

172
KIMUS

Hommage de l'auteur
J. Kimus

RECHERCHES

1334

SUR LES

Eigendom van het
Westvlaams Ekonomisch Studieureau
Brugge Reeks / Boek

BRANCHIES DES CRUSTACÉS

PAR

J. KIMUS

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES

ASSISTANT A L'INSTITUT ZOOLOGIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE LOUVAIN

(Extrait de la Revue « La Cellule », t. XV, 2^e fascicule)

(Mémoire déposé le 30 juin 1897.)

LIERRE

Typ. DE JOSEPH VAN IN & Cie,
Grand'place, 39.

LOUVAIN

A. UYSTPRUYST, LIBRAIRE,
rue de Namur, 11.

RECHERCHES

SUR LES

BRANCHIES DES CRUSTACÉS

PAR

J. KIMUS

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES

ASSISTANT A L'INSTITUT ZOOLOGIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE LOUVAIN

(Extrait de la Revue « La Cellule », t. XV, 2^e fascicule.)

(Mémoire déposé le 30 juin 1897).

RECHERCHES SUR LES BRANCHIES DES CRUSTACÉS

INTRODUCTION.

Les *branchies des crustacés* comptent parmi ces organes connus de tous et dont on semble admettre implicitement que la structure est simple et suffisamment étudiée.

Pourtant, il suffit d'examiner une série de sections faites dans la branchie d'un décapode pour constater l'existence de dispositions complexes, énigmatiques, et de particularités histologiques, dont il est malaisé de saisir et l'usage et la signification.

Si alors on recourt aux ouvrages généraux et même aux mémoires spéciaux, on est étonné d'y trouver si peu de détails et frappé de voir avec quelle aisance les difficultés y sont enjambées.

A part le fait que chaque appareil branchial possède une voie afférente et une voie efférente, et des notions qui ne sont pas toujours précises sur le cours du sang dans l'organe, on trouve peu de données dans ces travaux. Quelle que soit leur valeur, il est donc désirable que l'étude de ces branchies soit refaite avec plus de précision et de détails.

Telle est la remarque qui nous a conduit à entreprendre ces recherches.

Mais à peine nous étions-nous mis à l'œuvre, que nous constatons que l'entreprise était plus vaste et plus ardue que nous ne l'avions pensé, et, en même temps, que la structure de ces organes présente plus d'intérêt encore que nous ne l'avions soupçonné.

Les *crustacés supérieurs* nous offrant trop de difficultés, nous pensâmes qu'il valait mieux commencer par l'étude des formes où la branchie paraît plus simple, et nous nous adressâmes aux *édriophthalmes*.

A lire les descriptions des auteurs, LEREBoullet, DUVERNOY, etc., on croirait que ces branchies possèdent une structure d'une simplicité vraiment extrême et qu'une description histologique de ces organes ne pourrait être que banale.

Cependant, même dans ce cas de la branchie des *édriophthalmes*, qui est certainement moins complexe que celle de bien d'autres crustacés, on trouve que le cours du sang, et surtout la disposition des organes qui le dirigent, est loin d'être absolument simple et sans intérêt, et l'on y découvre des particularités histologiques et cytologiques fort remarquables et d'une étude souvent très difficile.

Dès lors, même restreinte à l'étude des *édriophthalmes*, la tâche que nous avons assumée s'est révélée encore beaucoup plus vaste qu'elle ne nous était apparue dans le principe.

Outre les remarques d'ordre descriptif que nos recherches nous permettent d'énoncer, nous rencontrons des questions intéressantes au point de vue de la morphologie et de l'histologie comparées, dont l'étude pourrait, à elle seule, faire l'objet de mémoires particuliers.

Citons, comme exemple de nature à mieux faire saisir notre pensée, l'existence de *cellules épithéliales ectodermiques contractiles* et présentant une structure musculaire ou du moins analogue à celle de la substance des muscles.

Nous n'avons pas la prétention de publier aujourd'hui un travail complet.

La description détaillée de tous les organes respiratoires des crustacés est une œuvre de longue haleine.

Nous n'ignorons pas qu'elle est aussi de celles qui, malgré la peine et le temps qu'elles coûtent à leurs auteurs, sont peu appréciées du public scientifique ordinaire, c'est-à-dire des savants qui ne font pas du sujet traité une étude spéciale.

Mais il est une catégorie de lecteurs qui sait apprécier ce genre de travaux : c'est celle des hommes de synthèse, des auteurs qui publient des études comparatives ou des ouvrages généraux d'anatomie ou de zoologie.

Ceux-là sont toujours heureux de pouvoir recourir à des descriptions aussi complètes que possible et accompagnées de dessins suffisamment discutés. C'est à eux surtout que nous dédions notre travail et c'est à leur intention que nous avons consigné dans les pages, un peu longues peut-être, de la première partie le détail complet de nos observations.

Le lecteur qui suit les progrès de ces deux branches si importantes, l'*histologie comparée* et la *cytologie*, trouvera aussi consignée dans cette partie la description de certaines dispositions et particularités de structure qui, à notre humble avis, ne sont pas dépourvues d'intérêt.

La seconde partie comprend les remarques et conclusions auxquelles nous conduit l'étude comparative des faits décrits dans la première.

HISTORIQUE.

Les organes dont nous nous occupons ont attiré depuis longtemps l'attention des zoologistes. Mais la plupart des auteurs qui s'en sont occupés se bornent à en donner des descriptions purement morphologiques.

Tels sont, parmi les principaux, TRÉVIRANUS, AUDOUIN, MILNE EDWARDS, DUVERNOY, LEREBoullet, WAGNER, G. O. SARS, LEYDIG, DELAGE, HUET, ZYE et d'autres moins importants qui sont cités par ceux-ci.

Très peu, au contraire, ont essayé d'en pénétrer la structure intime. Citons LEYDIG, qui décrit dans les termes qui suivent la lame branchiale de l'*Asellus*.

» Die äussere Begrenzung zeigt eine sehr dünne homogene Cuticule,
 » darunter liegen zellige Gebilde, welche ich nicht recht zudeuten weiss; es
 « sind unregelmässig gebückte Körper, deren Wand breit und fein radiär
 « gestreift ist, Linien, die nur auf sehr dünne Kanäle beziehen könnten.
 » Im Innern, liegt ein grosser Kern (oder Zelle) im frischen Zustande, was-
 » serklar, 0,012-0,016 μ im längsten Durchmesser haltend, mit zweitem
 » und drittem eingeschalteten Bläschen, im Tode findet körnige Trü-
 » bung statt. Zwischen den gebückten Körpern, über welche noch eine
 » gemeinsame zarte Contur wegläuft, bleiben Gänge übrig, in denen das
 » Blut kreist. «

Nous reviendrons plus tard sur cette description et nous verrons qu'elle est bien loin de nous donner une idée nette de la structure des lames branchiales.

L'auteur reconnaît qu'il n'est pas parvenu à interpréter les apparences qu'il a eues sous les yeux.

Cet aveu ne nous étonne nullement; car, s'il est déjà excessivement difficile de déchiffrer la structure des branchies en s'aidant de tous les moyens de la technique moderne, la chose est absolument impossible à celui qui se borne à l'examen de quelques lames simplement étendues sur un porte-objets.

LEREBoullet tente de pénétrer dans la structure interne, mais encore sans s'aider de coupes. Il considère la branchie, qu'il appelle *une vésicule*, comme un sac aplati dont les parois opposées ne contractent pas d'adhé-

rence entre elles. Il ne soupçonne donc pas même l'existence des piliers. Il n'étudie que les *Cloportides*.

HUET, au contraire, chez la *Ligie*, figure une coupe et découvre nettement les piliers. Mais il n'en décrit ni la structure ni la disposition et ne soupçonne pas l'intérêt histologique et cytologique que présentent ces productions.

DELAGE, dans sa thèse doctorale bien connue, étudie surtout la circulation chez les espèces marines. Il résume son chapitre de la circulation branchiale dans les termes que voici :

„ Chez les *Isopodes* :

„ 1. Les branchies se composent d'ordinaire d'un pédoncule qui „ porte deux lames ovales. Ces lames sont formées par des vésicules très „ aplaties, dont les parois adhérentes l'une à l'autre par des surfaces diver- „ sement agencées ménagent entre elles un système compliqué de lacunes „ que le sang est obligé de parcourir.

„ 2. La disposition des lacunes intrabanchiales est assez variable, „ mais toujours le vaisseau afférent est interne et le vaisseau efférent „ externe.

„ 3. On a beaucoup exagéré les différences qui existent, au point de „ vue respiratoire, entre la lame recouvrante et la lame recouverte dans „ chaque branchie. La disposition des lacunes et la vivacité du courant „ circulatoire sont ordinairement identiques dans les deux lames bran- „ chiales, et, lorsqu'il existe une différence, elle n'est jamais suffisante pour „ permettre de restreindre la fonction de la lame recouvrante à celle d'un „ simple appareil de protection.

„ 4. Les vaisseaux efférents des deux lames d'une même branchie „ s'anastomosent, ainsi que les vaisseaux afférents dans le pédoncule. „

On voit que la structure intime de l'organe n'occupe guère DELAGE dans ce travail, bien qu'il y parle, accessoirement et très cursivement, des piliers.

ZYE fait une description minutieuse de chacune des lames branchiales de la *Iaera marina*.

Sur la structure histologique, il se contente de dire, sans donner aucune figure, que la lame branchiale est constituée de deux feuillets composés chacun d'une fine cuticule et d'un hypoderme. Les deux hypodermes se regardent à l'intérieur de la lame. La cuticule les entoure. L'intérieur de la lame est traversé de nombreux canaux dans lesquels circule le sang.

CHAPITRE I.

OBSERVATIONS PERSONNELLES.

Méthodes.

Nous nous sommes servi dans notre étude des deux méthodes généralement employées en anatomie microscopique, à savoir :

1. *L'examen direct des objets et des organes entiers à l'état vivant et après fixation.*
2. *La méthode des coupes.*

1. Examen direct des objets et des organes
à l'état vivant et après fixation.

a) *A l'état vivant.*

Pour observer directement la circulation branchiale sur le vivant, on peut employer les jeunes animaux étalés sur le slide, sans aucune préparation préalable; ils sont transparents.

