

**Recherches sur la structure  
et la signification  
de l'appareil respiratoire des Arachnides**

PAR

J. MAC LEOD,

agrégé spécial à l'Université de Gand, professeur à l'école normale de Bruges.

---

AVEC LES PLANCHES I ET II.

Les pages suivantes contiennent les résultats de nos recherches sur l'appareil respiratoire des Aranéides. Ces recherches, commencées il y a plusieurs années, ont déjà fait l'objet d'une communication préliminaire (1), où quelques-uns des résultats dont on va lire l'exposé complet ont été esquissés.

Voici d'abord, en quelques mots, la disposition générale des organes respiratoires des Arachnides chez les principaux groupes.

On trouve chez les Arachnides deux espèces d'organes respiratoires : des poumons et des trachées.

Les poumons se trouvent chez les Scorpions, les Télyphones et les Araignées proprement dites (Aranéides) sous la forme de cavités pulmonaires situées à la face ventrale de l'abdomen,

---

(1) *Recherches sur la structure et la signification de l'appareil respiratoire des Arachnides.* (Bulletins de l'Académie royale de Belgique, 3<sup>me</sup> Série, tome III, n<sup>o</sup> 6, 1882.)

Voir aussi notre *Mémoire sur la structure des trachées et la circulation péritrachéenne.* (Bruxelles, Manceaux, 1880.)

communiquant avec l'extérieur par des fentes transversales du tégument.

Chez les Scorpions, il y a quatre paires d'organes de ce genre, situés dans les 9<sup>e</sup>, 10<sup>e</sup>, 11<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> anneaux du corps.

Chez les Telyphones, il en existe deux paires (9<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> anneaux).

Chez les Aranéides, il existe deux paires de poumons, (tetrapneumones) ou une paire (dipneumones).

Chez ces dernières, on trouve en outre presque toujours, en arrière des poumons véritables, et à une distance très variable de ceux-ci, une paire de *stigmates trachéens*, constituant l'orifice d'organes qui ressemblent aux trachées des insectes. Ces stigmates sont séparés ou confluent sur la ligne médiane (1).

Chez les autres Arachnides on ne trouve pas de poumons, mais seulement des trachées.

Nous nous sommes surtout occupés de la structure des poumons chez les Aranéides dipneumones; nous avons examiné sous ce rapport les genres suivants : *Epeira*, *Meta*, *Pachygnata*, *Tegenaria*, *Clubiona*, *Lycosa*, *Atta*, *Erigone*, *Tetragnatha* et *Argyroneta*. Ces organes ont une structure à peu près identique chez ces diverses formes. L'examen des poumons d'une Mygale et de plusieurs espèces de Scorpions nous a montré que les particularités trouvées chez les dipneumones se retrouvent, dans leurs traits généraux, chez ces deux derniers groupes, de sorte que notre description générale du poumon s'applique aux Scorpions et à toutes les Araignées. Nous n'avons pas pu examiner les organes respiratoires des Telyphones avec assez de détails pour pouvoir en parler en connaissance de cause.

Nous avons eu surtout pour but de rechercher les analogies qui existent entre les poumons et les branchies des Limules

---

(1) On trouvera de nombreux détails sur la forme de l'appareil respiratoire des Aranéides dans PH. BERTKAU, *Versuch einer natürlichen Anordnung der Spinnen nebst Bemerkungen zu einzelnen Gattungen*. (Arch. f. Naturgesch. 44 Jahrg. 1 Bd. 1878.)

d'une part, les trachées d'autre part. Nous avons examiné les branchies du *Limulus moluccanus* et, comme trachées, surtout celles de l'*Argyroneta aquatica*, que nous avons choisie comme type des Aranéides trachéates. Les trachées des autres espèces ne diffèrent en effet de celles des argyronètes que par des détails de nature morphologique secondaire.

Les organes dont nous allons donner la description sont assez compliqués de forme et de structure : aussi le lecteur trouvera-t-il grand avantage à prendre connaissance de notre travail après avoir examiné, ne fut-ce qu'extérieurement, l'abdomen d'une Araignée (d'une Épeire ou d'une Clubione, par exemple) et s'être rappelé la signification des mots *antérieurs*, *postérieurs*, *interne*, *externe*, etc., dont nous sommes souvent obligés de nous servir, et que nous appliquons toujours à l'animal considéré dans sa position naturelle, c'est-à-dire marchant sur le sol horizontal.

## CHAPITRE I.

### Description des poumons des Arachnides, d'après l'étude de ceux des Aranéides.

Nous avons examiné chez de nombreuses espèces les organes qui nous occupent. Nos observations ont été faites chez diverses espèces des genres *Epeira*, *Lycosa*, *Atta*, *Pachygnata*, *Erigone*, *Tegenaria*, *Tetragnatha*, *Meta*, *Argyroneta*, *Clubiona*, ainsi que chez une grosse Mygale provenant de Java, et trouvée dans un navire chargé de bois de Campêche.

Nous avons examiné ces organes sur des coupes transversales, longitudinales et horizontales de l'abdomen, colorées au carmin, ainsi que sur des lamelles pulmonaires isolées.

Chez la plupart des Araignées dipneumones, les poumons sont situés à la base de l'abdomen, à droite et à gauche, et se présentent sur le vivant comme des taches pâles, plus ou moins trapezoïdales à angles arrondis, dont la base la plus longue est située en arrière.

Notre figure 1, planche I, représente trois coupes théoriques de l'abdomen d'une Araignée : une coupe longitudinale, une transversale, une horizontale. Pour rendre la chose plus démonstrative nous avons dessiné ces trois coupes sur trois plans différents; on pourrait se représenter la figure dans son ensemble comme montrant l'intérieur d'une chambre au milieu de laquelle l'abdomen d'une Araignée se trouverait suspendu : une coupe horizontale de cet objet se trouve projetée sur le plancher  $V$ ; une coupe longitudinale sur le mur  $L$ ; une coupe transversale sur le mur  $T$ .

Considérons d'abord la coupe longitudinale  $L$ , sans nous préoccuper pour le moment des lignes pointillées qui parcourent la figure et dont la signification sera expliquée plus loin.

Nous trouvons en  $lp$  la coupe d'un certain nombre de fines lamelles, les *lamelles pulmonaires*, placées horizontalement, libres à leur extrémité postérieure ou caudale, c'est-à-dire la plus rapprochée de l'extrémité caudale de l'animal, vers la droite de la figure, et attachées en avant. Entre ces lamelles se trouvent des cavités en forme de fentes qui communiquent en arrière avec une cavité générale  $cp$ , laquelle débouche à son tour à l'extérieur par une fente stigmatique.

Au niveau des lèvres de cette fente, nous voyons la cuticule chitineuse du tégument externe se replier vers l'intérieur devenir notablement plus mince, tapisser la face postérieure ou caudale de la cavité  $cp$ , se replier plus haut vers l'avant, et atteindre le point d'attache de la lamelle pulmonaire la plus supérieure.

D'autre part un prolongement du tégument se replie en dedans, au niveau de la lèvre antérieure de la fente, et se dirige vers le point d'attache de la lamelle pulmonaire la plus inférieure.

Entre ces deux points d'attache sont insérées toutes les autres lamelles pulmonaires.

L'ensemble que nous venons de décrire sommairement est un *poumon*.

L'examen de la coupe transversale  $T$  va nous donner de

nouveaux renseignements sur la structure de cet organe. Cette coupe est faite au niveau indiqué par la ligne *tt'* sur la figure *L*. Nous voyons ici que le poumon a dans son ensemble une forme triangulaire, de telle sorte que les lamelles inférieures ou ventrales ont une étendue plus petite que celles qui sont plus dorsales. De plus, nous remarquons que les lamelles *lp* sont attachées par leurs parties latérales à la paroi de la cavité pulmonaire.

Enfin, la figure *V* nous montre une *coupe horizontale* de l'abdomen : cette coupe a été menée suivant les niveaux indiqués par *vv* sur la figure *L*, par *v'v'* sur la figure *T*, et correspond exactement au plan de deux lamelles pulmonaires.

Cette figure nous montre que celles-ci, vues à plat, sont sensiblement quadrangulaires ; et qu'elles ne sont pas seulement attachées par leur bord antérieur ou céphalique (1), comme le montrait la fig. 1, *L*, mais aussi latéralement, comme l'indiquait déjà la figure 1, *T*. Les lamelles n'ont donc qu'un bord libre, le bord postérieur. Il arrive cependant qu'une partie du bord externe, c'est-à-dire le plus éloigné de la ligne médiane, est partiellement libre, comme on le voit sur le poumon de droite.

Cette figure nous montre encore un fait d'une importance considérable : les cavités *cp* des deux poumons communiquent en effet sur la ligne médiane ; nous reviendrons plus loin sur ce point, qui semble jeter une vive lumière sur la valeur morphologique des organes respiratoires des Aranéides.

L'examen comparatif des trois coupes de la figure 1, permettra au lecteur de se faire une idée exacte de la disposition générale des poumons.

Les lignes pointillées indiquent, sur chaque coupe, la direction et le niveau suivant lesquels les deux autres ont été faites. Ainsi, par exemple sur la coupe horizontale, *tt* indique

---

(1) C'est-à-dire la plus rapprochée de l'extrémité céphalique de l'animal.

la position de la coupe transversale, et *ll* celle de la coupe longitudinale, etc.

En résumé, nous pouvons décrire les poumons des Aranéides comme suit :

Deux cavités situées à la face ventrale de l'abdomen, à droite et à gauche de la ligne médiane;

communiquant à l'extérieur par une fente transversale;

tapissées intérieurement par une mince cuticule chitineuse qui est un prolongement de la cuticule chitineuse du tégument externe;

renfermant un certain nombre de minces lamelles horizontales, attachées aux parois en avant et latéralement (ce dernier point avec restriction, v. pl. I, fig. 2, *lp*);

ces lamelles limitent deux à deux des cavités aplaties qui débouchent en arrière dans un vestibule commun;

les deux poumons communiquent ensemble sur la ligne médiane par leur partie postérieure.

Examinons maintenant les figures suivantes, dessinées à un plus fort grossissement.

Et d'abord la figure 2, qui est une amplification de la figure 1, V. Nous avons d'abord en *lp*, une lamelle pulmonaire du poumon de droite, de forme trapezoïdale, attachée de toutes parts aux parois de la chambre pulmonaire, sauf *en arrière*, et *en dehors* sur un grand tiers de sa longueur. Il existe ainsi dans la lamelle une partie postéro-externe dont le bord est libre, qui *flotte* par conséquent librement dans la cavité pulmonaire. On trouve, chez le même individu, toutes les transitions entre l'état dessiné dans la partie droite de la figure 2 et l'état dessiné à gauche, où la lamelle pulmonaire n'a que son bord postérieur libre. C'est là encore un point sur lequel nous reviendrons plus loin.

De plus, les bords libres des lamelles sont tous munis de piquants chitineux, ainsi que les parois de la cavité pulmonaire *cp*.

Les cuticules chitineuses qui revêtent intérieurement les

deux chambres pulmonaires se relient entr'elles sur la ligne médiane, de telle sorte que les cavités pulmonaires de droite et de gauche sont en communication.

Cette communication n'est cependant pas aussi complète que nous la dessinons. En effet, les parois antérieures et postérieures du passage de communication sont munies, sur la ligne médiane, de plis engrenés les uns dans les autres sur l'objet entier. Le dessin a été fait d'après une préparation où les deux cuticules avaient été artificiellement détachées l'une de l'autre, mais sur l'objet intact elles se touchent intimement.

Cette communication s'observe dans toute la portion ventrale du poumon. Les deux fentes pulmonaires sont en effet confluentes sur la ligne médiane, et cette confluence pénètre à l'intérieur du corps jusqu'à une certaine profondeur, variable suivant les espèces, assez considérable chez l'*Epeira diadema*. Si l'on fait des coupes horizontales de l'abdomen en partant de la face ventrale, on trouve la dite communication sur le premier tiers des coupes qui passent à travers le poumon; elle cesse de se montrer sur les coupes plus éloignées de la face ventrale.

