales de l'Afrique tropicale. - Précurseurs: 107-172.

POLHILL R & WIENS D (1998): Mistletoes of Africa. - The Royal Botanic Garden, Kew, 370 p.

PRIYA D (1983): Birds and Neotropical mistletoes: effects on seedling recruitment. - Oecol 60: 271-273.

SALLÉ G, BOUSSIM I J & RAYNAL-ROQUES A (1991): Le Karité, une richesse potentielle. Perspectives de recherche pour améliorer sa production. Bois Forêts tropiques. - 228 : 11-23.

VANDERVEKEN J (1993): Les Phanérogames phytopathogènes. - Traité de pathologie végétale, 234-248.

Instructions for Authors

Publication Series «Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica»

- ▶ The publication series «Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica» publishes primarily original scientific articles as well as summaries of larger research areas (if such summaries have been lacking to date). All articles are reviewed by two members of the Editorial Board; they are then returned to the authors with recommended changes or a rejection note.
- ▶ English is the preferred language for articles submitted to “Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica”. However, articles written in French are also accepted. Articles written in French must be accompanied by a detailed English summary, as well by English titles of figures and tables – and vice versa. A German version of the summary as well as of titles of figures and tables is desirable, but not imperative.
- ▶ The article must be written on a PC using the program Word for Windows. The type size must be 12 pt, linespacing 1 1/2, margins of 2,5 cm on each side; pages have to be numbered.
- ▶ Do **n o t** use any font formatting such as bold, italics, small capitals, etc.; this type of formatting is lost during text formatting. Please mark the names of **cited authors** in yellow, **scientific names** in green.
- ▶ Do **n o t** hyphenate your text, unless the hyphen ist part of a word. Any hyphenation entered by authors is lost during reformatting.
- ▶ Use a **protected space** instead of a normal space to separate numbers, letters or symbols which belong together, e.g. § 1 ([Ctrl]+[Shift]+[spacebar]).
- ▶ Avoid footnotes!
- ▶ Figures and tables must be provided separately in an electronic version, with a format corresponding to the type area. Ideally, the format should match the type area (16.8 cm) or the column width (8.1 cm). (Figures with a width of 9.5 to 12 cm are also acceptable). Please do **n o t** insert figures or tables into the text, but deliver each of them in a separate document: Tables in Excel-format (*.xls), figures only made with graphic programs *.tif, *.pcx, *.eps or *.bmp. Provide us with an excellent printed version of each table and figure, containing its title.
- ▶ Submit all captions for figures, titles of tables, and information within figures and tables in French, English and (if possible) German.
- ▶ Use the last volume of the series as a model when preparing the Outline of your article!
- ▶ Also follow the last issue when preparing the **Bibliography** (Do **n o t** enter authors’ names in capitals or small capitals but mark them in yellow)!
- ▶ Send your article to :

Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica (Redaktion)
c/o Dr. Gerwin Kasperek
Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Bockenheimer Landstr. 134-138
60325 Frankfurt am Main, Germany
e-Mail: g.kasperek@ub.uni-frankfurt.de

Conseils aux auteurs

La collection « Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica »

La collection « Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica » publie en premier lieu des articles scientifiques originaux ainsi que des articles de synthèse d'un plus grand champ de recherche (à condition qu'une telle synthèse fait encore défaut).

- ▶ Tous les articles seront revus par deux membres du Comité de lecture qui se réservent le droit de solliciter des modifications jugées nécessaires, voire de refuser un article.
- ▶ Les textes sont à soumettre de préférence en anglais, des textes français pouvant toutefois être acceptés. Les textes français doivent être accompagnés d'un résumé détaillé en anglais, les textes français respectivement d'un résumé anglais. Il serait en plus souhaitable de joindre un résumé allemande.
- ▶ Veuillez saisir vos textes sur un PC, sous format Word for Windows. A titre de repère, une page imprimée (dans le logiciel InDesign) correspond à environ 4.500 signes, veuillez en tenir compte quand vous planifier la longueur de votre texte.
- ▶ N'utilisez aucune mise en forme de police telle que gras, italique, petites majuscules, etc. ce type de formatage est perdu lors du formatage du texte. Veuillez marquer les noms des **auteurs cités** en jaune, les **noms scientifiques** en vert.
- ▶ Ne **jamais** utiliser la **division automatique en syllabes**, car celles-ci ne peuvent pas être maintenues lors du re-formatage, et ne pas non plus utiliser des **traits d'union** pour marquer des divisions manuellement (si vous devez diviser, faites-le par un **trait d'union limité** [Strg]+[Shift]+[-]).
- ▶ Pour des signes, qui ne doivent pas être séparés, comme p.ex. § 1, utilisez l'**espace protégé** ([Strg]+[Shift]+[barre d'espacement]).
- ▶ Evitez des notes de bas de page.
- ▶ Figures et tableaux seront conçus pour pouvoir être cliqués directement par l'imprimeur, respectant le format de « Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica », de préférence en largeur de la surface d'impression (16,8 cm) ou d'une colonne (8,1 cm). Toutefois, une largeur entre 9,5 et 12 est également possible. Veuillez les fournir sous forme d'un fichier numérique, de manière séparée du texte, c'est-à-dire les tableaux comme fichier excel (*.xls) et les illustrations dans un des formats suivants: *.tif, *.pcx, *.eps, *.bmp; de cette manière, ils pourront, si besoin est être ouverts et retravaillés par nous au niveau de la mise en forme. Veuillez accompagner le fichier numérique d'une copie papier de bonne qualité (où figure obligatoirement le nom de fichier).
- ▶ Rédigez les titres des figures et tableaux ainsi que toutes les inscriptions, annotations et légendes à l'intérieur des illustrations en français/anglais, et, si possible, aussi en allemand.
- ▶ En ce qui concerne l'organisation et les parties de votre article, veuillez vous respecter la dernière édition de la série.
- ▶ Les références bibliographiques seront présentées conformément à la dernière édition (ne pas utiliser des majuscules ni PETITES CAPITALES pour les noms d'auteur !).
- ▶ Envoyez votre texte par e-mail la rédaction:

Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica (Redaktion)

c/o Dr. Gerwin Kasperek
Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Bockenheimer
Landstr. 134-138
60325 Frankfurt am Main, Germany
e-Mail: g.kasperek@ub.uni-frankfurt.de