Sur les animaux plus grands, cet examen exige quelques précautions, car il y est devenu impossible par suite de l'opacité des segments abdominaux. Il faut enlever ces derniers.

A cet effet, nous plaçons l'animal sur le slide dans sa position naturelle; nous introduisons une des branches des ciseaux entre la masse des lamelles branchiales et le telson et nous enlevons ce dernier d'un seul coup. Le couvre-objet est ensuite déposé et on examine rapidement.

Pour l'observation des mouvements propres des piliers, il est nécessaire d'isoler complètement les lamelles branchiales; ce résultat s'obtient très aisément.

Cependant, pour que ces mouvements durent quelque peu, on doit entourer ces éléments anatomiques du liquide qui les baigne à l'état vivant; nous l'avons fait en recueillant tout le sang de plusieurs animaux extrait à l'avance avec les précautions nécessaires pour éviter d'y mêler le contenu du tube digestif.

b) *Après fixation.*

Pour observer la disposition générale des éléments anatomiques, la forme, la situation des poils et les détails cuticulaires, il faut d'abord procéder à la fixation et à la coloration. Nous parlerons des méthodes que nous avons employées dans ce but quand il s'agira de la méthode des coupes.

Il nous suffit de dire ici que pour reconnaître les limites cellulaires, les réductions au nitrate d'argent ou la coloration au bleu de méthylène nous ont donné de très bons résultats.

Quand il s'agit d'étudier des cuticules, il faut d'abord se débarrasser de tous les tissus sous-jacents. A cette fin, nous avons employé la soude à 10 o/o.

Il est même possible, en procédant avec des précautions chez les grands animaux, d'isoler la cuticule et de l'étaler sur le slide sans recourir à la digestion par la soude. On la détache des tissus à l'aide d'un fin scalpel; pour l'étaler, il suffit de plonger le slide dans l'eau où elle se trouve et de l'amener avec la pointe d'une aiguille, sur le verre que l'on retire ensuite doucement de l'eau. C'est en procédant de cette façon que l'on parvient aussi à étaler parfaitement des lames entières.

Les injections sont indispensables pour se faire une idée exacte de la circulation dans les branchies.

Nous avons employé, sans beaucoup de succès, les masses à la gélatine et à la gomme arabique; ces masses sont trop grossières.

Les liquides au carmin, tout en étant assez fluides, ont l'inconvénient de diffuser à travers les membranes et de donner, par conséquent, des images très peu électives.

Le nitrate d'argent en injection ne nous a pas procuré de bonnes préparations.

Nous n'avons pas été plus heureux avec la méthode au bichromate.

Par contre, le bleu de Prusse soluble de RANVIER nous a rendu des services signalés. Il a l'avantage d'être à la fois très fluide et nullement diffusible et de pouvoir être employé à la température ordinaire.

Les injections doivent toujours être faites sur des individus vivants.

Pour que la pression sanguine n'oppose pas trop de résistance à l'introduction de la masse, il est utile de faire perdre quelques gouttes de sang à l'animal en lui coupant les pattes.

Nous n'avons pas trouvé grand avantage à employer, pour ces injections, les seringues ordinaires. Après avoir essayé différents dispositifs,

nous nous sommes arrêté à l'emploi d'une pipette en verre finement effilée et munie d'une poire en caoutchouc.

Il est absolument nécessaire de procéder avec beaucoup de précautions pour ne pas produire de rupture et aussi pour ne pas pousser trop loin l'injection. Il faut surveiller l'injection à la loupe.

C'est en procédant de cette façon que nous avons pu obtenir des préparations absolument concluantes.

Les lamelles ainsi injectées peuvent être étudiées comme telles sur le porte-objets. On peut aussi, sans avoir à craindre la moindre altération, les faire passer dans les divers réactifs employés pour l'enrobage.

2. Méthode des coupes.

a) *Fixation.*

Quiconque s'est occupé de la fixation des arthropodes sait combien difficilement les agents fixateurs les pénètrent. Nous devons, par conséquent, nous attendre à rencontrer de grandes difficultés pour la fixation de nos lames branchiales, attendu qu'elles sont protégées de toutes parts par une cuticule très résistante.

C'est pourquoi nous n'avons pas même tenté de fixer des animaux entiers. Il y a plus, nous avons constaté que, sans injection du liquide fixateur, tout en divisant les animaux en portions relativement petites, il est à peu près impossible d'obtenir une fixation convenable.

Nous avons parlé plus haut de la façon dont nous procédions aux injections, nous n'avons rien de nouveau à ajouter ici.

Nous avons même observé que, malgré l'injection, les animaux n'étaient pas suffisamment fixés, si on ne les découpait pas en morceaux avant de les plonger, pendant quelque temps, dans le liquide fixateur.

Nous nous doutions bien qu'en employant les liquides de MÜLLER et de KLEINENBERG, nous n'allions obtenir que des résultats très médiocres. Nous n'avons pas été trompé dans notre attente. Après divers essais, nous nous sommes arrêté à la liqueur de FLEMMING (de 12 à 15 heures) et à la solution mercurique acide (de 30 à 40 minutes).

La liqueur d'HERMANN nous a donné des résultats moins constants.

b) *Enrobage.*

Les pièces ont été enrobées d'après les méthodes connues. Cependant, nous devons une mention spéciale à la méthode mixte du collodion et de la paraffine.

Quoiqu'il soit très désagréable, dans les recherches microscopiques, d'employer des méthodes lentes, nous devons cependant à la vérité de dire que ce sont ces dernières qui nous ont toujours donné les meilleurs résultats, et ce sont même des objets qui s'étaient trouvés pendant plusieurs semaines dans le collodion liquide, à l'étuve, à 48°, qui se sont montrés tout à fait excellents.

Afin d'éviter la lenteur du procédé au collodion et aussi ses inconvénients dans la coloration sur le porte-objet, nous nous sommes parfois adressé à l'enrobage au chloroforme et à la paraffine, en prenant soin de ne laisser les objets dans la paraffine liquide que pendant peu de temps.

L'inconvénient de cet enrobage simple, c'est qu'il rend les objets très cassants. Pour l'éviter, ALLEN s'était servi de l'acide pyroligneux pendant 24 heures. Nous avons obtenu des résultats au moins aussi bons, en plongeant les pièces pendant 5 à 6 heures dans le sulfate de cuivre à 10/0 avant de procéder à l'enrobage. Ajoutons cependant que l'emploi de ce liquide n'est pas à recommander pour l'étude de la structure fine de la cellule.

c) *Coloration.*

Il n'est pas étonnant que les colorations en bloc ne puissent pas être employées pour des pièces qui se pénètrent si difficilement; aussi nous n'avons jamais obtenu de bonnes préparations par ce procédé. La méthode infiniment plus délicate de la coloration après coupes nous a donné des résultats qui ne nous ont pas fait regretter le temps qu'elle nécessite.

Les meilleurs résultats ont été obtenus au moyen des colorants suivants : l'acide carminique aluné, aluné ou picroaluné; le paracarmin alcoolique de MAYER, et surtout l'hématoxyline de DELAFIELD concentrée par l'évaporation (1/2 h.) suivie du rouge Congo (2 min.). Cette dernière méthode de coloration l'emporte sur toutes les autres.

Signification et disposition de l'appareil respiratoire chez les isopodes.

Les isopodes présentent, sous la partie abdominale, disposées symétriquement des deux côtés de la ligne médiane, deux séries de lames qui, à l'état de repos, sont parallèles à l'abdomen et s'appliquent contre lui.

Ces lames constituent, chez ces animaux, l'appareil spécialement affecté à la fonction respiratoire.

Cet appareil est construit sur un plan que nous retrouvons partout, mais, le plus souvent, avec certaines modifications.

Ce plan est parfaitement réalisé dans plusieurs espèces marines, telles que l'*Idotea*, l'*Anilocra*, la *Cymothoa*, la *Cirolana*. C'est cette dernière espèce qui va nous servir à le décrire brièvement. Pour faire cette description, nous nous servirons des FIG. 23, 24 et 25.

Nous ne faisons ici que répéter ce qui a été dit par tous les auteurs qui se sont occupés de ces organes, DUVERNOY, LEREBoulLET, DELAGE, etc.

Nous aurons ainsi l'occasion de définir certains termes qui seront d'un usage courant dans cette étude.

D'après l'usage commun, nous supposons l'animal marchant sur une surface horizontale. La FIG. 23 est une coupe antéro-postérieure et verticale de la partie abdominale de l'animal; nous appellerons une telle coupe *coupe sagittale*.

La FIG. 24 représente une section également verticale, mais perpendiculaire à la première; nous l'appellerons *coupe transversale*.

La FIG. 23 passe suivant un plan dont l'intersection avec la FIG. 24 est marquée en *CD*, FIG. 24. La FIG. 24 elle-même passe suivant un plan qui coupe celui de la FIG. 23 suivant *AB*.

Nous distinguons, dans la partie abdominale des isopodes normaux, six segments. Ils sont nettement distincts dans l'espèce qui nous sert de type, FIG. 23.

Sur l'arceau viscéral de chacun des cinq premiers, nous trouvons une paire d'appendices respiratoires. Ceux que porte le sixième segment sont destinés à un autre usage.

Chacun des appendices respiratoires est composé de trois parties : une partie basale, le pédoncule, et deux lames de forme plus ou moins ovulaire.

L'une de ces lames est insérée sur le bord interne du pédoncule; l'autre, qui est inférieure à la première et la recouvre en partie, est attachée sur le bord externe du pédoncule. L'une des lames se nommera donc *lame interne* et l'autre *lame externe*.

Le point d'insertion de ces lames ne comporte qu'une petite partie de leur bord, tout le reste est libre.

Nous y distinguons le bord interne, *B, i*, le bord postérieur, *B, p*, et le bord externe, *B, e*.

Nous pouvons aussi distinguer la *face inférieure* ou *externe* de chaque lame et sa *face supérieure* ou *interne*.

On remarquera dans la FIG. 25, tout près des bords latéraux, deux régions claires; ce sont les voies d'arrivée et de retour du sang; nous les appellerons *vaisseaux* ou *canaux marginaux*.