Le poumon de gauche de la figure 2 (le dessin du poumon de droite n'a pas été achevé) nous montre une multitude de petits groupes composés chacun de deux noyaux plus ou moins superposés. Entre ces groupes nous voyons çà et là de gros éléments (*g*) à corps cellulaire volumineux et granuleux, à contours irréguliers, à noyau distinct. Ces éléments sont des globules sanguins, dont ils présentent tous les caractères. Les figures suivantes, sur lesquelles les lamelles pulmonaires sont vues en coupe, vont nous éclairer davantage sur la nature de ces groupes de noyaux.

Considérons maintenant la figure 3, qui est l'amplification du poumon vu sur la figure 1, *L* en petit et en position naturelle.

Nous voyons sur cette figure que chaque lamelle pulmonaire se compose :

1° D'une cuticule chitineuse lisse, d'une extrême finesse, recouvrant sa face ventrale (à gauche sur la figure).

2° D'une autre cuticule également très fine, recouvrant la face dorsale de la lamelle. Cette cuticule dorsale est recouverte d'une véritable forêt de piquants chitineux, placés régulièrement les uns à côté des autres. Les sommets de ces piquants sont reliés entre eux par des branches transversales, de sorte qu'il existe, à une certaine distance au-dessus de la cuticule, un treillis chitineux soutenu par les piquants. Ceux-ci atteignent le bord libre des lamelles, contournent un peu ce bord, mais ne se continuent pas sur la face ventrale (fig. 3, *lp*).

3° Entre ces deux cuticules se trouve une cavité. Les deux lamelles sont attachées ensemble de distance en distance, par de petites colonnettes formées chacune de deux cellules fusionnées : ce sont les noyaux de ces cellules que nous avons signalés en décrivant les lamelles vues à plat. Nous allons revenir plus loin sur la description de la structure très curieuse de ces petites colonnettes cellulaires. On pourrait se représenter l'intérieur de chaque lamelle, supposée étalée à plat, comme une vaste salle très étendue mais très basse; le plancher et le plafond de cette salle sont les cuticules chitineuses. Le plafond est relié au plancher par d'innombrables colonnes très espacées, les colonnettes cellulaires sus-mentionnées.

Dans les intervalles compris entre ces colonnes circule du sang; ce fait ne présente aucun doute, car sur toutes nos préparations nous avons vu des globules sanguins à l'intérieur des lamelles (fig. 2, *g*; fig. 4, *gs*).

Au niveau des bords libres des lamelles leur cavité est fermée (fig. 3, *lp*); il n'en est pas de même au niveau de leurs bords adhérents.

Nous voyons dans la figure 3, au-dessous du tégument externe assez épais *g*, une couche cellulaire dont les noyaux sont disposés régulièrement : c'est la couche chitinogène, limitée à sa face interne par une *membrane basale* anhiste. En dessous de cette couche il existe des colonnettes cellulaires semblables à celles que nous avons trouvées à l'intérieur des lamelles pulmonaires, mais plus allongées. Ces colonnettes relient les lamelles au tégument externe, en s'insérant sur la membrane basale.

Entre ces colonnettes se trouvent des espaces, constituant par leur réunion un sinus sanguin, dans lequel débouchent les cavités internes de toutes les lamelles.

Intérieurement, au-dessus et à droite de la figure, nous retrouvons encore ces mêmes colonnettes reliant toutes les parties des poumons aux organes voisins, et partout ces colonnettes plongent dans le sang, de la même manière qu'en dessous du tégument externe et à l'intérieur des lamelles. Le poumon tout entier est donc entouré d'un sinus rempli de ce liquide.

L'examen des figures 1, 2, 3, 4 de la pl. II, rend ce fait encore plus évident. Ces figures représentent en effet des coupes transversales du poumon à différents niveaux, de même nature par conséquent, que la coupe représentée pl. I, figure 1, *T*.

Les différences que présentent ces coupes ne doivent pas nous préoccuper pour le moment; nous devons seulement remarquer que les colonnettes cellulaires (sur toutes les figures), se rencontrent sur tout le pourtour du poumon, en dessous du tégument externe aussi bien que du côté des organes internes. Du côté interne du poumon (à droite sur les 4 figures), nous voyons (fig. 2, *E*) les colonnettes *f* s'appliquer les unes sur les autres, et former une espèce de feutrage, qui constitue la limite réelle du poumon, et relie entre elles les extrémités internes de toutes les lamelles.

Revenons-en à l'examen de la fig. 3 pl. I. L'air pénètre dans l'appareil respiratoire par la fente stigmatique *ST*; de là dans l'antichambre, et enfin dans les fentes situées entre les chambres pulmonaires. N'oublions pas que ces fentes sont fermées de toutes parts, sauf en arrière (en dessous sur la figure) : en effet, la majeure partie des lamelles sont fixées, non seulement en avant, mais aussi par leurs bords latéraux (comparez avec fig. 2, pl. I et fig. 2, pl. II; v. plus loin.)

L'hématose se fait à travers les minces cuticules chitineuses qui recouvrent les lamelles pulmonaires, et séparent le sang contenu à l'intérieur de celles-ci de l'air qui circule entre'elles.

Comparons entre elles les quatre figures de la planche II; ces figures représentent quatre coupes transversales du poumon (comparez pl. I, fig. 1, *T*) faites à des distances différentes de la fente stigmatique.

La figure 1 est la plus rapprochée de celle-ci; elle représente donc la coupe la plus éloignée du céphalotorax; la partie supérieure de la figure correspond à la face ventrale.

Nous avons en *T* le tégument externe, portant des poils plumeux *p*, tapissé à sa face profonde par la couche cellulaire chitinogène *i*. Nous trouvons en *F* une solution de continuité du tégument, par laquelle on pénètre dans la cavité pulmonaire; l'ouverture *F* est la coupe d'une partie de la fente stigmatique. Celle-ci, dont la plus grande partie est transversale, se recourbe en effet à son extrémité distale (la plus éloignée de la ligne médiane) pour se diriger en avant sur une petite longueur, de manière à longer latéralement le poumon. C'est la coupe de ce prolongement que nous trouvons en *F* sur notre figure.

Remarquons maintenant que les lamelles de la partie ventrale du poumon (les supérieures sur nos figures de la pl. II) sont seules complètement attachées par leurs bords latéraux; celles de la partie dorsale de l'organe sont au contraire libres par leur extrémité distale (c'est-à-dire la plus éloignée de la ligne médiane, à gauche sur les figures); comparez pl. I, figure 2, *bl*.

Le nombre de ces lamelles partiellement libres est fort variable suivant les espèces, et même suivant les individus; nous avons trouvé chez certains échantillons de *Lycosa* des poumons dont une coupe, correspondante à notre figure 1, pl. II, montrait que la presque totalité des lamelles, à trois ou quatre près sur une centaine, avait son bord externe libre.

A une distance un peu plus grande de la fente stigmatique apparaît la disposition représentée figure 2, pl. II. Les lamelles à bord externe libre paraissent moins nombreuses; les plus ventrales de celles-ci se sont déjà sondées à la paroi du poumon; à mesure qu'on s'éloigne du stigmate les lamelles se

fixent les unes à la suite des autres, jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'une lamelle libre. La figure 3 représente une coupe faite à ce niveau.

Enfin, vers la 15<sup>e</sup> ou 20<sup>e</sup> coupe en avant du stigmate, cette dernière lamelle s'est sondée à son tour (pl. II, fig. 4), et cet état se montre sur toutes les coupes suivantes, plus rapprochées du thorax.

L'examen comparatif des figures 2, 3 et 4, pl. II permet de se rendre compte d'une disposition très intéressante, dont la signification morphologique nous semble considérable. La fente *t*, figure 3 et 4, située entre la lamelle pulmonaire la plus dorsale et la paroi du poumon *a*, sur une coupe transversale, une forme qui diffère complètement de celle des autres fentes. En effet, au lieu d'être aplatie comme celles-ci, elle a une tendance bien marquée à prendre la forme tubulaire. De plus, les piquants chitineux qui revêtent sa face interne sont beaucoup plus développés, c'est-à-dire plus longs, plus épais et de couleur plus foncée, que ceux qui se rencontrent à la surface de toutes les autres lamelles.

Dans les parties les plus éloignées de la fente stigmatique, sur la figure 4, par exemple, la fente *t* prend l'aspect d'une véritable trachée aplatie; la comparaison de planche II, figure 4 *t*, à planche I, figure 7 *T* (cette dernière figure représente la coupe transversale des trachées de l'Argyronète) rend cette manière de voir suffisamment claire. Nous reviendrons d'ailleurs plus loin sur ce point.

## CHAPITRE II.

### Description des branchies de la Limule; comparaison entre ces organes et les poumons des Arachnides.

Cette description, que nous pourrions appeler *macroscopique*, de l'appareil pulmonaire des Aranéides est suffisante pour se rendre compte de sa valeur morphologique.

Il existe deux manières de voir relativement à cette question :  
Suivant l'opinion la plus ancienne et la plus généralement

admise, les Arachnides appartiennent au groupe des Trachéates : les poumons de ces animaux sont considérés comme représentant une forme spéciale de trachées aplaties.

D'après une autre manière de voir, les Arachnides doivent être rattachées aux Poecilopodes (Limules, etc.). Cette idée a été mise en avant par Edouard Van Beneden (1), reprise et développée par Barrois (2) et Ray Lankester (3). A ce point de vue, les poumons des Araignées sont envisagés comme des branchies adaptées à la respiration aérienne, et comparés aux organes analogues de la Limule.

Nous discuterons successivement ces deux manières de voir, en rappelant d'abord au lecteur la disposition générale de l'appareil respiratoire des Limules (4).

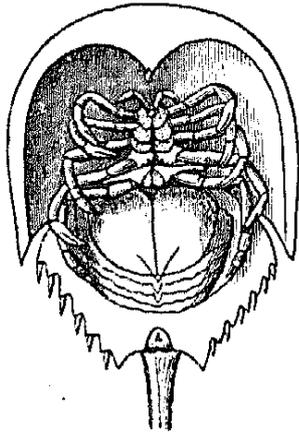


Fig. 1.

Aspect d'une Limule, vue par la face ventrale.

Chez les Limules (nous avons examiné 2 exemplaires, conservés dans l'alcool, de *Limulus moluccanus*) cet appareil se compose de cinq paires de membres abdominaux (les appendices 8<sup>e</sup>, 9<sup>e</sup>, 10<sup>e</sup>, 11<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> en considérant tout le corps) qui ont pris la forme de larges lames, et se sont soudés ensemble, deux à deux, sur la ligne médiane.

Les cinq lames ainsi constituées sont imbriquées et appliquées contre le tégument ventral de l'abdomen, de sorte

(1) ED. VAN BENEDEN. *De la place que les Limules doivent occuper, etc.* (Journal de Zoologie, t. I, p. 41 1870.) — LE MÊME. *Sur la structure et la signification de l'appareil respiratoire des Arachnides.* (Bull. sc. dépt. du Nord, 1882, p. 299-501.)

(2) *Recherches sur le développement des Araignées.* (Journal de Robin et Pouchet, 1878, p. 259; pl. XXXIV.)

(3) RAY LANKESTER. *Limulus an Arachnid.* (Quart. Journ. for Micr. Science, 1880.)

(4) Voyez PACKARD, *The anatomy, histology and embryology of Limulus polyphemus.* (From the university memoirs of the Boston society of Natural history, 1880. — Voyez surtout pl. I, fig. 1 et pl. III, fig. 1.)

qu'elles sont presque horizontales quand l'animal rampe sur le sol. De plus ces lames sont soudées avec le tégument ventral sur la ligne médiane dans leur moitié proximale, de sorte que leur moitié distale est seule libre : cette portion soudée peut être comparée à une espèce de bride, qui a la plus grande ressemblance avec le frein de la langue.

Nous pouvons distinguer dans chacune de ces plaques une face *ventrale* ou *inférieure*, tournée vers le sol, et une face *dorsale* ou *supérieure*, tournée vers le tégument ventral de l'abdomen.

Sur la face dorsale et de chaque côté du frein médian, se trouve inséré un paquet de minces lamelles respiratoires superposées comme les feuillets d'un livre (pl. I, fig. 6). Ces lamelles sont sensiblement quadrangulaires et insérées sur le membre qui les porte (1) par un de leurs côtés, les trois autres

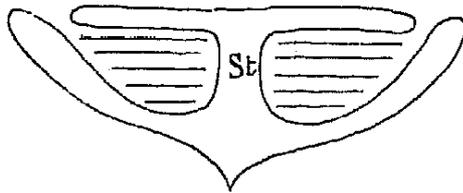


Fig. 2.