La paire des lames d'un segment recouvre en partie celle du segment suivant; celle-ci celle d'un troisième segment et ainsi de suite.

Il résulte de là que les lames sont disposées en deux séries longitudinales et sont imbriquées les unes sur les autres.

Il est facile, à l'examen de ces figures, de voir que l'appareil tout entier est constitué par deux séries de dix lames, soit en tout vingt lames insérées deux par deux sur autant de pédoncules communs.

Nous étudierons en détail la structure de ces lames. Chacun sait que ce sont les appendices abdominaux typiques des crustacés qui sont modifiés en vue du rôle spécial qu'ils doivent remplir: ils ont pris une forme et une structure en rapport avec leur fonction.

Outre le mode de genèse et la position, ils ont conservé les parties essentielles de l'appendice type.

Le *basipodite* est représenté par le pédoncule; la lame interne n'est autre chose que l'*endopodite*, et la lame externe l'*exopodite*.

Nous emploierons indifféremment ces termes pour désigner ces organes.

Nous avons étudié jusqu'ici les organes respiratoires dans les cinq espèces suivantes:

- I. *Asellus aquaticus*.
- II. *Cirolana hirtipes*.
- III. *Idotea tricuspidata*.
- IV. *Anilocra mediterranea*.
- V. *Cymothoa œstrum*.

Dans la description de chacune de ces espèces, le nombre et la disposition des organes respiratoires nous occuperont d'abord, leur structure intime ensuite.

I.

Asellus aquaticus.

A. NOMBRE ET DISPOSITION DES BRANCHIES.

Nombre.

Comme on peut le voir par les FIG. 1 et 2, le nombre des appendices destinés à la respiration est réduit, chez l'*Asellus aquaticus*, à trois de chaque côté de la ligne médiane. Ces trois paires d'appendices sont portées par les troisième, quatrième et cinquième segments abdominaux.

Disposition.

Si on examine la FIG. 2, on verra que la région qui porte ces appendices a très peu d'étendue; les cinq premiers segments de l'abdomen sont restés très étroits dans le sens de la longueur, tandis que le dernier s'est allongé, aplati et bombé de manière à recouvrir, comme d'un toit, les lames qui s'appliquent contre lui. Les pédoncules sont insérés tout près l'un de l'autre, apparemment à un même niveau, transversalement.

La FIG. 1 le montre; les lames sont superposées les unes aux autres et se recouvrent mutuellement comme les feuillets d'un livre. C'est là une exception à ce que nous trouvons dans la plupart des autres genres, où chaque paire de lames est imbriquée sur la paire qui la suit immédiatement.

La lame externe, *Op*, du premier segment respiratoire recouvre toutes les lames qui lui sont supérieures et joue, vis-à-vis de l'appareil tout entier, avec son homologue de l'autre côté, le rôle d'opercule. En outre, chaque lame externe des paires suivantes recouvre la lame interne du même segment.

B. STRUCTURE DES LAMES.

Nous allons étudier successivement chacune des lames. Toutefois, comme, à part la lame externe du premier segment respiratoire ou opercule, les lames internes et les lames externes d'un segment ont tout à fait la même

structure que les lames internes et les lames externes des autres segments, nous nous bornerons à examiner en détail :

1. la structure de l'opercule ;
2. la structure d'une lame externe ;
3. la structure d'une lame interne.

Notre exposé comprendra toujours deux parties :

- a) l'examen de la lame à plat ;
- b) l'examen des coupes.

I. Structure de l'opercule.

a) Examen de la lame à plat.

La FIG. 3 est une représentation de cette lame vue par sa face supérieure.

La forme est celle d'un ovale plus ou moins régulier, ou plutôt celle d'un rectangle arrondi aux angles, ayant le bord latéral externe un peu courbe, et s'attachant au pédoncule par le milieu d'un des petits côtés.

Ce n'est pas une lame tout à fait plate ; elle présente une légère convexité vers l'extérieur, ce qui lui donne l'aspect d'une écaille peu profonde.

Elle porte, sur le bord courbe et sur le bord distal, une série de poils de grandeur et de forme variables. La longueur de ces poils varie selon la position : à l'angle basal externe, *ae*, on trouve deux ou trois longs piquants ; en remontant vers le sommet, on rencontre une série de poils courts et coniques, suivis, dans le voisinage du bord distal et sur ce bord lui-même, d'autres poils beaucoup plus longs qui portent un grand nombre de ramifications fines, raides et régulières.

Ces derniers présentent un mode d'implantation particulier. Ils ne s'arrêtent pas à la couche chitinogène située immédiatement en dessous de leur point d'attache à la lame. On observe en effet, vis-à-vis de ce point, une bande claire d'une largeur égale à celle de la base du poil qui s'étend bien avant dans la surface lamellaire. Analysons cette bande et voyons quelle peut en être la nature. A cette fin, considérons la FIG. 22 BIS, prise sur une lame examinée au moment même de la mue.

Nous voyons, dans la partie claire, *cl*, la cuticule ancienne qui s'est clivée et a emporté avec elle les anciens poils ; l'autre partie, la partie sombre, *so*, représente l'extrémité de la lame elle-même revêtue de la nou-

velle cuticule; trois des poils marginaux y sont représentés. A la base de chacun, on voit une gaine qui, d'une part, émerge à l'extérieur en s'élargissant un peu, et qui, d'autre part, s'avance plus ou moins profondément dans l'intérieur de la lame. Le poil, comme on peut le voir très bien, sort en entier de cette gaine; des fines ramifications qu'il porte, un certain nombre y sont encore complètement renfermées et se présentent sous l'aspect de petits filaments réfringents, couchés sur le pourtour du poil.

Toute la surface extérieure est aussi parsemée d'une quantité variable de piquants très courts, fortement acuminés et semblables à ceux que l'on rencontre sur les téguments de la plupart des crustacés, FIG. 3.

On peut facilement remarquer une ligne *L*, qui coupe la lame transversalement d'un bord à l'autre; elle est due à un pli de la lamelle extérieure parfaitement visible sur une coupe longitudinale, FIG. 5.

Sur tout le pourtour libre de la lame court une bande claire : elle représente les voies d'arrivée et de retour du liquide nourricier.

Tout le reste de la surface lamellaire apparaît constellé d'un nombre considérable de petits points, à formes mal définies, et séparés par des espaces clairs. Ils sont rangés en lignes qui affectent entre elles un certain degré de parallélisme et qui forment des courbes convexes du côté du sommet de la lame. Ces points correspondent aux ponts interlamellaires ou points d'adhérence des deux lamelles vus par transparence, tandis que les espaces clairs sont les lacunes internes, qui mettent en communication les deux gouttières marginales.

A la seule inspection de la lame à plat, on peut déjà reconnaître que sa constitution n'est pas la même dans toute son étendue. Outre un faisceau musculaire qui s'insère au niveau du point d'attache de la lame au corps et qui s'y enfonce à une certaine profondeur, on aperçoit, dans la partie basale, une portion beaucoup plus sombre, *ps*. Variable dans sa forme et son étendue, cette portion sombre existe toujours et occupe la moitié interne de la base, le long du canal d'arrivée du sang jusqu'au niveau, et souvent un peu au-delà, du pli qui coupe la lame transversalement. Elle est due, comme il est facile de s'en rendre compte dans les coupes, à la présence, dans les lamelles, d'un tissu spécial, que nous appellerons *tissu intermédiaire* et qui est visible dans la FIG. 5. A notre connaissance, l'existence de ce tissu n'a jamais été signalée.

b) Examen des coupes.

De fines coupes seules nous permettent de pénétrer la structure intime des lames, et encore ne nous donnent-elles des renseignements certains que pour autant qu'elles sont faites dans un plan perpendiculaire à celui de l'organe.

Un simple coup d'œil sur de telles coupes passant par l'une et l'autre des parties que nous venons de signaler nous met en présence d'un fait déjà connu, à savoir que l'opercule est formé essentiellement de deux lamelles réunies entre elles par des ponts.

Ces ponts sont plus ou moins distants l'un de l'autre, et, dans l'espace qui les sépare, on observe de nombreuses cellules sphéroïdales, ordinairement isolées; on peut les voir dans les FIG. 5, 7, 8.

Les espaces sont des cavités sanguines, des récipients où circule le sang qui doit y subir l'action de l'air dissous dans l'eau. Les cellules sphéroïdales ne sont que des globules du sang.

Cette structure est la structure essentielle des lames branchiales; nous la retrouvons dans les différentes espèces que nous avons étudiées.

Dans l'opercule, et aussi dans les lames externes de l'*Asellus aquaticus*, les coupes passant par la portion sombre, FIG. 3, nous montrent qu'il existe, entre les lamelles, outre les ponts, un tissu qui remplit presque tout l'espace qu'elles délimitent, FIG. 5. C'est le *tissu intermédiaire* signalé plus haut.

Sur toute l'étendue de la lame, les lamelles sont sensiblement parallèles; notons toutefois que la largeur de l'espace compris entre ces lamelles parallèles est très variable chez les différents individus: chez celui-ci, elle est fort peu considérable; chez celui-là, au contraire, beaucoup plus grande.

Aux deux bords, interne et externe, de la lame, comme on peut le voir facilement à l'inspection des FIG. 5, 7, 8, on observe une variation dans la disposition, jusque-là parallèle, des lamelles.

Sur ces bords, elles s'écartent l'une de l'autre, augmentant l'espace interlamellaire et formant, sur le bord interne, la voie d'arrivée, et, sur le bord externe, la voie de retour du liquide sanguin.

Remarquons que les deux canaux, largement ouverts à la partie basale de l'opercule, diminuent de calibre à mesure qu'ils se rapprochent de l'extrémité; dans cette partie, leur calibre n'est plus guère distinct des espaces interlamellaires de la partie médiane.

Nous allons étudier successivement chacune de ces parties de l'opercule que nous venons de signaler, à savoir :

1. la lamelle inférieure ou externe;
2. la lamelle supérieure ou interne;
3. les ponts ou piliers;
4. le tissu intermédiaire.

C'est aussi l'ordre que nous suivrons dans l'examen des lames suivantes.

1. *La lamelle inférieure ou externe.*

Sa constitution n'est pas différente de celle des téguments externes ordinaires des arthropodes.