Coupe transversale idéale d'un abdomen de Limule. St. frein médian.

étant libres. Une coupe transversale de l'abdomen aura donc l'aspect représenté sur la figure 2. Ajoutons que l'ensemble des membres respiratoires se trouve situé dans un vaste enfoncement de la face ventrale de l'abdomen.

D'après Ray Lankester (loc. cit.) les cinq paires de membres respiratoires de la Limule correspondent aux parties suivantes chez les Scorpions :

Membres respiratoires de Limule

I correspond aux peignes des Scorpions

II, III, IV et V correspondent aux poumons I, II, III et IV des Scorpions.

Comparons maintenant une des paires de membres respira-

(1) C'est-à-dire la moitié correspondante de la plaque, qui est, comme nous le savons, formée de la réunion de deux membres.

toires des Limules à une paire de poumons d'Aranéide (1). Supposons d'abord, pour plus de simplicité, que les organes respiratoires de la Limule ne soient pas imbriqués, en d'autres termes, que l'abdomen de la Limule se soit suffisamment allongé pour écarter complètement les membres respiratoires l'un de l'autre : cette supposition ne modifie en rien la nature morphologique de ces organes.

*Limule.* — Nous trouvons chez la Limule, entre la lame respiratoire et le tégument abdominal, à droite et à gauche du frein que nous avons décrit plus haut, une cavité, une véritable chambre branchiale, à peu près quadrangulaire comme la moitié d'une des lames branchiales. Le côté antérieur (le plus rapproché de l'extrémité céphalique de l'animal) est fermé; c'est là que le membre respiratoire s'insère sur l'abdomen. Le côté postérieur (caudal) du carré est ouvert par une fente, qui contourne l'angle compris entre le côté postérieur et le côté externe (marginal), se continue le long de ce dernier et atteint l'angle antéro-externe, c'est-à-dire l'extrémité marginale de la ligne d'insertion du membre respiratoire. Le côté interne (médial) de la chambre branchiale est fermé dans sa moitié antérieure par le frein, et ouvert dans sa moitié postérieure; il existe ainsi une large communication entre les deux chambres.

Rappelons que le tégument abdominal ventral, fortement déprimé, constitue le plafond de la chambre branchiale, tandis que le plancher ou face ventrale est formé par la lame branchiale elle-même.

Nous trouvons maintenant, insérées sur la lame branchiale (face ventrale de la cavité) un certain nombre de fines lamelles branchiales (pl. I, fig. 6, *bb*), quadrangulaires comme la chambre qui les renferme; l'insertion sur la lame branchiale

---

(1) Les poumons ont, chez les Aranéides et les Scorpions la même structure; l'homologie de ces organes chez ces deux espèces d'animaux n'est d'ailleurs mise en doute par personne, de sorte que nous pouvons appliquer aux Scorpions tout ce que nous allons dire des Aranéides.

se fait par leur côté antérieur; elles sont libres par leurs cotés médial, postérieur et marginal.

*Araignée.* — Il existe à la face ventrale d'une Araignée dipneumone quelconque deux cavités respiratoires, situées à droite et à gauche de la ligne médiane. Ces cavités sont sensiblement quadrangulaires (1).

Leur plafond (face dorsale quand l'animal est dans sa position naturelle) est formé d'une fine cuticule chitineuse *qui se continue avec le tégument externe* au niveau de l'entrée de la chambre. Leur plancher est formé d'une fine lame translucide; leur côté interne également, sauf à l'extrémité caudale de l'organe, où les deux poumons de la même paire communiquent sur une petite étendue. Le côté postérieur ou caudal est ouvert; la fente qui longe ce côté contourne l'angle postéromarginal et se prolonge sur une petite longueur le long du côté marginal; le reste de celui-ci est fermé.

Sur la lame translucide qui forme le plancher de la cavité respiratoire se trouvent insérées un certain nombre (100-200) de fines lamelles, sensiblement quadrangulaires comme le poumon. Les bords de ces lamelles sont fixées en avant sur le plancher de l'organe (pl. I, fig. 3), en dedans sur le mur qui sépare les deux chambres respiratoires, en dehors sur la partie recourbée du plancher (2); leur bord postérieur est libre, ainsi qu'une portion de leur bord externe ou marginal.

Comme on le voit par ces deux descriptions, il existe une analogie frappante entre les poumons de l'Araignée et les branchies de la Limule.

Pour mieux faire ressortir les ressemblances et les dissemblances des deux sortes d'organes, nous avons dressé le petit tableau comparatif suivant :

---

(1) Leur côté antérieur, est, à la vérité, très court; les angles sont très arrondis; voir pl. I, fig. 2.

(2) Celui-ci ne se trouve pas seulement du côté ventral; il se recourbe en effet de manière à occuper une portion de la surface latérale de l'abdomen. (Voir les figures de la pl. II.)

## BRANCHIE DE LA LIMULE.

## I.

## Constitution.

1. Formée d'une lame chitineuse très mince, *lamelligère*, c'est-à-dire, sur la face dorsale de laquelle sont insérées les lamelles respiratoires.
2. L'organe entier est contenu dans une dépression de la face ventrale de l'abdomen; il se forme ainsi une chambre respiratoire entre cette dernière et la lame.

## II.

## Forme générale.

3. Quadrangulaire à angles arrondis.

## III.

## Limites de la chambre respiratoire.

4. *Face dorsale* : (plafond) : le tégument ventral de l'abdomen.
5. *Face ventrale* : la lame lamelligère.

## IV.

## Limites de la lame lamelligère.

6. Côté antérieur : fixé au tégument de l'abdomen.
7. Côté interne (médial) : Soudé au côté interne de la lame correspondante de l'autre côté, et relié dans sa moitié antérieure (céphalique) par un frein au tégument ventral; au niveau de sa moitié postérieure les deux chambres communiquent.
8. Côté postérieur : libre.
9. Côté extérieur : libre.

## V.

## Limites des lamelles respiratoires.

10. *Côté antérieur des lamelles* : fixé à la lame lamelligère (plancher de la cavité pulmonaire).
11. *Côté interne* : libre.
12. *Côté externe* : libre.
13. *Côté postérieur* : libre.

## POUMON DE L'ARAIGNÉE.

## I.

## Constitution.

1. Id. Id. Id.

2. Id. (*La dépression de l'abdomen est tellement profonde, que la lame lamelligère est située au niveau du tégument général.*)

## II.

## Forme générale.

3. Id.

## III.

## Limites de la chambre respiratoire.

4. Id. Id. (*Le tégument ventral est représenté ici par la fine cuticule chitineuse qui se continue avec le tégument ventral au niveau de la fente stigmatique.*)

5. Id. Id.

## IV.

## Limites de la lame lamelligère.

6. Id. Id.

7. Côté interne soudé au côté interne de la lame correspondante de l'autre côté; soudé en outre *sur toute sa longueur* au tégument ventral par un frein (cloison séparatrice des poumons) très élargi, contenant dans son épaisseur les conduits excréteurs des organes génitaux. Il s'est conservé une petite communication entre les poumons vers l'extrémité postérieure ou caudale de ces organes.

8. Id.

9. Libre dans sa partie postérieure; fixée dans sa portion antérieure.

## V.

## Limites des lamelles respiratoires.

10. Id.

11. Fixé à la cloison séparatrice des poumons.

12. En partie libre, en partie fixé.

13. Id.

La comparaison des deux colonnes de ce tableau fait ressortir les différences, et surtout les nombreuses similitudes que présentent les deux organes en question. Leur plan général est le même; leurs parties constituantes sont une à une semblables; les seules différences résident dans le degré de soudure des diverses parties entre elles : la lame et les lamelles sont flottantes, peu fixées chez la Limule; la chambre respiratoire est largement ouverte et communique largement avec son homotype de l'autre côté. Chez l'Araignée, la chambre respiratoire est plus complètement fermée, les lamelles plus fixées; les deux chambres sont écartées davantage de la ligne médiane, et ne communiquent plus que par un orifice très étroit.

Nous croyons pouvoir considérer les organes respiratoires des Araignées comme des branchies de Limule adaptées à la respiration aérienne. Voici comment on pourrait reconstituer l'histoire des transformations qu'a dû subir une paire de branchies de Limule pour devenir une paire de poumons d'Arachnide :

Supposons en premier lieu un allongement considérable de l'abdomen de la Limule, sans aucun autre changement. Cette modification aura pour résultat de faire cesser l'imbrication des membres respiratoires : ceux-ci seront désormais placés les uns à la suite des autres sans se toucher. Supposons maintenant que la portion sternale de chaque membre respiratoire s'élargisse considérablement et se soude sur *toute sa longueur* à la face ventrale de l'abdomen. Nous arriverons ainsi, par des modifications à peine sensibles, par de simples soudures, à un abdomen qui aura la plus grande analogie avec un abdomen de Scorpion où chaque poumon serait remplacé par une branchie. Chacune des branchies ainsi constituées se composerait d'une plaque quadrangulaire, libre par ses bords postérieur et externe, fixée par ses bords antérieur et interne, et portant à sa face dorsale un paquet de lamelles respiratoires; celui-ci serait situé dans une dépression de la face

ventrale de l'abdomen, tandis que la *lame* se trouve au niveau du tégument abdominal général.

Une comparaison fera mieux comprendre notre idée. On peut comparer une paire de branchies de *Limule* à la langue d'un Mammifère. Les branchies de *Limule* se trouvent en effet situées au-dessus d'une dépression de l'abdomen, comme la langue se trouve située au-dessus du plancher buccal. Les modifications que nous supposons ici sont comparables à celles qui se produiraient si le frein de la langue se prolongeait jusqu'à la pointe de celle-ci, ce qui diviserait l'espace sublingual en deux portions entièrement séparées sur la ligne médiane.

Chez la *Limule* qui aurait subi ces modifications — très peu considérables du reste — les échanges gazeux s'opèrent entre le sang et l'eau; ce dernier liquide est renouvelé dans les cavités branchiales largement ouvertes. Les lamelles branchiales minces et flexibles flottent dans ce liquide, et sont soutenues par lui.

La *Limule* passe maintenant de la vie aquatique à la vie aérienne : la quantité d'eau qui humecte les branchies devient de moins en moins considérable, et il arrive un moment où l'animal emporte une petite provision d'eau dans ses cavités branchiales, à chacune de ses excursions sur la terre ferme, à peu près de la même manière que le font beaucoup d'espèces de Crabes (1). A partir de ce moment, les lamelles branchiales n'ont plus été soutenues convenablement par le liquide ambiant : elles ont cherché un appui sur les parois de la chambre branchiale auxquelles elles se sont soudées par leurs bords. De là aussi la nécessité d'une ventilation plus éner-

---

(1) Non seulement les Gécarciniens sont dans ce cas, mais beaucoup d'autres espèces possèdent la faculté de rester pendant des jours, et même des semaines hors de l'eau; nous avons vu des exemplaires de *Carcinus maenas* vivre pendant plus d'une semaine dans un jardin humide, sans avoir à leur portée la moindre quantité d'eau dans laquelle ils pussent se baigner.

gique, qui a été facilitée par le rétrécissement de l'orifice de communication entre la chambre branchiale et l'extérieur; ce rétrécissement a été obtenu par la soudure de plus en plus complète du bord externe de la lame branchiale à la paroi ventrale de l'abdomen. Quand toutes ces soudures furent complètes, quand elles eurent atteint le degré que nous trouvons chez les Arachnides, l'appareil respiratoire de la Limule avait cessé de mériter le nom de branchie; c'était devenu un véritable poumon. La Limule avait cessé d'être un animal à respiration aérienne, pour devenir un être semblable à un Scorpion.

Plus tard d'autres modifications se sont produites : le nombre des poumons s'est réduit, l'abdomen s'est raccourci, et de la *souche Scorpion* sont issues les Aranéides tétrapneumones et dipneumones. Des adaptations secondaires de diverse nature ont probablement conduit, d'une manière qu'il est impossible d'indiquer dans l'état actuel de nos connaissances, aux autres Arachnides, tels que les phalangides, les acariens, les pseudo-scorpionides, etc.