La lamelle inférieure est formée d'une *cuticule* épaisse et d'un *épithélium matrice* à cellules aplaties et apparemment fusionnées.

La cuticule.

La surface de la cuticule est lisse; nous n'y avons découvert aucun dessin ni aucune production digne de remarque.

Mais la structure intime de la cuticule elle-même mérite d'être signalée et attentivement remarquée.

En effet, étudiée avec les grossissements convenables, la cuticule ne nous apparaît pas d'une constitution continue et homogène; elle présente, au contraire, des lignes longitudinales, des couches superposées, que coupent de nombreuses stries ou lignes transversales; nous prions le lecteur qui veut s'en rendre compte de considérer les FIG. 5, 6, 7 et 8.

D'autres figures, prises sur d'autres espèces, offrent des exemples plus frappants encore de ce fait, qui se retrouve, du reste, avec plus ou moins de netteté, dans la généralité des productions cuticulaires.

Nous tenons aussi à faire remarquer que l'épithélium chitinogène ou sous-jacent semble interrompu au niveau du point d'insertion des piliers à la lamelle. On peut constater que les piliers, au lieu de s'arrêter à la couche épithéliale, la traversent d'outre en outre et s'accolent directement à la cuticule.

Dans l'examen de la lame à plat, nous avons constaté l'existence, dans la lamelle inférieure, d'un pli transversal; notons ici que ce pli n'intéresse pas la lamelle supérieure, mais la lamelle inférieure seule, FIG. 5.

L'épithélium de cette face ne comprend donc que des cellules épithéliales ordinaires.

Il est interrompu, à certains endroits, par les portions colonnaires des cellules de l'autre face, qui en écartent les éléments pour s'insérer directement à la cuticule, ainsi que nous allons le voir.

2. *La lamelle supérieure ou interne.*

Elle est formée, comme la lamelle inférieure, d'un épithélium cuticulaire. La cuticule, loin d'être épaisse, est d'une minceur extrême et se distingue difficilement.

La couche cellulaire mérite une description particulière.

Autour des vaisseaux marginaux, elle ne diffère pas sensiblement de l'épithélium de la lamelle inférieure, sauf qu'elle est plus mince; c'est une couche de protoplasme dans lequel se trouve, de distance en distance, un noyau.

Dans la région des piliers, elle présente, au contraire, une forme spéciale. Pour bien nous en rendre compte, consultons les FIG. 4, 5, 6, 7, 8.

La FIG. 4 représente un dessin pris sur une lame étalée, après l'avoir traitée par le bleu de méthylène.

Elle laisse voir des champs polygonaux bien délimités, ayant chacun des contours propres; ces champs sont, sans doute, les limites des cellules appliquées à la face interne de la lamelle; chacun renferme un noyau.

Vers un des angles, ou sur les bords, rarement au centre de ces champs, se trouve placé le noyau cellulaire dans un amas de protoplasme. Sans doute, en certains endroits, le noyau semble empiéter sur le territoire cellulaire voisin; mais, si on y regarde de près, on s'assure facilement que ce n'est là qu'une apparence, car on voit, en ces endroits, la limite du champ cellulaire former une sorte de cul-de-sac où se loge le noyau, FIG. 4, *q*. Comme il est facile de le constater dans cette figure, les noyaux de plusieurs cellules contiguës se rapprochent le plus souvent des angles ou des côtés adjacents, de telle façon qu'on les trouve groupés au nombre de 2 ou de 3 dans un amas irrégulier de protoplasme. De là cet aspect particulier de la figure, où dans un espace clair formé par plusieurs champs polygonaux voisins, nous avons un espace plus sombre, ou amas unique de protoplasme, renfermant deux ou trois noyaux. Quand le noyau est resté au centre du champ polygonal, ce noyau est toujours unique dans l'amas de protoplasme qui l'entoure.

Jetons maintenant les yeux sur les FIG. 5 et 6 qui représentent la même lamelle vue en coupe.

Notons y deux choses :

1° La minceur extrême de la lamelle supérieure : cuticule et couche protoplasmique;

2° L'absence de noyau dans les parties comprises entre les piliers et la localisation de ces noyaux à la base évasée des piliers.

1° *Paroi cuticulaire.*

Dans les parties de la lamelle supérieure qui sont comprises entre les piliers, on n'observe qu'une mince cuticule sur laquelle est appliquée une couche de protoplasme d'une ténuité extrême. En ces endroits, la lamelle supérieure est tellement mince que nous avons été longtemps indécis sur sa nature.

Nous croyions d'abord que, dans ces parties, la cavité sanguine n'était limitée, sur sa face inférieure, que par une membrane cuticulaire nue. Ce n'est que grâce à un défaut d'une préparation, dans laquelle la cuticule apparaissait détachée de la couche protoplasmique, que nous avons pu nous assurer de l'existence de cette couche protoplasmique même.

Très mince entre les piliers, cette couche protoplasmique s'épaissit vers la base de ceux-ci et fait corps avec eux.

2° *Position des noyaux.*

Les recherches les plus minutieuses ne nous ont jamais fait découvrir aucun noyau dans les parties de la couche protoplasmique située entre les piliers. Si parfois on en trouve un dans ces régions, cela vient uniquement de ce que la coupe l'a séparé de la base d'un pilier qu'elle a effleuré.

Les noyaux de la couche protoplasmique de la lamelle supérieure sont donc tous localisés à la base des ponts; le plus souvent, ils y sont au nombre de deux.

Nous n'avons pu dans cette lamelle supérieure vue en coupe, pas plus d'ailleurs que dans l'épithélium de la lamelle inférieure, découvrir un indice quelconque marquant la limite des cellules.

Ainsi donc, l'épithélium de cette face est formé de cellules à base très large et très mince, appliquée contre la cuticule, et à corps cylindriques formant piliers. Ceux-ci marchent vers la face opposée et en écartent les cellules épithéliales pour s'attacher directement à la cuticule.

3. *Les ponts ou piliers.*

Nous venons de dire qu'ils appartiennent exclusivement à la lamelle supérieure.

Ce sont des colonnettes de forme généralement cylindrique. Ils présentent ordinairement un évasement bien marqué du côté de la lamelle supérieure.

Leur longueur varie peu dans une lame déterminée : c'est une conséquence du peu de variation dans l'écartement des lamelles.

Mais elle varie d'individu à individu, comme l'écartement des lamelles elles-mêmes, et, dans ce cas, on constate un certain rapport entre la longueur et l'épaisseur des ponts, rapport toutefois qui est loin d'être absolu. En général, dans les lames où l'écartement des lamelles est plus prononcé, et où, par conséquent, les piliers sont plus longs, on remarque qu'ils sont aussi plus grêles que dans celles, où les lamelles sont plus rapprochées l'une de l'autre et les piliers plus courts.

Cependant, même sur une même lame, on trouve des piliers très épais à côté d'autres très minces. Faisons remarquer que, si on examine de près ceux qui nous apparaissent plus épais, on trouvera que ce sont ceux dans la base desquels on distingue deux ou trois noyaux. De plus, on peut voir facilement que ces piliers plus épais ne sont pas simples, mais, qu'à partir d'une certaine distance de la lamelle interne, ils sont divisés longitudinalement en plusieurs faisceaux qui vont s'attacher séparément sur la lamelle opposée.

Quant aux noyaux des piliers, notons trois particularités :

a) Du côté de la lamelle externe, on n'en découvre aucun ; ils sont toujours du côté de la lamelle interne, localisés, comme nous l'avons déjà dit plus haut, dans l'évasement de la base des piliers.

b) Ces noyaux sont ou bien blottis dans la couche protoplasmique de la lamelle supérieure, à l'endroit où cette couche de protoplasme s'épaissit en arrivant vers la base des piliers ; ou bien ils sont situés entre les faisceaux des piliers eux-mêmes.

c) Il arrive parfois qu'une coupe présente l'un ou l'autre pilier sans aucun noyau. Ce fait s'explique de la même façon que nous avons expliqué plus haut la présence d'un noyau dans les parties de la couche protoplasmique situées entre les piliers.

Cette position fixe des noyaux constitue un trait remarquable et constant bien caractéristique des piliers.

Étudions maintenant la structure intime des piliers.

Structure intime des piliers.

Ce qui frappe à première vue dans ces colonnettes, c'est la nature fibrillaire de leur contenu ; elle se constate facilement, même avec de faibles grossissements.

Les piliers sont constitués presque totalement par un ou plusieurs faisceaux de filaments longitudinaux, à direction à peu près parallèle. Ces filaments s'étendent souvent sans interruption d'une lamelle à l'autre, s'accolant par une de leurs extrémités à la cuticule de la lamelle supérieure, par l'autre à la cuticule de la lamelle inférieure.

On aperçoit parfois, entre ces filaments, quelques granules de protoplasme; nous avons même cru y découvrir, çà et là, quelques stries transversales ou obliques, passant d'une fibrille à l'autre et les reliant entre elles. Mais, en tout cas, ces trabécules unissantes sont rares et peu développées.

Une mince membrane, difficile à faire apparaître (c'est pourtant une véritable cuticule très résistante), entoure les piliers et se continue sur leur base évasée, où elle devient plus visible.

Quant à la structure des noyaux que l'on trouve à la base des piliers, elle n'offre rien de bien remarquable : elle est la même que celle des noyaux de l'épithélium externe. Ces noyaux sont assez volumineux, ordinairement oblongs. Les éléments nucléiniens s'y présentent sous la forme de bâtonnets plus ou moins fragmentés, plongés dans un enchylème granuleux; on y remarque aussi un ou deux nucléoles.

4. *Tissu intermédiaire.*

Nous retrouverons ce tissu dans les lames externes des autres segments, dont la description va nous occuper; nous réservons pour ce moment son étude complète.

Toutefois, relativement à la position que ce tissu occupe par rapport aux lamelles supérieure et inférieure, notons dès maintenant une différence entre l'opercule et les lames des autres segments.

Dans l'opercule, FIG. 5, le tissu intermédiaire, sur une grande partie de son étendue, est presque complètement appliqué contre la lamelle externe, de façon à ne laisser, entre lui et elle, qu'une place extrêmement étroite au passage du sang; il n'est nullement appliqué contre la lamelle interne et laisse, entre lui et elle, un intervalle beaucoup plus considérable.

Au contraire, dans les lames des autres segments, FIG. 10, 11 et 12, le tissu intermédiaire n'est appliqué ni contre l'une ni contre l'autre des lamelles et il laisse, entre lui et l'une et l'autre de ces lamelles, un espace où circule librement le liquide sanguin.

Cavités sanguines.

Sur les cavités sanguines qui, dans une section, s'étendent entre les colonnettes interlamellaires, il y a peu de chose à dire. Notons seulement qu'à l'intérieur de la lame, entre les deux lamelles reliées par les ponts, le sang circule comme dans une sorte de salle basse soutenue par des piliers.

Sur les deux bords de la lame, cette salle est longée par un couloir libre : la gouttière marginale afférente et la gouttière marginale efférente dont nous avons parlé.

Placés en rangées, les piliers forment dans la cavité des allées transversales. Ces allées vont s'ouvrir, aux deux bords latéraux, dans les couloirs longitudinaux qui forment, l'un la voie d'entrée, l'autre la voie de sortie du sang.

Rappelons que les parois des cavités sanguines sont formées, dans la plus grande partie de leur surface, par les deux lamelles épithéliales tapissées intérieurement d'une mince cuticule.

La paroi externe est très épaisse et très résistante, tandis que l'interne est mince et flexible. Dans la partie basale interne du limbe, la paroi externe est doublée du tissu intermédiaire, qui envahit parfois le canal marginal adjacent.

2. Structure des lames externes des 4^e et 5^e segments.

Comme nous l'avons dit, ces lames ne diffèrent pas essentiellement d'un segment à l'autre; aussi ce que nous dirons de l'une d'elles pourra indifféremment s'appliquer à l'autre.

a) Examen de la lame à plat.

Nous nous sommes servi, pour cette étude, de lames traitées de différentes façons : injectées, imprégnées de nitrate d'argent, colorées au bleu de méthylène, etc.

Notons que la FIG. 9, à laquelle nous renvoyons, représente la lame telle qu'elle nous apparaît après une injection très modérée de bleu de Prusse dans la cavité coelomique de l'animal. C'est ce qui explique l'aspect que cette lame présente sur le bord latéral interne par où l'injection a pénétré.

Le canal marginal, dessiné en noir, est rempli du liquide injecté; il envoie, sur toute sa longueur, des bras nombreux vers l'intérieur de la lame; nous reviendrons plus tard sur ce fait en parlant de la circulation branchiale.

La forme de la lame externe est suffisamment indiquée par la figure; du reste, elle diffère peu de celle de l'opercule. Toutefois, notons-le, outre que son développement est moins accentué, elle ne présente pas de convexité vers l'intérieur; elle est, au contraire, tout à fait plane.

Sa consistance est aussi beaucoup moindre. Elle se laisse facilement déformer et plisser sous l'action des instruments dans la dissection; aussi faut-il prendre les plus grandes précautions pour l'extraire de l'animal sans la blesser et la détruire.

L'angle basal interne seul porte une dizaine de longs poils acuminés; le reste du pourtour en est complètement dépourvu.

Nous observons aussi dans cette lame les canaux marginaux, puis un faisceau musculaire pénétrant la lame au niveau du point d'attache ou pédoncule.

D'autres détails dans cette lame sont dignes d'intérêt.

Ce qui frappe l'observateur au premier coup d'œil, c'est qu'elle est divisée en *deux zones* bien distinctes et parfaitement délimitées.

Nous appellerons la première *zone protectrice*, *zp*, sans vouloir cependant exprimer par ce mot un rôle exclusif; nous nommerons la deuxième *zone branchiale*, *zr*.

Zone protectrice.

Elle occupe la base de la lame, c'est-à-dire la lame dans toute sa largeur depuis sa naissance jusque vers le milieu de sa longueur; à partir de cet endroit, la zone protectrice ne se prolonge plus que sur les bords latéraux, délimitant une sorte d'échancrure ou d'évasement semi-circulaire.

Son aspect rappelle assez bien celui que nous présente l'opercule vu de la même façon; elle est cependant beaucoup plus claire et plus transparente.

Nous la voyons également constellée de petits points sombres, qui sont de forme et de disposition analogues à ceux de l'opercule.

Nous y distinguons aussi facilement, dans la moitié longitudinale interne, la portion sombre produite par la présence entre les lamelles du tissu intermédiaire. Ce tissu est beaucoup plus visible dans cette lame que dans l'opercule et l'on peut plus facilement en déterminer la position et l'étendue.

Après avoir été imprégnée par le nitrate d'argent, ou même examinée à frais dans un liquide peu réfringent, tel que l'eau, la zone protectrice laisse voir des champs polygonaux tout à fait semblables à ceux dont nous avons parlé dans la description de l'opercule.

Cette identité d'aspect nous a paru si frappante et si réelle que nous avons jugé inutile de faire un dessin spécial; nous nous contenterons donc de rappeler le lecteur à la FIG. 4 et à la description donnée.

Nous devons cependant faire remarquer qu'elle présente cet aspect intéressant et particulier sur l'une et l'autre de ses lamelles constitutives, tandis que, dans l'opercule, nous ne l'avons observé, avons-nous dit, que sur la face interne ou supérieure.

Zone branchiale.

Elle est précisément la partie de la lame qui se trouve renfermée dans cette échancrure formée par l'autre zone; elle occupe donc la partie distale, ou moitié extrême, de la lame; pas entièrement toutefois, car les prolongements latéraux de l'autre zone en envahissent une partie.

L'un de ces prolongements est beaucoup plus étroit que l'autre: c'est celui qui longe le vaisseau afférent, de sorte que la distance entre le vaisseau marginal afférent et la zone branchiale est très courte.

On peut remarquer dans la FIG. 9 deux lignes qui, partant d'une même échancrure et aboutissant toutes deux à une autre échancrure du bord distal, ne coïncident presque jamais dans tout leur parcours: elles déterminent, l'une la zone branchiale de la lamelle inférieure, l'autre celle de la lamelle supérieure. C'est là un fait constant observé dans toutes les lames étudiées.

La signification de ces lignes si nettes nous a échappé longtemps. En effet, sur les coupes rencontrant cette ligne transversalement, la cuticule était constamment brisée à son niveau. Nous avons pu néanmoins constater qu'elle est produite par un épaissement régulier de la lame chitineuse: une crête régulière, saillante à l'intérieur de la cavité branchiale.

La zone branchiale, dont nous venons de déterminer la position, est la seule qui existe dans les lames internes; son étude complète, à plat et sur coupes, se confond donc avec celle des lames internes.

b) Examen des coupes.

Nous avons dessiné des coupes qui intéressent la zone protectrice en différents points de son étendue, FIG. 10 et 11, *Ex*, et FIG. 12 et 13.

La FIG. 10, *Ex*, représente une coupe faite près de la base, au niveau *AB* de la lame à plat, FIG. 9.

Les autres coupes sont faites en des points intermédiaires, entre celui-ci et l'extrémité de la lame.

Nous y observons les mêmes éléments constitutifs que dans l'opercule : lamelles, ponts et tissu intermédiaire.

1. *Lamelles.*

A l'examen des figures, il est facile de voir qu'il n'y a plus lieu de distinguer ici entre lamelle inférieure et lamelle supérieure : les deux feuilletts épithéliaux qui constituent la lame présentent une structure identique.

Au sujet de l'écartement des lamelles et, par conséquent, au sujet de la capacité des cavités sanguines, il y a peu à ajouter à ce que nous avons dit en parlant de l'opercule.

Notons seulement que l'écartement moyen est plus prononcé que dans l'opercule et, conséquemment, la capacité sanguine proportionnellement plus grande.

Remarquons aussi que, dans la moitié interne, la partie qui renferme le tissu intermédiaire est très épaisse ; les lamelles sont fortement écartées et les piliers très étirés ; on peut le voir dans la FIG. 10. Nous devons toutefois à la vérité d'ajouter que nous ignorons si cet état est un état tout à fait naturel ; nous en avons très rarement remarqué d'autres exemples dans nos préparations.

Structure des lamelles.

L'aspect de ces lamelles rappelle, à peu près exactement, celui de la lamelle supérieure de l'opercule.

Au niveau des canaux marginaux, ainsi que dans la région des piliers, nous constatons, dans chacune d'elles, les mêmes caractères que ceux que nous avons signalés, pour ces diverses parties, dans la description de la lamelle supérieure de l'opercule, à savoir, dans la région des piliers, la minceur extrême de chacune des lamelles, l'absence des noyaux dans les espaces compris entre les piliers et leur localisation à la base évasée de ces ponts.

Nous devons cependant faire quelques remarques.

1. Autour des gouttières marginales où l'épithélium est ordinaire, nous ne remarquons pas l'épaississement de la cuticule, épaississement qui

envahit une partie de la face supérieure de la lamelle dans l'opercule, FIG. 5, 7 et 8. Sur les deux surfaces de la lame, ainsi qu'autour des gouttières marginales, la cuticule conserve toujours sensiblement la même épaisseur, FIG. 12 et 13; partout, elle se distingue par sa ténuité extrême.

2. Dans la région des piliers, la couche protoplasmique qui tapisse les espaces compris entre les piliers est un peu plus épaisse et, par conséquent, plus visible.

3. Nous venons de dire que l'épithélium constituant les lamelles dans la région des piliers ne diffère pas de celui de la lamelle inférieure de l'opercule; il y a cependant une légère restriction à faire, car, comme on peut le voir en *r*, dans la FIG. 10, *Ex*, vers la base, à la partie médiane du limbe de la lame, sur une longueur qui varie d'individu à individu, on trouve une aire très étroite, dans laquelle l'épithélium lamellaire prend l'aspect d'un épithélium cylindrique ordinaire. Les éléments anatomiques y sont serrés les uns contre les autres, une partie seulement d'entre eux intervient dans la formation des piliers.

Au niveau de cette aire, dans l'espace compris entre les lamelles ainsi différenciées, le tissu intermédiaire prend les caractères d'un tissu fibrillaire ordinaire. Il y constitue un massif compact remplissant tout l'espace interlamellaire. La partie basale de la lame se trouve donc ainsi divisée en deux compartiments sans communication directe entre eux : le compartiment afférent et le compartiment efférent.