Comme on le voit, nous avons été conduit de la manière la plus rationnelle des branchies de la Limule aux poumons des Arachnides; les modifications que nous avons supposées sont très simples, et parfaitement en rapport avec la transformation de la respiration aquatique en respiration aérienne.

Nous représentons l'idée que nous nous faisons des rapports morphologiques qui relie l'appareil respiratoire des Arachnides à celui des Poecilopodes par l'arbre généalogique suivant :

LIMULE (ou plutôt un ancêtre commun aux Limules et aux Scorpions).  
(Cinq paires d'appendices branchifères).

Passage à la vie terrestre. La première paire de membres respiratoires perd cette fonction. Les quatre suivantes s'adaptent à la respiration aérienne.

SCORPIONS.

Les deux poumons postérieurs disparaissent.

*Télyphones.*

Les anneaux de l'abdomen se fusionnent.

*Aranéides.*

## CHAPITRE III.

**Structure histologique des organes respiratoires des  
Poecilopodes et des Arachnides.**

L'étude histologique des lamelles respiratoires des animaux qui nous occupent ne manque pas de présenter un grand intérêt, et ses résultats semblent entièrement conformes aux conclusions auxquelles on est conduit par l'étude macroscopique de ces organes.

Examinons d'abord la structure des éléments qui relient les deux cuticules chitineuses d'une lamelle pulmonaire d'Aranéide, éléments que nous avons déjà signalés et décrits sommairement sous le nom de colonnettes cellulaires.

Chacune de ces colonnettes (pl. I, fig. 4, *cm*) se compose d'une petite quantité de protoplasma (?) renfermant habituellement deux, rarement trois noyaux. Comme la lamelle pulmonaire ne renferme (en dehors des globules sanguins dont l'aspect est très caractéristique) aucun autre élément cellulaire, nous devons considérer ces colonnettes comme des éléments chitinogènes.

D'autre part, comme Chun (1) l'a déjà démontré, et comme nous avons eu nous-mêmes l'occasion de le constater (2), les lamelles pulmonaires d'Araignée, traitées par le nitrate d'argent suivant les méthodes ordinaires, laissent voir à leur surface des champs polygonaux délimités par un dépôt d'argent, absolument comme un endothélium ordinaire. Nous croyons que ces champs sont des limites de cellules appliquées sous forme de lamelles d'une extrême ténuité à la face interne de la cuticule chitineuse des lamelles pulmonaires. Vers le centre de chacun de ces champs se trouve placé le noyau

---

(1) CHUN. *Ueber die Rectaldrüsen bei den Insecten* (suivi d'une notice sur la structure des trachées). Diss. inaug. Frankfurt a. Main, 1875.

(2) MAC LEOD. *Mémoire sur la structure des trachées et la circul. pérित्रachéenne*. Bruxelles, 1880.

cellulaire au milieu d'une petite portion de protoplasma qui fait saillie dans la cavité interne de la lamelle.

En regard d'une saillie quelconque appartenant à une cuticule se trouve placée sur l'autre cuticule de la même lamelle une autre saillie semblable : ces deux saillies se touchent, se réunissent, se fusionnent et finissent par ne plus constituer qu'une masse unique, la colonnette.

Celle-ci renferme en effet les deux noyaux des deux cellules par la réunion desquelles elle est constituée ; de plus, dans certains cas (deux ou trois fois) nous avons vu vers la moitié de la hauteur de la colonnette une ligne transversale très distincte par laquelle elle était séparée en deux : ce sont ces dernières images qui nous ont conduit à l'interprétation que l'on vient de lire.

De plus, ces colonnettes présentent une autre particularité très curieuse, dont la constance ne s'est démentie sur aucune des nombreuses préparations que nous avons examinées. En un endroit du pourtour de la colonnette se trouve toujours une portion plus réfringente que le reste. Cette portion (pl. I, fig. 4, *m.*) a des contours très nets : elle est limitée latéralement par des lignes droites, et absorbe faiblement les réactifs colorants. Nous n'avons pu y découvrir une trace de structure quelconque.

Nous croyons que cette partie à contours nets est de nature musculaire ; cette hypothèse permet en effet seule de rendre compte des particularités suivantes :

On trouve très souvent, sur des coupes transversales du poumon (pl. II, fig. 2, *E*), un nombre plus ou moins grand de lamelles qui sont considérablement amincies sur une partie de leur étendue.

La limite entre la portion amincie et la partie qui a gardé son épaisseur ordinaire est presque toujours située au même niveau pour les lamelles voisines.

Nous croyons qu'il faut chercher la cause de cet amincissement dans la lamelle pulmonaire elle-même, et non dans une influence extérieure agissant sur le poumon : toute influence de

ce genre devrait agir nécessairement sur toutes les lamelles du poumon et sur chaque lamelle entière : elle ne pourrait produire une modification d'une portion des lamelles en laissant le reste dans son état ordinaire.

Or nous ne connaissons, à l'intérieur des lamelles, qu'un seul élément qui soit peut-être capable de produire par sa contraction un amincissement de l'organe : c'est la portion anhiste des colonnettes cellulaires (pl. I, fig. 4, *m*) que nous appellerons *portion musculaire*.

Rappelons que les faisceaux primitifs des muscles striés se développent aux dépens de rangées cellulaires, à la surface desquelles se différencient des fibrilles, qui deviennent de plus en plus nombreuses ; à mesure que celles-ci se développent, le protoplasma se réduit, jusqu'à ce qu'il disparaisse presque en entier, à part une petite portion qui se conserve autour des noyaux.

Si notre interprétation relative à la portion musculaire des lamelles pulmonaires est exacte, les colonnettes cellulaires de celles-ci sont comparables aux rangées cellulaires qui sont le siège d'une formation musculaire : la portion anhiste est une fibrille musculaire développée à la surface de la rangée ; la différenciation musculaire s'est bornée à la production de cette seule fibrille, et la presque totalité du protoplasma des cellules s'est conservée intacte.

Il importe de remarquer que les colonnettes cellulaires présentent une grande analogie avec les *fibres de Purkinje* (1) qu'on trouve dans l'endocarde des vertébrés. Le réseau de Purkinje se compose en effet de travées, formées de deux à trois rangées cellulaires, dont le protoplasma est partiellement conservé, partiellement remplacé par de la substance musculaire. Les éléments de Purkinje ont été comparés aux

---

(1) Voir, par ex. RANVIER, leçons d'anatomie générale sur le système musculaire (Paris, 1880).

cellules musculaires embryonnaires, au début de leur développement.

Nos colonnettes cellulaires se prêtent encore mieux à une comparaison de ce genre : ici la portion musculaire est située sur une des moitiés de la cellule et limitée par des lignes droites, absolument commune dans les cellules musculaires de la queue des têtards et de beaucoup de téléostéens, tandis que la substance contractile du réseau de Purkinje se développe à la périphérie des cellules.

Quel sera l'effet de cet amincissement des lamelles (pl. II, fig. 2, *E*)? D'abord, les lamelles devenant plus minces, l'espace compris entre elles devient plus considérable; une certaine quantité d'air doit donc pénétrer entre les lamelles à chaque contraction. Cette dernière doit également chasser le sang contenu dans l'épaisseur même des lamelles.

Comme nous distinguons presque toujours, dans chaque lamelle, une partie contractée et une autre qui ne l'est pas, nous pouvons admettre que la lamelle est parcourue par une véritable onde de contraction, fixée brusquement par l'alcool absolu, dans lequel ont été plongés les animaux qui ont servi à faire nos préparations.

Si la portion anhiste des colonnettes cellulaires est réellement musculaire nous trouvons chez les Aranéides, dans l'appareil respiratoire lui-même, les organes des mouvements respiratoires, ou tout au moins des organes adjuvants de ces mouvements, jouant en même temps un certain rôle dans la circulation du sang. Des recherches concernant le développement des organes respiratoires et le mécanisme de la respiration pourraient démontrer jusqu'à quel point notre hypothèse se rapproche de la réalité.

*Lamelles respiratoires de la Limule.* — L'examen détaillé des lamelles respiratoires de la Limule montre des dispositions qui ont la plus grande analogie avec ce qui existe chez les Aranéides.

La figure 5, pl. I représente une portion de lamelle branchiale de *Limule*, limitée par une cuticule chitineuse (*ch*) assez épaisse, tapissée intérieurement d'une couche cellulaire (*i*) très mince.

En beaucoup d'endroits se rencontrent des glandes (*g*) qui débouchent à la surface de la lamelle par des pores dont les lèvres sont renflées en bourrelet.

La lamelle branchiale constitue, comme chez les Aranéides, une vaste cavité aplatie dans laquelle circule le sang.

Les deux cuticules chitineuses qui limitent cette cavité sont reliées, de distance en distance, par des groupes d'éléments fibreux (*cm*) insérés sur la surface interne de chaque cuticule et dirigés normalement à la surface de celles-ci.

Ces faisceaux de fibres occupent, dans la lamelle branchiale de la *Limule*, la même position que les colonnettes cellulaires que nous avons trouvées chez les aranéides.

Il nous semble plausible d'admettre que ces deux espèces d'organes sont homologues : les fibres de la *Limule* se sont peut-être formées (nous n'avons pu suivre leur développement) aux dépens de colonnettes cellulaires semblables à celles des Aranéides.

*Glandes annexées à l'appareil respiratoire de la Limule.* — Dans toutes les lamelles respiratoires de la *Limule* sont situées des glandes excessivement nombreuses (pl. I, fig. 5, *g*) débouchant à la surface de la lamelle. L'examen des lamelles respiratoires à plat montre que ces glandes sont rangées en lignes assez régulières et placées en quinconce.

Chaque glande se compose d'un corps glandulaire arrondi, composé de glandes unicellulaires coniques, à noyau basal, placées en rayonnant autour d'une petite cavité centrale; cette cavité se continue en un canal excréteur très court, qui débouche à l'extérieur par un pore, entouré d'une bourrelet chitineux épais et jaunâtre.

Nous ne possédons aucun renseignement au sujet de la fonction de ces organes glandulaires. Indiquons pour mémoire

que nous avons recherché la présence d'urates (1) dans les lamelles branchiales sans obtenir aucun résultat.

## CHAPITRE IV.

### Les trachées des Aranéides.

Nous croyons avoir contribué à démontrer dans les pages qui précèdent, qu'il existe une homologie incontestable entre l'appareil respiratoire des Limules et celui des Arachnides pulmonés, en d'autres termes, que les poumons des Arachnides sont des branchies de Limule adaptées à la vie aérienne.

Il nous reste à chercher les relations de forme qui existent entre les poumons et les trachées des Aranéides.

Nous prendrons comme type de la description suivante les trachées de l'Argyronète, espèce fort commune dans nos contrées, que nous avons pu étudier sur un grand nombre d'exemplaires. Les trachées des autres Aranéides semblent construites sur le même type, et ne diffèrent de celles de l'Argyronète que par des caractères d'une valeur morphologique secondaire.

*Description des trachées d'Argyroneta aquatica.* — Ces organes sont au nombre de deux; leurs orifices d'entrée se trouvent à la face ventrale de l'abdomen, en arrière de ceux qui conduisent aux poumons. Chaque trachée se compose, à l'origine, d'un gros tronc plus ou moins cylindrique qui se dirige horizontalement en avant, dans la direction du céphalo-thorax.

Étudions d'abord ces organes sur une coupe transversale; la figure 7, pl. I représente une portion d'une coupe trans-

---

(1) Nous avons fait bouillir un certain nombre de lamelles avec de l'acide nitrique; l'adjonction de quelques gouttes d'ammoniaque ne fit apparaître aucune trace de murexide.

versale de l'abdomen d'Argyroneta, un peu au devant des stigmates trachéens. (La face ventrale correspond à la partie supérieure de la figure.) Nous trouvons en *T* la coupe transversale des deux gros troncs d'origine du système trachéen.

La paroi de ceux-ci se compose d'une cuticule chitineuse, recouverte à sa face interne de nombreuses pointes qui, arrivées à une certaine hauteur, se réunissent les unes aux autres de manière à constituer une deuxième tunique chitineuse treillisée (1) et interne, concentrique par rapport à la première. Extérieurement la cuticule est recouverte d'une couche cellulaire chitinogène, beaucoup plus épaisse que la membrane dite *péritonéale* ou couche chitinogène des trachées des insectes.