2. *Ponts ou piliers interlamellaires.*

Forme.

Leur forme diffère sensiblement de celle des piliers de l'opercule.

Au lieu d'être des colonnettes à peu près cylindriques, ils prennent ici l'aspect qu'offriraient deux cônes accolés bout à bout par les sommets.

Ils présentent à un plus haut degré, sur les deux faces des lamelles, cet évasement en sorte d'amincissement progressif, que nous avons signalé comme ne se trouvant dans l'opercule que du côté de la lamelle supérieure.

Leur longueur et leur étirement sont aussi beaucoup plus variables et atteignent parfois des degrés que nous n'avons jamais constatés dans l'opercule. La FIG. 10 est un exemple frappant de ce fait. Les colonnettes y sont très longues et très grêles.

Nous devons attirer l'attention de nos lecteurs sur les deux premières colonnettes de la FIG. 13 et nous le prions de noter cette espèce de bride, repliée en S, qui relie les deux parties évasées des piliers. Cet aspect est assez fréquent; nous l'avons remarqué, non seulement dans les piliers de la zone protectrice, mais aussi dans ceux de la zone branchiale et de la lame interne, FIG. 11, *En, u.*

Notons qu'ici, comme nous l'avons déjà fait pressentir lors de l'examen à plat, nous remarquons des noyaux dans la base des piliers, du côté des deux lamelles.

Il n'y a d'exception que pour une partie bien restreinte de la lamelle : elle se rencontre à l'endroit où l'une des lamelles, différenciée en *zone branchiale*, est en regard de l'autre encore à l'état de *zone protectrice*. Alors, du côté de cette dernière seule, la base des piliers loge deux ou trois noyaux; l'autre moitié du pilier est constituée par une portion bien minime d'une des cellules particulières et remarquables, dont sont composées les lamelles de la zone branchiale.

Structure.

La structure est analogue à celle des piliers de l'opercule, mais elle présente à un bien moindre degré la striation longitudinale que nous avons indiquée.

Les cordons protoplasmiques y sont encore orientés suivant la longueur du pilier, mais leur direction n'y atteint plus un degré aussi marqué de parallélisme. Ils semblent s'anastomoser les uns aux autres en différents endroits.

Nous n'y avons pas remarqué la division en faisceaux longitudinaux distincts.

Le plus souvent, quand les lamelles sont à un degré d'écartement moyen, et que, par conséquent, les piliers ne sont pas trop étirés, il arrive de constater dans certains piliers l'existence d'une ligne transversale, divisant ces derniers en deux moitiés égales, contenant chacune deux ou trois noyaux. Cette ligne apparaît simple et présente un aspect granuleux, FIG. 11, *Ex.*

Comme pour l'opercule, une mince membrane, de nature cuticulaire, entoure chaque pilier et se continue sur la face interne des cavités sanguines qu'elle tapisse.

Quant aux noyaux, nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit de ceux des feuillets constitutifs de l'opercule.

3. *Tissu intermédiaire.*

C'est un massif cellulaire aplati, qui n'appartient pas à la production ectodermique constituant la lame respiratoire, mais qui se trouve engagé entre les deux feuillets de cette évagination.

Position et étendue.

On le retrouve dans les trois espèces de lames. Notons toutefois qu'il présente une position et prend un développement et un aspect qui ne sont pas les mêmes dans les lames internes et dans les lames externes, y compris l'opercule.

Dans les lames externes, sa position est fixe et déterminée. Il occupe toujours le bord latéral interne, le long du canal marginal afférent, depuis la naissance de celui-ci jusqu'à un point assez rapproché de son extrémité. De là, il s'étend dans le reste du limbe de la lame, sur une étendue qui varie avec les lames et les individus, mais qui comprend toujours la moitié interne de la lame.

Dans la partie qui est du côté externe de la ligne médiane de la lame, il cesse ordinairement d'être un tissu plein. Il s'interrompt en différents endroits et se résout en traînées qui peuvent parfois atteindre le canal marginal externe, FIG. 9.

Notons qu'il envahit rarement le territoire de la zone branchiale, et, quand il le fait, c'est toujours sur une minime étendue.

Dans les lames internes, on le retrouve sous la forme d'un plancher interlamellaire, très mince, réduit parfois à une mince lamelle, dans laquelle on aperçoit, de distance en distance, un noyau, FIG. 11, *En.* Il y occupe aussi une position fixe et déterminée.

On l'observe dans la partie médiane de la lame, depuis son point d'insertion au pédoncule jusqu'à un point assez éloigné de l'extrémité.

Il déborde des deux côtés de la ligne médiane, mais n'atteint jamais les canaux marginaux, comme le montre la FIG. 11, *En.* Tous près de la base de la lame, il prend l'aspect que nous avons vu prendre, à cet endroit, par le même tissu, dans les lames externes. Notons toutefois qu'ici il prend tout entier cet aspect de tissu conjonctif fibrillaire, FIG. 10, *En.*

Structure et constitution.

La constitution de cette masse est variable d'individu à individu; les FIG. 10, 11, 12 et 13 le montrent.

Dans la FIG. 12, cette masse nous apparaît comme une plaque unique, formée d'une seule assise de cellules aplaties. Elle est suspendue au milieu de la cavité interlamellaire qu'elle divise en deux parties. Les piliers la traversent d'outre en outre, sans se confondre avec elle.

Dans d'autres individus, FIG. 10 et 13, elle est moins régulière; les cellules s'y disposent sur deux ou plusieurs rangs. Dans ces cas, on la voit souvent remplir presque tout l'espace compris entre les lamelles; elle envahit même parfois une grande partie de la lumière du canal afférent, FIG. 13.

Le *tissu intermédiaire* se compose de cellules relativement grandes. Il n'est pas toujours possible de limiter ces cellules avec une entière certitude.

Portons en effet notre attention sur les FIG. 10, 12, 13.

Il nous paraît assez clair que les lames m' doivent être considérées comme des limites cellulaires. Mais on trouve, dans l'épaisseur de la masse, des lames m'' ayant beaucoup d'analogie avec m' et qui n'ont certainement pas la valeur d'une membrane cellulaire, FIG. 10, *Ex*, et 13. Ce sont les parois vacuolaires.

On trouve, à côté de ces lames, des filaments, des granules, des traînées granuleuses, que traverse une substance hyaline, absolument réfractaire aux divers colorants.

Quant aux noyaux, ils n'ont rien de remarquable. Ils renferment, à côté d'un nucléole très chromophile, des éléments nucléiniens ordinaires.

Nous croyons cependant qu'il est utile de remarquer que les noyaux sont plus petits là où le tissu est formé de deux assises cellulaires, FIG. 13, que là où il n'en comporte qu'une, FIG. 12.

Nous exposerons d'une manière comparative la structure et la signification de ce tissu intéressant dans nos remarques et conclusions.

3. Lames internes.

Rappelons que notre description, qui s'applique à chacune des lames internes des trois segments, convient aussi à la *zone branchiale* de la lame externe des deux derniers segments.

a) Examen à plat.

Il est intéressant de remarquer ici la relation qui existe entre la lame interne et la lame externe de chaque couple.

Il existe toujours un rapport inverse entre le développement de ces deux

lames. La lame interne est d'autant plus réduite que la lame externe est plus développée.

Nous pouvons même aller plus loin et mettre la grandeur relative des deux lames en relation avec leur pouvoir respiratoire. Nous avons vu, en effet, que la lame externe du troisième segment, qui porte le nom d'opercule, a une cuticule beaucoup plus grosse que la lame interne; par conséquent, son pouvoir respiratoire, par unité de surface, est beaucoup plus réduit. Pour qu'il y ait donc une certaine égalité fonctionnelle entre ces deux lames, il faut que l'externe offre une plus grande surface à l'hématose que l'interne. On voit, par conséquent, que ce balancement organique n'est pas seulement anatomique, mais aussi physiologique. Cette remarque aura son importance dans le chapitre de la circulation.

Quant à la forme des lames, elle est suffisamment indiquée par les figures.

Il n'est pas possible, par un simple examen à plat, de se rendre compte de la disposition qui produit l'aspect absolument étrange présenté par ces lames.

Ce n'est qu'en combinant l'étude des coupes avec celle des lames entières examinées avec des précautions spéciales, que nous sommes arrivé à en comprendre tous les détails.

LEYDIG a parlé de l'aspect remarquable des lames, mais sa description, et surtout les figures qui l'accompagnent, prouvent qu'il n'en a nullement saisi la signification réelle.

Nous prions le lecteur de regarder attentivement les FIG. 14 et suivantes. Nous appelons surtout l'attention sur les FIG. 9, 7r, et 14, où, à l'endroit de la zone branchiale, il est possible de voir un grand nombre des « *corpuscules bosselés irréguliers* » signalés par LEYDIG.

Cependant, entre ces « *corpuscules bosselés* », on remarque :

- a) de-ci de-là, quelques globules sanguins;
- b) des amas de protoplasme bien délimités et ne présentant pas de noyau.

Nous nous trouvons dans l'impossibilité de donner aucune explication plausible à ces amas, tant dans l'examen à plat, que dans l'étude des coupes, quand, un jour, l'idée heureuse nous vint de faire sur les lames des imprégnations au nitrate d'argent.

Nous n'avons jamais obtenu la réduction du nitrate en argent métallique sur le pourtour des cellules; au contraire, le contour de celles-ci demeurerait très clair, alors que leur masse était fortement colorée en jaune

brun (1). Mais ce contour pâle nous donna des figures aussi précises que les réductions typiques en noir. Il nous révéla la forme des cellules épithéliales et nous permit de circonscrire exactement le territoire de chacune d'entre elles. Dès ce moment, tout devint clair; mais nous fûmes vraiment surpris de constater que les amas de substance dense, qui parsèment les lames, ne correspondent nullement aux cellules épithéliales, il s'en faut de beaucoup. Et quant aux espaces clairs qui les séparent, on ne peut nullement les regarder comme de vastes champs intercellulaires.