De cette couche cellulaire partent de nombreux éléments allongés, en forme de fibres (fig. 7, *f*, *f'*), semblables à ceux que nous avons trouvés autour du poumon des Araignées (pl. I, fig. 3, *f*). Ces éléments sont tantôt isolés (*f'*), tantôt réunis en faisceaux plus ou moins épais (*f*); ils relient le tronc trachéen au tégument externe aussi bien qu'aux organes voisins.

Du tronc trachéen partent un grand nombre de fines branches *t* qui se distribuent entre les tissus, sans se diviser davantage.

La figure 9, pl. I, nous représente la portion antérieure d'une coupe horizontale de l'abdomen d'une Argyronète faite au niveau de l'orifice extérieur des trachées(2), c'est-à-dire très près de la surface ventrale de l'animal. En *F'* nous voyons une interruption naturelle de la coupe, laquelle correspond à un sillon transversal peu profond qui s'observe à la surface ventrale de l'abdomen. C'est dans ce sillon que débouchent les deux troncs d'origine des trachées (*t*, *t*). Ceux-ci donnent naissance à un faisceau de branches latérales près de leur point d'origine (les mêmes que nous avons déjà reconnues sur

---

(1) Cette disposition est semblable à celle qui se rencontre à la surface des poumons des aranéides.

(2) Cette coupe, ainsi que celle représentée figure 8, sont comparables à celle que représente la figure 2 de la même planche.

la fig. 7, *t.*) : à leur extrémité ils se résolvent en un très grand nombre de branches semblables. La place des poumons est indiquée sur la figure par les lettres *P*, *P*.

Considérons enfin la figure 8. Elle nous représente une coupe parallèle à celle de la figure 9, c'est-à-dire horizontale mais un peu plus dorsale. Le sillon *F* n'est presque plus représenté ici. Les deux trachées communiquent entr'elles sur la ligne médiane, en *c*. Sur la figure 9 on voit que les deux trachées sont munies chacune, près de leur orifice et en face du point d'émergence de leurs branches latérales, d'une invagination qui se dirige vers la ligne médiane. Un peu plus dorsalement (fig. 8), ces deux invaginations se réunissent et constituent le tronc de liaison *c*. (1)

*Portion trachéiforme des poumons d'Aranéide.* — Dans la description du poumon des Aranéides, nous avons fixé l'attention sur ce fait que la fente pulmonaire la plus dorsale (pl. II, fig. 1, 3 et 4, *t.*) devient cylindrique ou presque cylindrique; sa paroi chitineuse est plus épaisse que celle qui limite les autres fentes; les pointes chitineuses qui la recouvrent sont plus longues, plus épaisses et d'une coloration plus foncée que dans le reste du poumon.

Cette dernière fente semble comparable à une trachée, et plus particulièrement aux troncs trachéens de l'Argyronète. La structure est de part et d'autre la même : la forme de la coupe transversale des deux organes (pl. I, fig. 7, *T*. et pl. II, fig. 4, *t.*) diffère légèrement, mais ce fait n'a pas la moindre importance. En outre, l'orifice extérieur des trachées de l'Argyronète se trouve situé en arrière de l'orifice des poumons, c'est-à-dire exactement à l'endroit occupé par la deuxième paire de poumons de la Mygale et des autres

---

(1) On remarque encore, sur la figure 8, qu'une couche musculaire, formée d'une seule rangée de gros faisceaux primitifs (*M*) se trouve située immédiatement en dessous du tégument, sur tout le pourtour de l'abdomen.

aranéides tétrapneumones. Cette analogie de position semble indiquer une homologie entre les deux sortes d'organes. Il nous paraît très plausible d'admettre que les trachées de l'Argyronète dérivent de la deuxième paire de poumons des Mygales. En effet, le poumon des Aranéides renferme en lui, comme nous venons de le voir, en quelque sorte le germe d'une trachée. Si on suppose que toutes les lamelles pulmonaires disparaissent les unes à la suite des autres, jusqu'à ce que la dernière, qui limite la fente tubuleuse *t* (pl. I, fig. 3, *t*; pl. II, fig. 4, *t*), reste seule; et si l'on admet qu'en outre cette dernière fente, devenue un véritable tube, se développe démesurément et produise, par des invaginations de sa paroi, un grand nombre de branches, on est conduit du poumon au système trachéen de l'Argyronète.

D'après ce qui précède, les trachées des Aranéides, et aussi celles des autres Arachnides (acariens, pseudo-scorpionides, etc.) ont une origine tout-à-fait différente de celle qu'on s'accorde généralement à attribuer aux trachées des myriapodes et des insectes.

Les trachées de ces derniers animaux sont, en effet, considérées comme des glandes dermiques modifiées et adaptées à la fonction respiratoire, tandis que celles des Arachnides seraient formées aux dépens de branchies.

Les trachées des Arachnides, des myriapodes et des insectes semblent cependant à première vue, des organes parfaitement homologues. Une étude plus attentive fait cependant découvrir de nombreuses différences. La seule analogie consiste dans la présence du fil spiral de la tunique chitineuse. Mais cette particularité se rencontre dans beaucoup d'organes qui certainement ne sont pas homologues des trachées : la plupart des tubes cylindriques chitineux qu'on rencontre si souvent chez les arthropodes sont soutenus par un épaissement spiraloïde, sans que pour cela on puisse les rapprocher des trachées. D'autre part, les piquants chitineux des trachées des Arachnides manquent aux trachées des insectes, tandis qu'ils se rencontrent dans les poumons.

Sur les trachées des Arachnides s'insèrent des éléments fibrillaires, allongés (pl. I, fig. 7, f, f') qui relient ces organes aux parties voisines et au tégument. Ces éléments se retrouvent avec les mêmes caractères dans les poumons, tandis qu'on ne les rencontre jamais chez les autres trachéates. Vitus Graber<sup>(1)</sup> a, il est vrai, décrit sous le nom de *suspensorium*, un organe en forme de membrane nucléée, situé dans le tibia de la *Locusta viridissima*, et reliant un tronc trachéen au tégument externe. Ce *suspensorium*, que nous avons trouvé en tous points conforme à la description qu'en a donnée Graber, a une toute autre nature que les fibres insérées sur les trachées et les poumons des Arachnides; il semble évident qu'il s'agit, chez la *Locusta*, d'une adaptation spéciale et isolée, tandis que l'existence des fibres de soutien est générale chez les Arachnides.

Enfin, la position des stigmates indique également une nature différente : chez les insectes et les myriapodes, les stigmates sont situés au dessus de l'insertion des membres, du côté dorsal, tandis que les stigmates des Arachnides sont, comme les orifices des poumons, situés à la face ventrale.

Comme on le voit par les lignes qui précèdent, il existe entre les trachées des Arachnides et celles des autres trachéates une série de différences qui, chacune prise isolément, n'ont qu'une faible valeur; mais tous ces faits, considérés dans leur ensemble, sont de nature à rendre assez acceptable l'idée que les trachées ne sont pas des organes homologues chez tous les arthropodes.

---

(1) VITUS GRABER (Archiv. f. mikr. Anatomie, Bd. X).

## EXPLICATION DES PLANCHES.

## PLANCHE I.

Fig. 1. Cette figure schématique est destinée à montrer les rapports de position du poumon des Aranéides, sur des coupes transversale, longitudinale et horizontale de l'abdomen des Aranéides.

Un abdomen d'Aranéide est supposé suspendu au milieu d'une chambre, l'extrémité céphalique étant supposée vers la gauche de l'observateur.

Une coupe longitudinale, faite un peu à droite de la ligne médiane est projetée sur le mur *L*. Une coupe horizontale est projetée le plancher *V*, une coupe transversale sur le mur *T*.

Les lignes pointillées indiquent sur chaque coupe le niveau auquel ont été faites les deux autres :

Sur la coupe *L*, la ligne *tt'* indique le niveau par lequel passe la coupe *T*; la ligne *vv* correspond au niveau de la coupe *V*.

Sur la coupe *V*, la ligne *ll* indique le niveau de la coupe *L*, la ligne *tt* celui de la coupe *T*.

Sur la coupe *T*, la ligne *ll'* indique le niveau de la coupe *L*, la ligne *v'v'* celui de la coupe *V*.

*cp.* = vestibule pulmonaire.

*lp.* = lamelles pulmonaires.

Fig. 2. Portion antérieure de la coupe horizontale de l'abdomen d'une araignée. (Amplification de la figure 1, *V*.)

*cp.* = vestibule pulmonaire, communiquant avec celui de l'autre côté par une fente sur la ligne médiane, au niveau de laquelle deux cuticules chitineuses sont engrenées. (Sur cette figure elles sont détachées artificiellement.)

*lp.* = lamelle pulmonaire, libre par une partie de son bord marginal, en *bl*.

*g, g.* = globules sanguins contenus dans la lamelle pulmonaire; celle-ci laisse voir en outre un grand nombre

d'éléments binucléés, correspondant aux colonnettes cellulaires (fig. 4 *cm.*).

Fig. 3. Coupe longitudinale d'un poumon d'Araignée. (Amplification de la figure 1, *L.*)

*ST* = fente stigmatique, conduisant dans la vestibule pulmonaire; *gg.* tégument externe, à la surface duquel débouchent des glandes unicellulaires.

*lp.* = bord libre des lamelles pulmonaires; une des faces de celles-ci est recouverte de piquants chitineux, qui s'arrêtent au niveau du bord libre.

*t.* = dernière fente pulmonaire, trachéiforme.

*f.* = fibres cellulaires, semblables à celles qui se trouvent à l'intérieur des lamelles, et à celles qui relient les lamelles aux tégument externe.

*ch.* = couche chitinogène, secrétant la paroi du vestibule pulmonaire, laquelle est recouverte de piquants chitineux. Ceux-ci sont reliés à leur extrémité par des portions courbes.

Fig. 4. Portion de la coupe d'une lamelle pulmonaire d'Araignée, fortement grossie.

*p.* = piquants chitineux recouvrant une des cuticules de la lamelle.

*cm.* = colonnette cellulaire.

*m.* = portion musculaire de celle-ci.

*gs.* = globule sanguin (voir fig. 2 *g.*).

Fig. 5. Portion d'une lamelle branchiale de la Limule, fortement grossie.

*ch.* = cuticule chitineuse.

*i.* = couche chitinogène.

*cm.* = colonnette musculaire.

*g.* = glande.

Fig. 6. Coupe longitudinale idéale d'une branchie de Limule.

*ls.* = lame branchiale.

*lb.* = lamelles branchiales (leur nombre est considérablement réduit sur la figure).

Fig. 7. Portion ventrale d'une coupe transversale de l'abdomen d'une Argyronète, au niveau des troncs d'origine des trachées.

*T* = tronc trachéen, recouvert extérieurement, par la

couche cellulaire chitinogène *ch*; tapissé intérieurement de piquants chitineux, épaissis et reliés à leur extrémité.

*f. f.* = fibres reliant les troncs trachéens au tégument externe *i*.

*ff'* = fibres semblables aux précédentes, reliant les troncs trachéens aux organes voisins.

*t.* = ramifications trachéennes latérales (fig. 8, *b*).

Fig. 8. Coupe horizontale d'un abdomen d'Argyronète, faite à une petite distance au-dessus des stigmates trachéens. (Cette figure est comparable à la fig. 2).

*M.* = couche musculaire sous-jacente au tégument externe.

*F.* = Portion latérale du sillon ventral transversal (comparez fig. 9. *F'*).

*c.* = communication entre les deux troncs trachéens *t*.

*b.* = ramifications latérales.

*b'*. = ramifications terminales.

Fig. 9. Coupe parallèle à la précédente, mais plus ventrale, passant par les stigmates trachéens. (La portion antérieure de la coupe est seule représentée.)

*F. F.* = sillon ventral transversal très profond, divisant à ce niveau la coupe en deux parties (voir fig. 8, *F'*).

*tt.* = troncs trachéens.

*PP.* = poumons.

## PLANCHE II.

Les quatre figures de cette planche représentent quatre coupes transversales d'un poumon d'Aranéide (voir pl. I, fig. 1, T.) faites à diverses distances de la fente stigmatique; la face ventrale correspond partout à la partie supérieure des figures; la ligne médiane de l'animal est supposée à droite de celles-ci. On remarque que la surface dorsale de toutes les lamelles est recouverte de pointes chitineuses très-fines, reliées ensemble à leurs extrémités.