En effet, les bandes pâles que fait apparaître le nitrate d'argent délimitent des champs cellulaires polygonaux très vastes et qui, loin de correspondre à ces espaces clairs, les croisent de diverses façons et présentent, avec les contours des prétendues » cellules bosselées « (*gebückte Körper*), la discordance la plus frappante.

Toujours, on trouve plusieurs de ces corps bosselés dans chacun des territoires épithéliaux et souvent on voit les contours rectilignes de ceux-ci passer au-dessus d'eux. Mais ce que l'on voit concorder avec la disposition des polygones à contours pâles, ce sont les gros noyaux.

Ce fait serait de nature à lever tous les doutes qui pourraient subsister au sujet de la signification cellulaire des polygones pâles. On sait qu'il est à peu près impossible de faire des colorations nucléaires après l'imprégnation au nitrate.

Cependant, quand on a l'habitude de voir l'objet qui nous occupe, on peut aisément retrouver l'emplacement des noyaux.

D'ailleurs, sur des préparations colorées au bleu de méthylène, nous sommes parvenu à retrouver dans la suite les membranes, dont nous n'aurions pas soupçonné l'existence sans l'aide du nitrate d'argent.

Sur ces préparations, le noyau apparaît aussi avec évidence. Notons, en passant, l'aspect bosselé particulier qu'on a tâché de rendre avec toute l'exactitude possible, FIG. 15; nous y reviendrons, quand nous nous occuperons de l'examen des coupes.

Nous avons tâché de donner par le dessin une idée de l'aspect de nos préparations. Malheureusement, les figures que nous donnons sont une image bien imparfaite de la réalité.

(1) Cette particularité ne tient pas à notre mode opératoire; elle nous apparaît plutôt provenir de la nature elle-même du tissu épithélial lamellaire. En effet, sur toutes les lames externes où nous avons fait cette réduction, alors que la zone branchiale présentait cet aspect particulier et anormal, la zone protectrice montrait toujours la réduction typique; le pourtour des cellules était nettement coloré en noir, tandis que le reste demeurait incolore.

Les FIG. 15 et 17 représentent deux de ces cellules à un fort grossissement.

Les FIG. 14 et 16 montrent comment les membranes limitant les cellules passent parfois, et à travers les *cellules bosselées* de LEYDIG, et à travers les amas granuleux. Il est donc de toute évidence que les *corps bosselés* de LEYDIG ne représentent pas les cellules telles qu'elles existent en réalité.

Il arrive souvent, en effet, qu'ils ne sont qu'une partie de ces cellules, et, d'autres fois, ils empiètent même sur le territoire de plusieurs cellules.

Il est donc certain que LEYDIG n'a nullement compris la structure des lames respiratoires et que les productions qu'il appelle *gebückte Körper*, n'ont nullement la valeur de cellules. Bornons-nous à cela pour le moment, et, avant d'indiquer la signification de ces corpuscules, passons à l'examen des coupes

b. Examen des coupes.

Bornons-nous à prier le lecteur d'accorder un regard à nos FIG. 10, 11, 19 et suivantes, qui représentent des coupes des lames. Elles complètent les données que nous venons de lui exposer sur la constitution des lamelles ou parois et des piliers, en lui parlant de nos objets étudiés entiers et à plat.

Les lamelles et les piliers sont ici si intimement dépendants les uns des autres, que nous ne pouvons les séparer dans l'étude que nous allons en faire.

Remarques générales.

Faisons d'abord deux remarques générales :

1° On peut appliquer à la lame interne, à propos de l'écartement des lamelles, les observations que nous avons faites en parlant des autres lames.

Les FIG. 19, 20, 22, sont des exemples frappants de la variation d'écartement des lamelles qu'on remarque d'individu à individu.

2° Notons, en passant, la différence d'aspect qu'y présentent les piliers.

Dans la FIG. 19, ce sont des colonnettes à peu près cylindriques, très peu évasées à la base, fortement étirées, et légèrement striées longitudinalement.

Dans la FIG. 20, ce sont des mamelons grossiers qui se rencontrent par les sommets, en ne laissant, entre les endroits où ils s'aboutent, que de très petits espaces.

Dans l'un et l'autre cas, une cuticule assez épaisse entoure les piliers et tapisse le plancher des cavités sanguines.

*Constitution de la partie épithéliale des endopodites
et de la zone branchiale des exopodites.*

A la lumière des indications précises que nous a fournies la méthode au nitrate d'argent, et des faits complémentaires que décèlent les coupes, nous pouvons exposer, dans son ensemble, la constitution remarquable de ces parties, et interpréter les apparences étranges de l'organe examiné à plat et dont LEYDIG, avons-nous dit, n'a certainement pas compris la signification.

L'épithélium sous-cuticulaire de ces parties est formé de *grandes cellules polygonales assez régulières*.

Chacune de ces cellules présente, sur sa face intra-branchiale, une série de protubérances irrégulières. Ces protubérances portent les piliers. Les FIG. 20 et 21 en montrent plusieurs et font voir en même temps, en section optique, les piliers qui s'en détachent dans la profondeur. Elles sont souvent allongées et disposées à peu près dans le même sens. Ce sont elles qui déterminent dans la cavité branchiale des voies transverses plus ou moins bien définies, qui sont suivies par le sang dans son trajet du bord afférent au bord efférent.

Chaque cellule porte donc plusieurs piliers et on peut lui donner le nom de *cellule multicolonnaire*.

Les corps bosselés de LEYDIG ne sont autre chose que les protubérances telles qu'on les aperçoit sur une lame étalée, dont on ne met pas au point la surface, mais un plan profond.

Si le contour polygonal des cellules épithéliales les croise parfois, c'est que certains d'entre eux appartiennent partiellement à deux cellules voisines.

Dans la FIG. semi-schématique 21, on a tâché de rendre l'aspect curieux que cette disposition donne à la cavité de l'endopodite; c'est l'aspect d'une grotte basse, soutenue par une grande quantité de stalactites et de stalagmites qui se seraient rencontrées en leur milieu.

Ces piliers représentent si bien les piliers de l'opercule et de la lamelle externe, que nous avons été longtemps à ignorer leur vraie nature.

Ce qui les distingue essentiellement de ces derniers, c'est qu'ils ne renferment pas de noyau, FIG. 20. Ce sont des parties de cellules, et non pas des cellules. Leur fonction physiologique est la même que celle des piliers dont il a été question jusqu'à présent; mais il faut bien remarquer qu'anatomiquement leur valeur est toute différente.

Telle est donc la signification des parties sombres dont on trouve parsemée la surface d'une lame examinée à plat. Ce n'est point sans peine que

nous sommes parvenu à la comprendre et à déchiffrer la structure histologique de ces organes. Le lecteur reconnaîtra que l'on trouve, dans les branchies des édirophthalmes, l'une des plus remarquables dispositions qu'un épithélium puisse présenter.

Structure intime des piliers.

Par leur structure intime, les piliers de la lame interne ressemblent beaucoup à ceux de la lame externe. Ils paraissent aussi formés de deux parties et il est parfois possible de voir une sorte de séparation cellulaire qui les divise en deux.

Le plus souvent, au contraire, et ce cas se présente surtout quand les lamelles sont assez fortement écartées, cette séparation ne peut pas s'observer, FIG. 19.

Les filaments qui en constituent la partie principale sont parfois très puissants, et on peut les suivre d'une cuticule jusqu'à l'autre; mais ils n'atteignent jamais le développement que prennent ces filaments dans les piliers de l'opercule, FIG. 18.

Aspect et structure du noyau.

Nous avons déjà fait remarquer que ces noyaux sont très volumineux, FIG. 14, 15 et 16; mais, ce que nous avons omis de dire jusqu'à présent, c'est qu'ils présentent parfois un aspect bosselé absolument caractéristique.

Nous avons observé cet aspect sur une préparation vue à plat et colorée au bleu de méthylène. La FIG. 15 donne une idée très fidèle de cet aspect. Nous pouvons maintenant aisément en proposer l'interprétation.

Ces noyaux sont resserrés entre les filaments des piliers et ils sont obligés de faire hernie entre ceux-ci pour pouvoir loger leur grosse masse.

Ils renferment plusieurs nucléoles et un granulé très fin dû à l'élément nucléinien ordonné en un filament tortueux ou en un réseau.

Canaux marginaux.

Il y a, dans l'épithélium des lames qui nous occupent, une sorte de cellules qui ne portent pas de piliers. Ce sont les cellules qui se trouvent au bord de la lame et qui forment les canaux marginaux.

Les noyaux de ces cellules sont accolés au bord même de la lame; à cet endroit, la cellule fait un peu hernie dans l'intérieur du canal, FIG. 14.

Ailleurs, le protoplasme ne forme qu'une plaque mince qui tapisse la cuticule. De cette manière, ces cellules forment une suite de demi-cylindres creux qui, par leur ensemble, constituent une gouttière.

Remarque sur la nature épithéliale des piliers. En terminant cette description des lames respiratoires de l'*Asellus aquaticus*, nous croyons devoir attirer l'attention du lecteur sur un fait qui ressort clairement de notre description, mais sur lequel nous tenons à insister, parce qu'il est important au point de vue de nos conclusions. Le voici sous la forme d'une proposition. *Les cellules qui interviennent dans la formation des piliers sont les cellules mêmes qui constituent les feuillets épithéliaux des lames.* Toutes les cellules qui forment l'épithélium du limbe des lames font partie des piliers. Nous ne devons en excepter que le feuillet externe de l'opercule et, dans les autres lames, la bande longitudinale au niveau du point où le tissu intermédiaire forme un mur complet entre les deux lamelles.

II.

Cirolana hirtipes.

A. NOMBRE ET DISPOSITION DES BRANCHIES.

Nous nous permettons de renvoyer le lecteur, au commencement de cette description, à ce que nous avons dit, dans le chapitre de la disposition et de la signification des branchies chez les isopodes, sur le nombre et la disposition des lames branchiales.

Ce sont même les FIG. 23, 24 et 25 de la *Cirolana* qui nous ont servi à donner une idée du plan général de l'appareil respiratoire.

Nous croyons donc inutile de répéter ici ce que nous avons dit plus haut.

B. STRUCTURE DES LAMES.

Nous avons distingué, dans la description de la branchie de l'*Asellus*, entre opercule, lames externes et lames internes, parce que ces diverses parties présentent des caractères assez nettement tranchés.