Fig. 1. Section faite à une très-petite distance en avant de la fente stigmatique. On remarque en *F* une solution de continuité du tégument, représentant le prolongement marginal dirigé en avant de la fente stigmatique.

- T*, = Tégument externe;  
*p*, = poils plumeux.  
*i*, = couche chitinogène;  
*c*, = vestibule du poumon;  
*f*, = fibres cellulaires reliant les lamelles pulmonaires au tégument externe;  
*U*, = lamelles à bord latéral libre;  
*lf*, = première lamelle à bords fixés;  
*t*, = fente pulmonaire trachéiforme.

Fig. 2. Coupe parallèle à la précédente, un peu plus antérieure, c'est-à-dire plus éloignée de la fente stigmatique. *p* et *c* ont la même signification que dans la figure 1. *f*. fibres cellulaires semblables à celles qui relient les lamelles pulmonaires au tégument externe et entre elles. Les fibres *f* constituent un feutrage recouvrant le poumon et le reliant aux organes voisins. En *E* on voit une lamelle partiellement contractée.

Fig. 3. Coupe parallèle aux précédentes, mais plus antérieure.

*c*, = vestibule pulmonaire. Le nombre des lamelles à bord libre, déjà fort réduit sur la figure 2, s'est réduit à une seule sur cette coupe.

*t*, = dernière fente pulmonaire, trachéiforme.

*f*, = voir figure 1.

Fig. 4. Coupe plus antérieure que la précédente. Toutes les lamelles sont fixées par leur bord marginal. La dernière fente *t* est devenue ovoïde, et ressemble à une trachée.

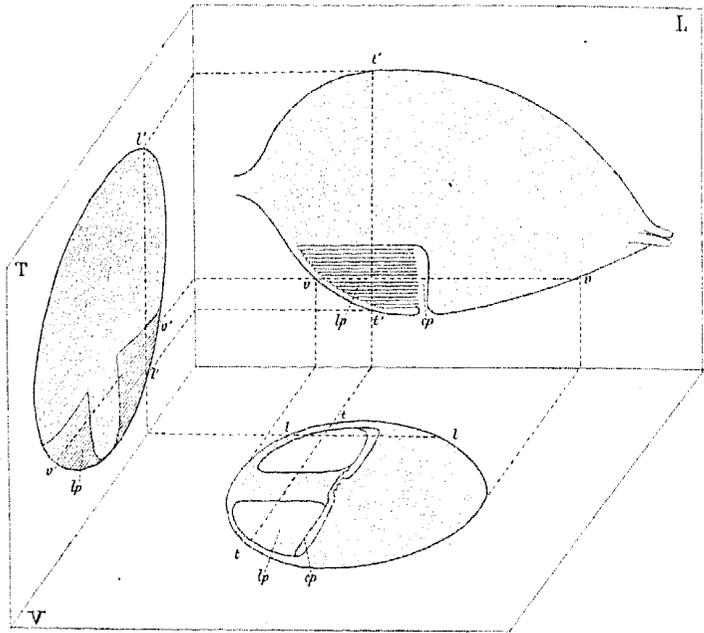


Fig. 1.

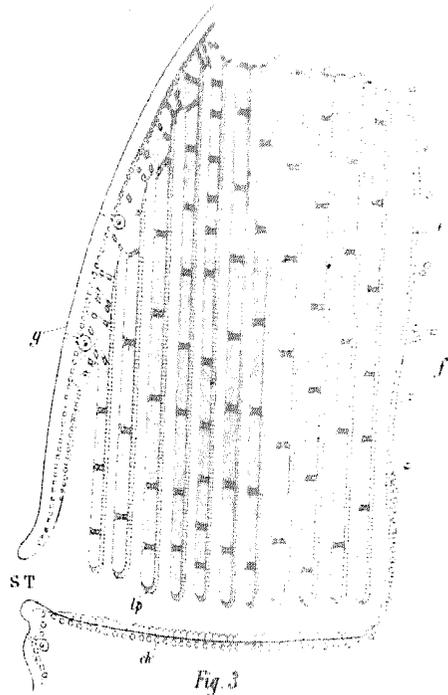


Fig. 3.

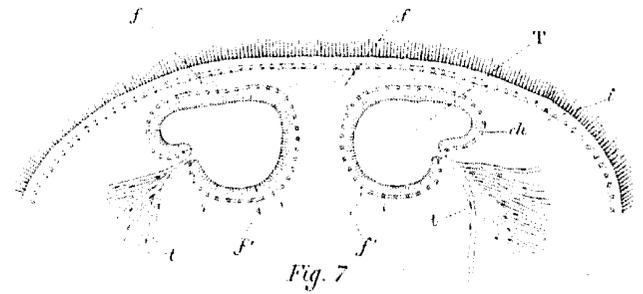


Fig. 7.

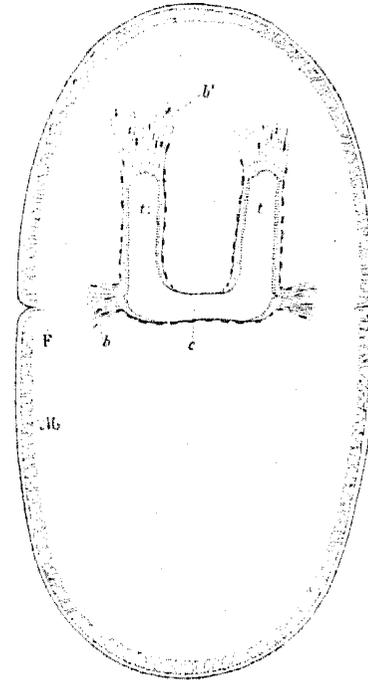


Fig. 8.

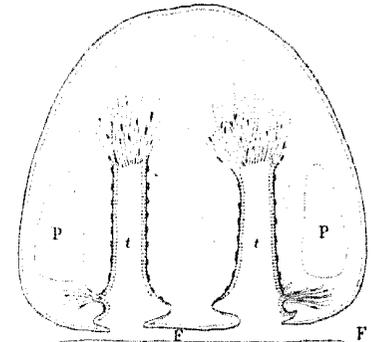


Fig. 9.

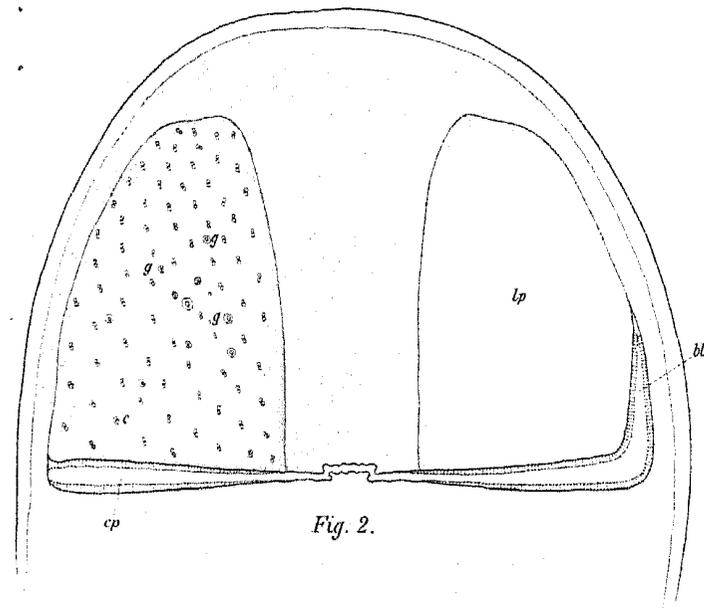


Fig. 2.

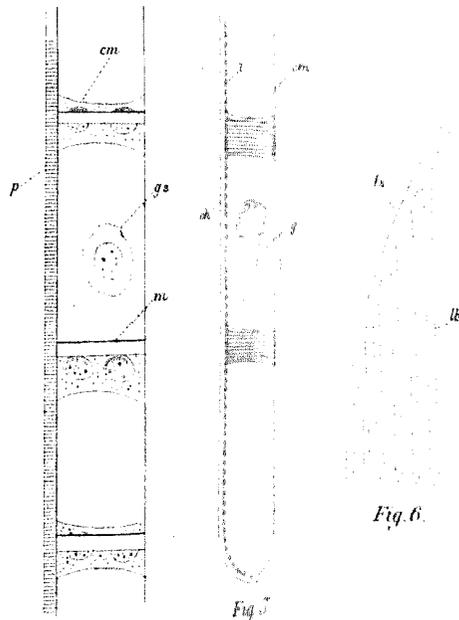


Fig. 4.

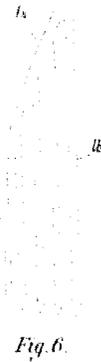


Fig. 6.

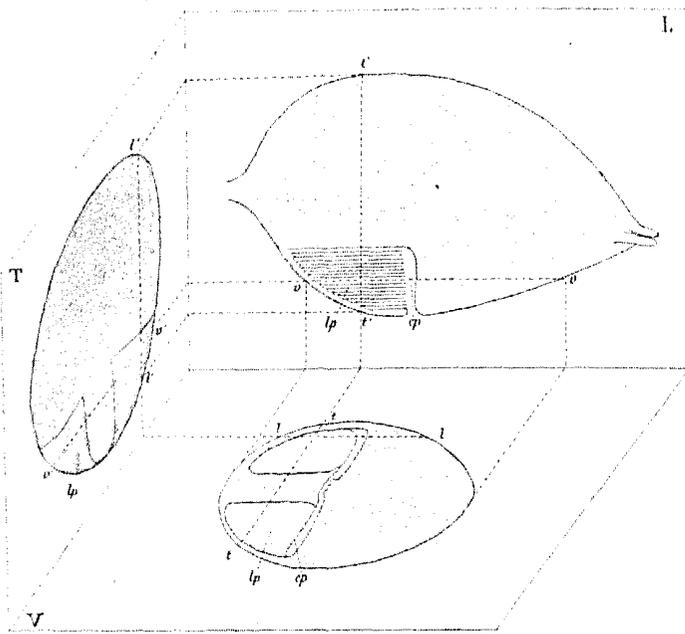


Fig. 1.

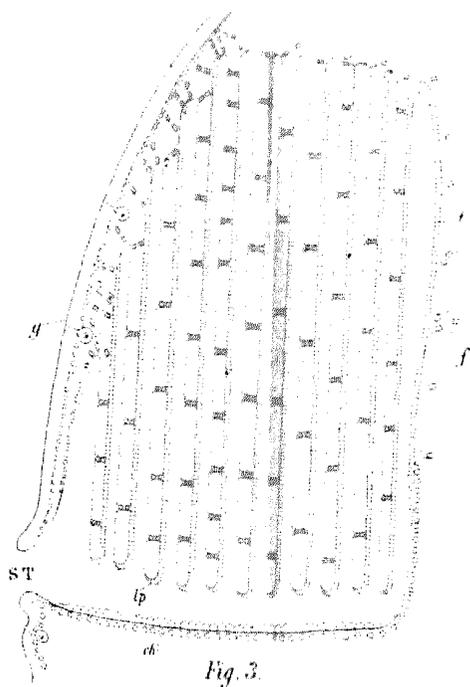


Fig. 3.

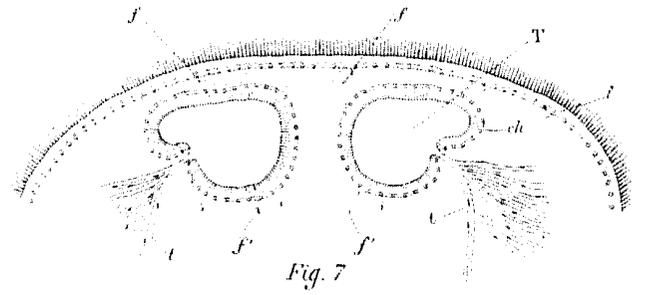


Fig. 7.

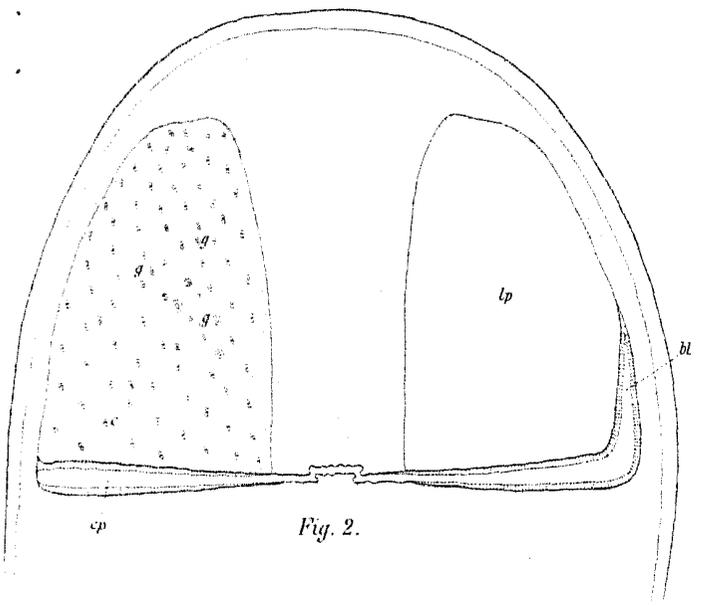


Fig. 2.

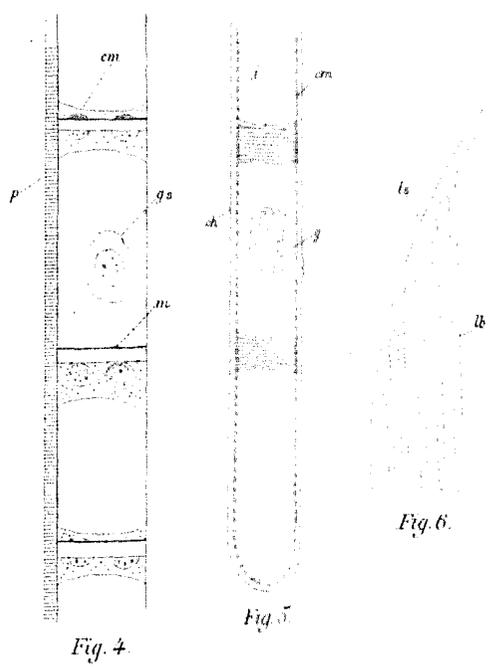


Fig. 4.

Fig. 5.



Fig. 6.

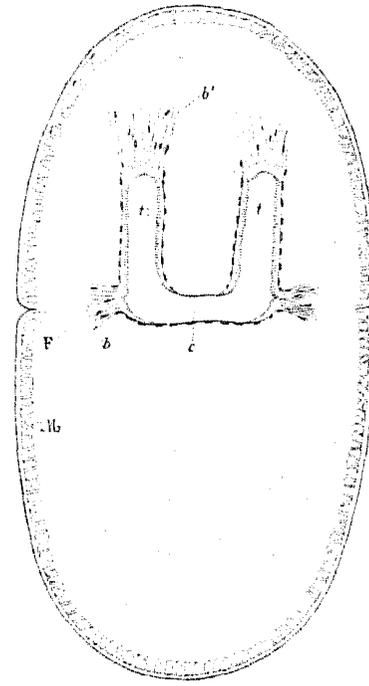


Fig. 8.

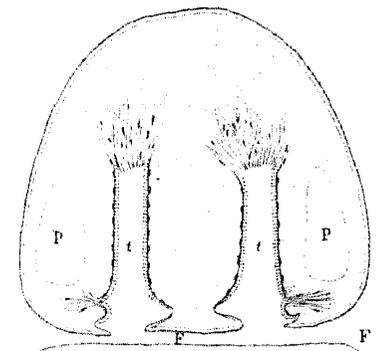
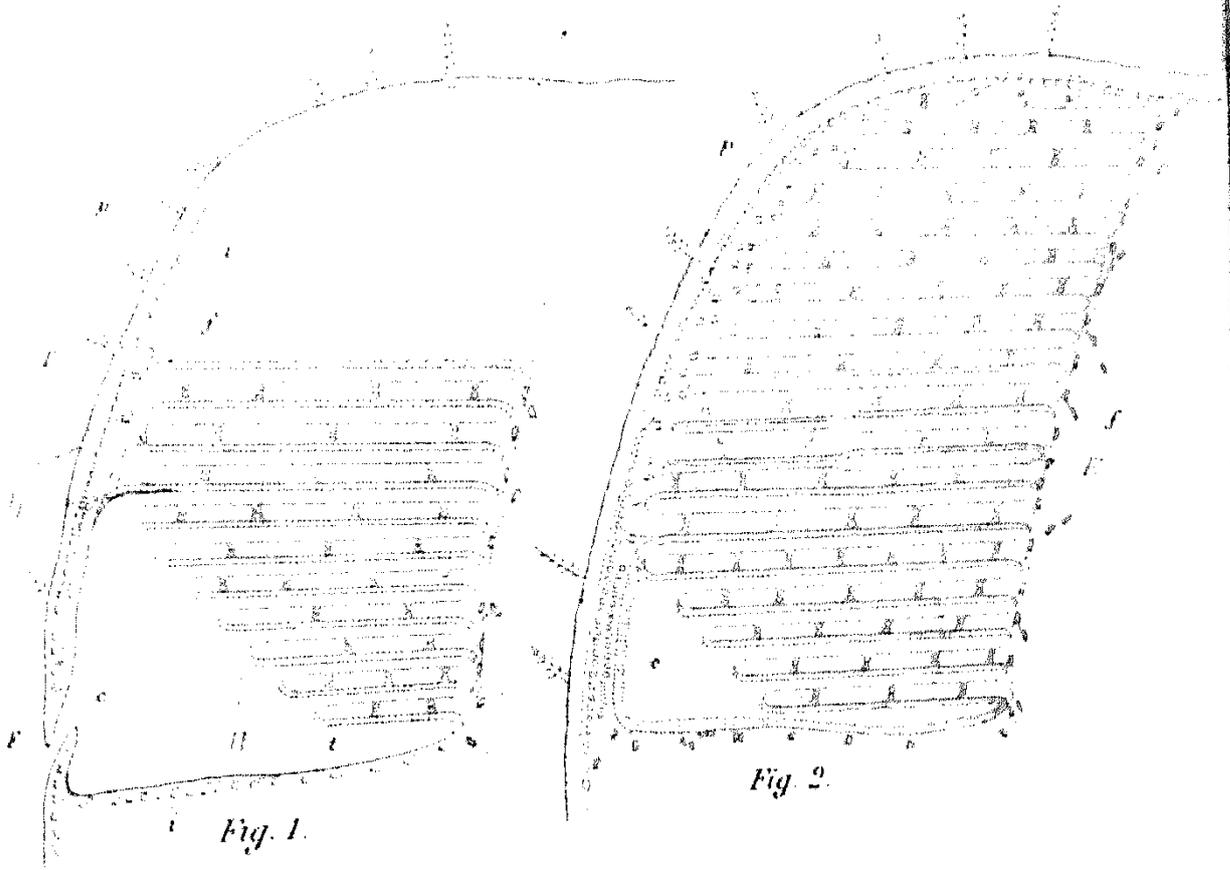
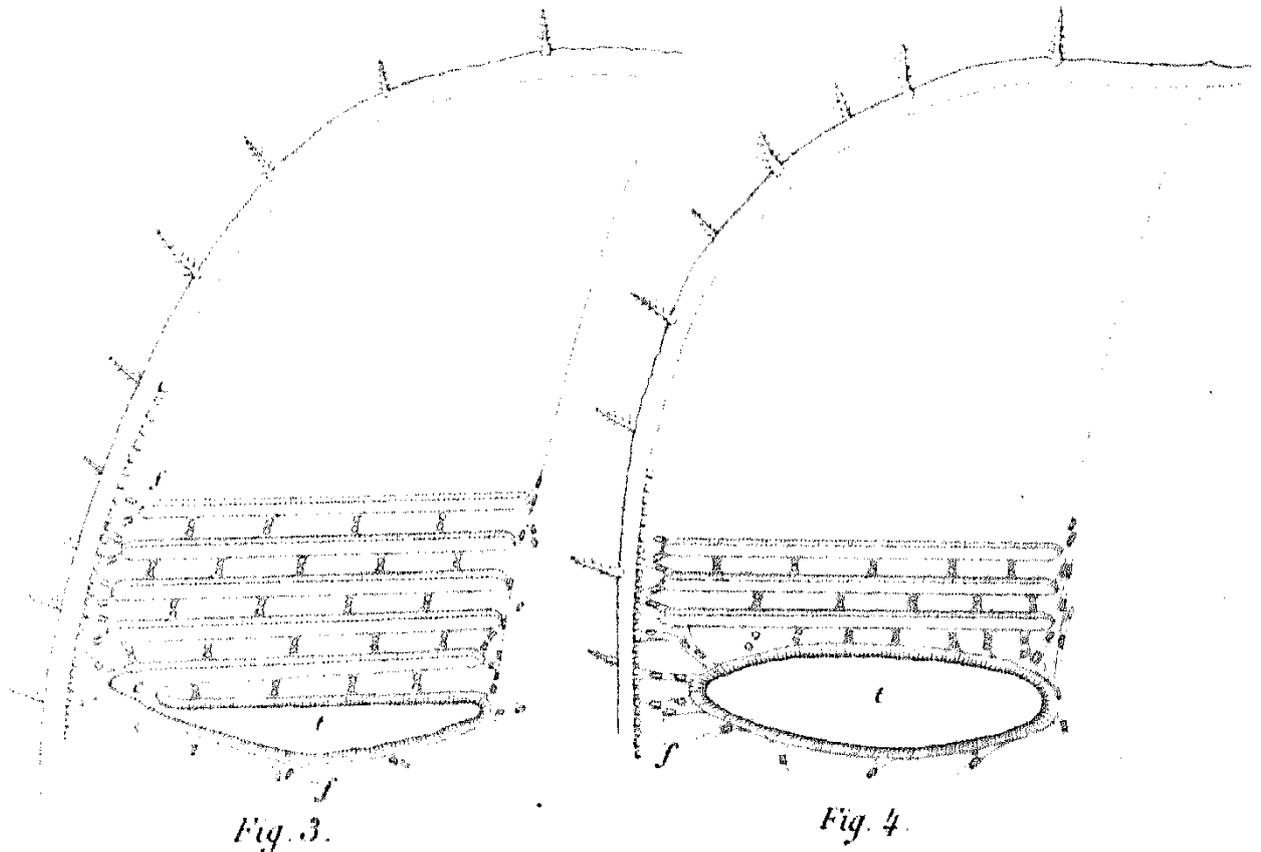


Fig. 9.



*Fig. 1.*

*Fig. 2.*



*Fig. 3.*

*Fig. 4.*

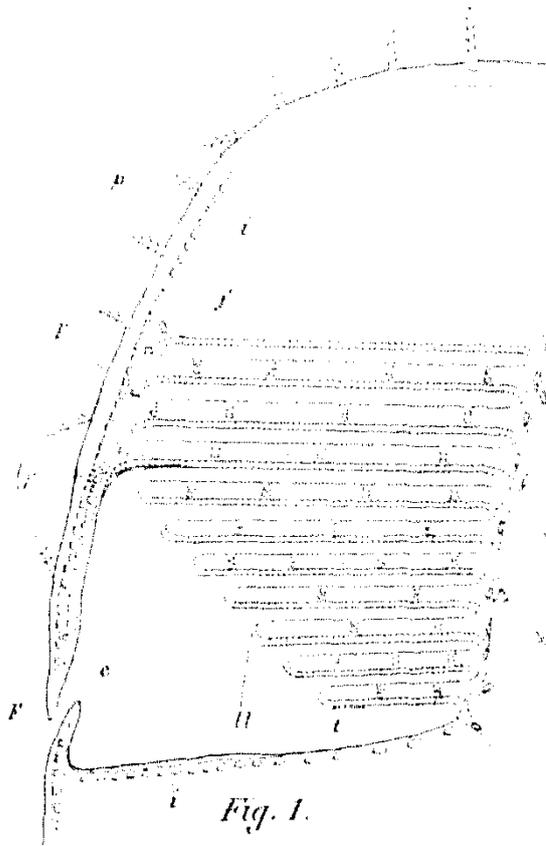


Fig. 1.

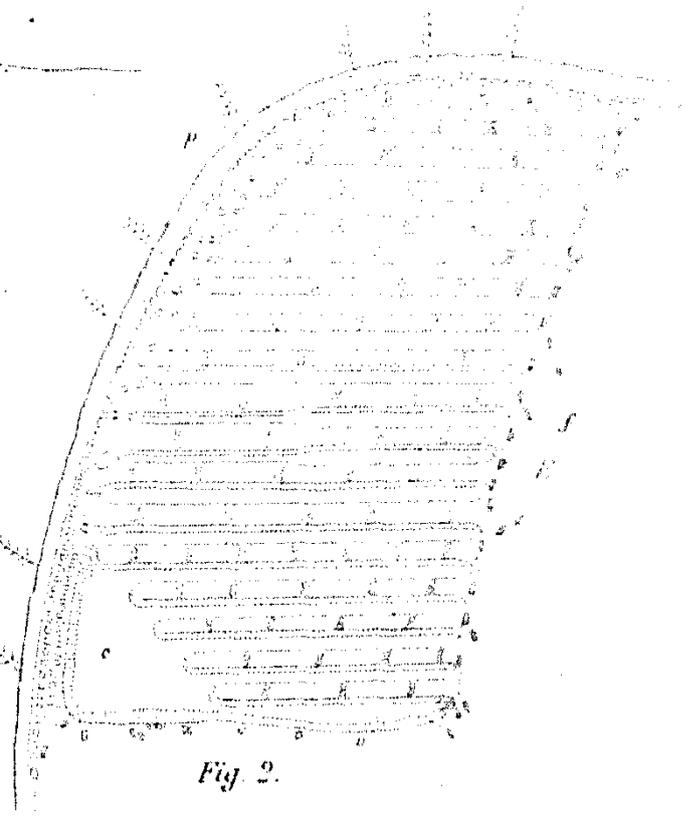


Fig. 2.

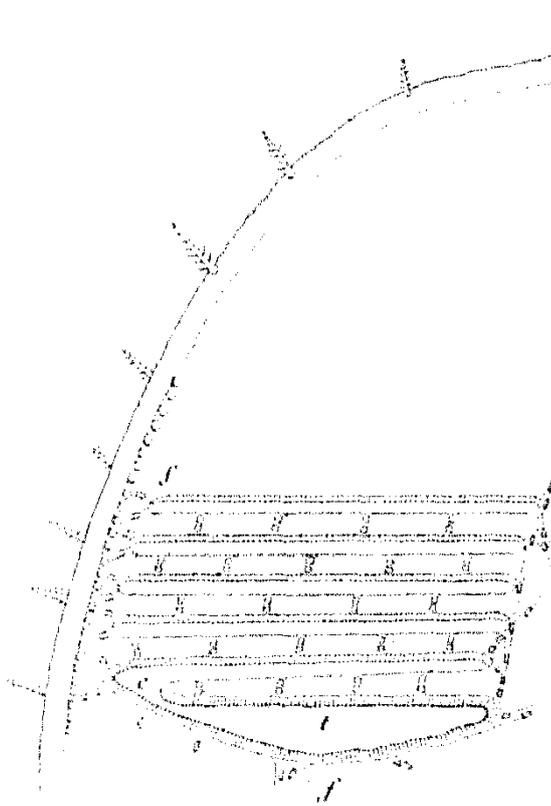


Fig. 3.

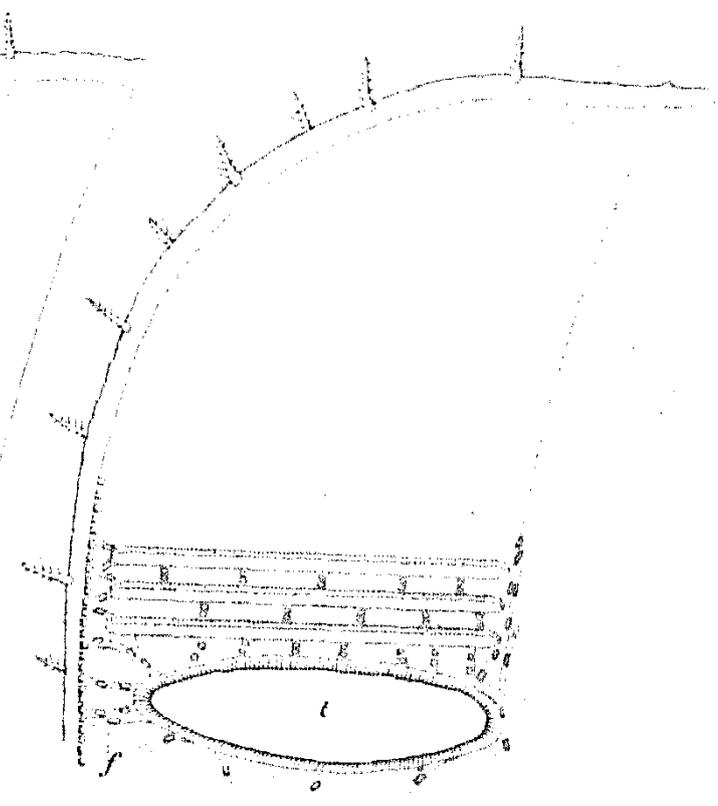


Fig. 4.

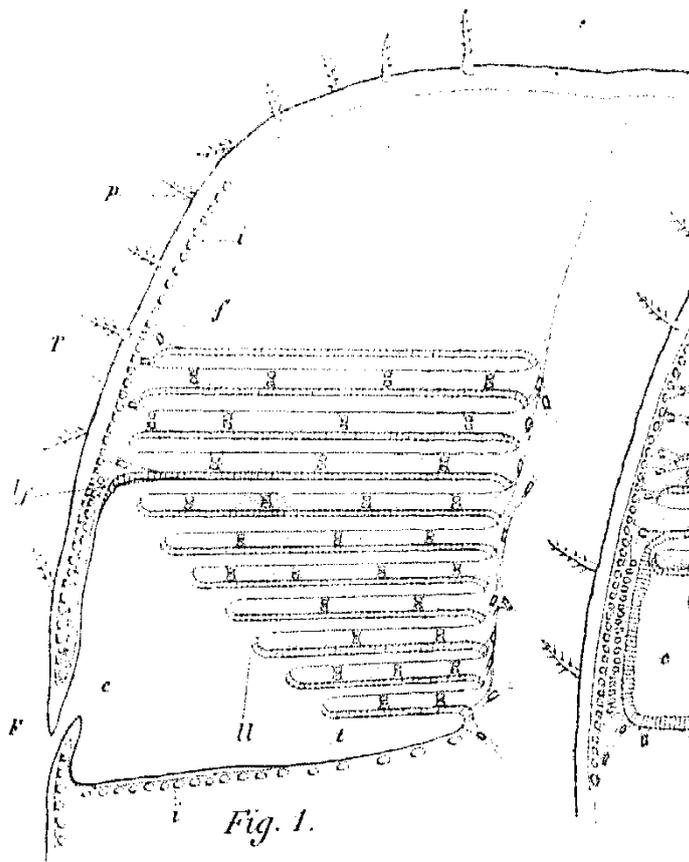


Fig. 1.

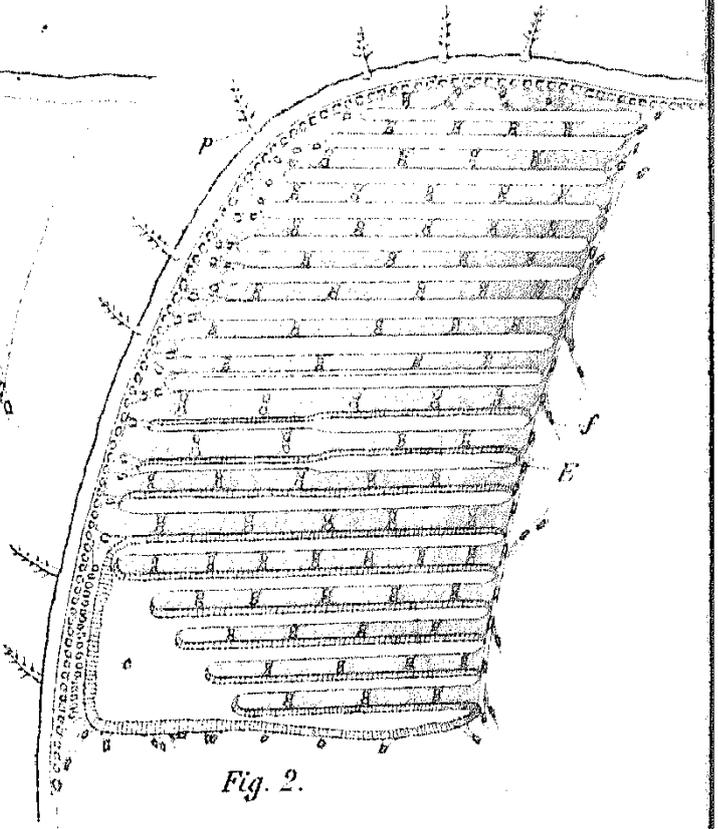


Fig. 2.

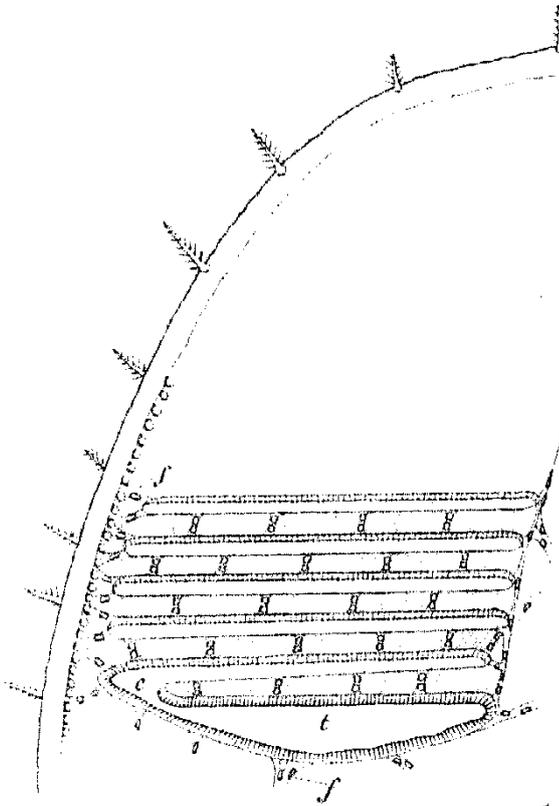


Fig. 3.

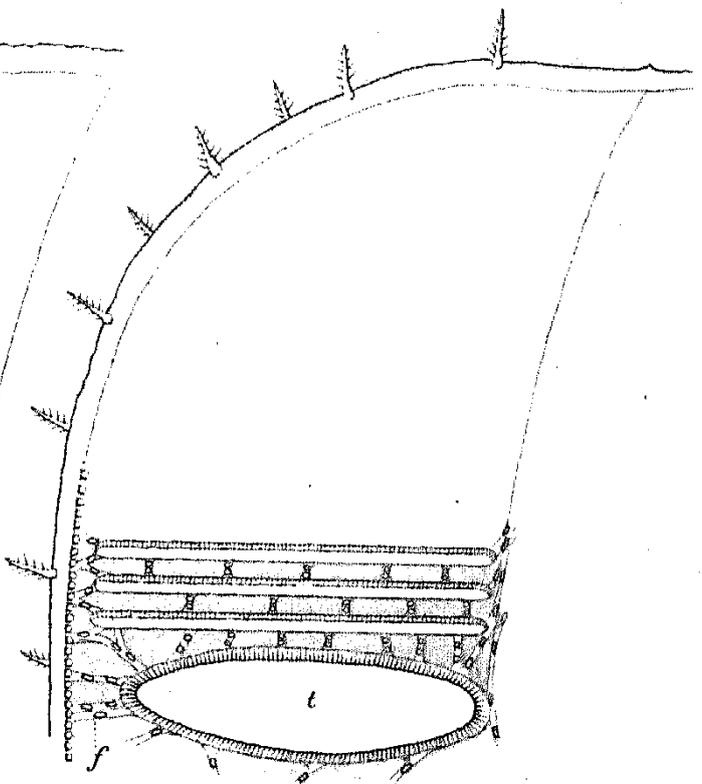


Fig. 4.