Dans les branchies de la *Cirolana*, ces différences ne sont plus aussi accusées. C'est pourquoi l'étude détaillée d'une couple de lames nous donnera l'occasion de fournir une idée suffisante de toutes les lames.

Nous devons cependant faire remarquer qu'il y a une différence appréciable entre la première paire de lames et la dernière. Les autres constituent des intermédiaires et forment, par des différenciations très minimes, une transition presque insensible entre le premier et le dernier de ces types.

Nous avons figuré, FIG. 25, la première paire de lames branchiales, celle qui, dans l'*Asellus*, correspond à l'appendice du premier segment abdominal. Nous appelons l'attention du lecteur sur la forme de ces lames.

Elles ont une forme angulaire très marquée. Les angles s'émousseront graduellement et la forme des lames du dernier segment sera sensiblement celle d'un ovale, FIG. 26.

Il n'y a d'exception à faire, à ce point de vue, que pour l'angle proximal interne de l'endopodite, FIG. 25.

A l'endroit *a*, cet angle est peu accusé, il est très obtus. Il a déjà sensiblement la forme d'un angle droit dans la FIG. 27, qui représente l'endopodite de la deuxième paire.

Enfin, dans la cinquième paire, cet angle, FIG. 26, devient très aigu en s'infléchissant vers le pédoncule.

a) Examen des lames à plat.

1. Lames externes.

On peut se faire une idée suffisamment exacte de la lame externe en prenant connaissance de notre FIG. 25.

On y remarquera :

1° Qu'un grand nombre de poils sont implantés sur le bord externe et postérieur des lames. Ces poils nous arrêteront quelques moments.

La FIG. 28 représente un de ces poils à un grossissement plus fort. On voit que leur cuticule est en continuité avec la cuticule générale de la lame.

Ils sont articulés sur la lame à leur point d'attache et garnis sur toute leur longueur, à des intervalles réguliers, d'une infinité de filaments très fins.

Leur cuticule montre une striation très fine dans les deux sens, qui s'aperçoit surtout, avec toute l'évidence désirable, sur des coupes transversales de ces organes.

Le nerf branchial, dont nous parlerons plus loin, envoie de fines ramifications à leur intérieur. Nous sommes donc autorisé à les considérer comme des organes des sens.

L'épithélium qui tapisse intérieurement toute la cuticule de la lame se continue aussi dans l'intérieur de ces organes.

Outre ces longs poils dont nous venons de parler, il existe aussi sur les lames des poils plus courts et plus trapus, qui se trouvent logés dans un petit enfoncement de la cuticule. Ils sont également en relation avec le nerf branchial. On les trouve :

1. en nombre assez restreint sur le bord interne de la lame;
2. en nombre assez considérable sur les deux faces et principalement sur le bord distal.

A ce propos, signalons aussi des productions cuticulaires en forme de peignes pédiculés, dont nous avons rendu l'aspect dans la FIG. 29. On les trouve spécialement aux endroits marqués *d c* de la FIG. 25. Ces produc-

tions rappellent les écailles signalées par WAGNER dans les opercules des cloportides. Nous croyons qu'il faut rapprocher de ces écailles certains détails cuticulaires également pectiniformes que l'on observe sur le même bord, vers la partie basale.

2° On remarquera que dans cette espèce les voies marginales sont beaucoup plus nettement délimitées ; on les voit en *ve* et *va* dans la FIG. 25. Ce n'est que vers la partie distale de la lame qu'elles cessent plus ou moins d'exister. Leur cavité se confond sensiblement avec les cavités lacunaires du reste de la lame. On verra bientôt comment il se fait que ces voies nous apparaissent ici plus nettement circonscrites.

3° Nous trouvons à la base un muscle strié quadrilobé, dont le bout proximal des fibres s'attache à la lamelle interne, tandis que les extrémités distales s'attachent à la lamelle externe.

4° Ce qui frappe à première vue dans l'examen d'une lame colorée au bleu carmin, c'est l'existence d'un grand nombre de petites surfaces rondes, colorées en vert émeraude. Ces surfaces correspondent aux piliers dont nous parlerons dans l'examen des coupes. Leur disposition frappe par sa régularité. Elles sont rangées en séries plus ou moins parallèles.

Si l'on examine à un plus fort grossissement ces mêmes lames colorées à l'hématoxyline et au rouge congo, on voit un carrelage très fin, limitant les cellules de l'épiderme, FIG. 30.

Il s'en faut de beaucoup que chacune d'elles intervienne dans la formation d'un pilier, comme cela se fait dans l'*Asellus*.

Il nous paraît évident que les piliers font partie intégrante d'une seule des cellules de ce carrelage. Il suffit, en effet, de jeter les yeux sur la FIG. 30 pour être convaincu de ce fait.

En examinant cette figure, on serait à première vue tenté de croire que le pilier appartient à trois cellules différentes. Cependant, on voit toujours le noyau d'une de ces trois cellules intimement appliqué à la surface du pilier. Et si l'on suit avec attention les contours des cellules, de chacune en particulier, on s'assure que le pilier appartient à la cellule qui comprend ce noyau.

Il arrive parfois que certains de ces piliers sont divisés en deux par une membrane qui les traverse complètement et qui se continue dans le manchon qui les entoure, comme on peut le voir dans la FIG. 32.

Dans ce cas, on trouve toujours deux noyaux appliqués au pilier. Il est évident que, dans de tels cas, ces piliers complexes appartiennent à deux

cellules voisines. Cela est rare, et il est toujours facile de distinguer les détails que nous venons de signaler.

Remarquons encore, FIG. 31, que les noyaux pénètrent parfois entre les fibrilles d'un pilier.

Enfin, ce n'est pas la partie fibrillaire seule qui constitue le pilier; autour de cette partie centrale, on observe une gaine limitée extérieurement par une cuticule et qui renferme un protoplasme peu dense et d'une structure ordinaire.

Nous n'avons pas l'intention, en disant ce qui précède, de décider la question de savoir si, dans toute sa longueur, ce pilier n'appartient qu'à une cellule; ce n'est que par l'étude attentive des coupes que nous sommes parvenu à résoudre cette question.

2. *Lames internes.*

Nous pouvons dire, en thèse générale, que la lame interne a sensiblement la même structure que la lame externe. Elle n'en diffère en effet que par quelques détails qui vont nous occuper maintenant.

1. Les poils dont il a été question au numéro 1 ne se voient plus guère ici que sur le bord postérieur de la lame. Ils sont relativement nombreux sur l'endopodite de la première paire et diminuent de nombre sur les divers autres endopodites, à mesure que l'on s'approche du dernier segment où l'on n'en trouve que quatre au plus, FIG. 26.

REMARQUE. Signalons à la partie basale du bord interne de l'endopodite du deuxième segment l'existence du stylet que l'on remarque dans la plupart des isopodes mâles, FIG. 27.

Sur le bord externe de toutes les lames, vers le milieu de ce bord, on remarque l'existence d'un petit mamelon faisant saillie du côté interne, FIG. 26, *e*.

2. Les voies marginales sont aussi très apparentes dans la lame interne.

Remarquons qu'à la limite de la base du canal afférent, on rencontre un grand nombre de cellules bien développées, formant un tissu très dense. C'est ce qui donne à cette partie l'aspect sombre que nous avons tâché de rendre dans notre dessin.

3. Nous retrouvons ici l'homologue du muscle signalé au numéro 3. Cependant, on peut facilement le voir, sa forme diffère sensiblement de celle de l'autre.

4. Quant aux piliers, nous trouvons dans la lame interne une disposition analogue à celle que nous avons signalée dans la lame externe. Mais le parallélisme est beaucoup plus marqué, et on peut déjà reconnaître dans cette lame un genre de canaux, nombreux et parallèles, mais mal délimités; nous verrons dans l'*Idotea* cette disposition s'accroître encore.

Les piliers ont une structure plus complexe que dans la lame externe. Ici, ils ne sont plus seulement composés d'une seule cellule comprenant une partie axiale fibrillaire, entourée d'une gaine appartenant à la même cellule, mais on trouve un manchon de cellules épithéliales engainantes, qui est, de plus, flanqué encore de quelques cellules passant à la façon des piliers d'une lamelle à l'autre, FIG. 31.

b) Examen des coupes.

Pour nous faire une idée de la disposition et de la structure des lames dans les coupes, il nous suffit d'appeler l'attention sur les FIG. 34 et suivantes.

Nous y voyons que les différences entre la lame interne et la lame externe ne sont pas très grandes dans cette espèce. C'est pourquoi, nous nous permettrons de donner une description commune de l'endopodite et de l'exopodite considérés en coupes.

Nous signalerons les différences, s'il y en a, au cours de la description de chacune des parties des lames.

1. Lamelles.

Dans la description de nos coupes, nous sommes obligé de répéter, en partie, ce que nous avons dit de l'*Asellus*. En effet, nous retrouvons ici les lames composées de deux lamelles réunies par des ponts et entre lesquelles se trouve aussi un tissu analogue au tissu intermédiaire.

Écartement des lamelles. L'écartement entre les deux lamelles constitutives varie dans des proportions beaucoup plus considérables que chez l'*Asellus*. Les lamelles sont parfois si rapprochées que leur cavité devient absolument virtuelle.

D'autres fois, au contraire, cette cavité est largement béante, comme on peut le remarquer sur les FIG. 23 et 24.

Ces deux dispositions peuvent coexister dans un même individu.

On remarquera que ce sont principalement ici les lames externes qui sont à l'état de contraction, tandis que les lames internes sont à l'état de dilatation. Sur d'autres coupes, nous avons observé une disposition inverse et, bien souvent d'ailleurs, nous avons trouvé des dispositions intermédiaires, c'est-à-dire que des lames internes et des lames externes se trouvaient simultanément à l'état de contraction ou à l'état de dilatation.

On remarquera aussi à ce moment la différence de forme qui existe entre la coupe du bord externe, *Be*, et celle du bord interne, *Bi*, de certains endopodites : la première a toujours une forme lancéolée; la seconde est cordiforme, FIG. 24.

Structure des lamelles. Les deux lamelles sont sensiblement les mêmes; on pourrait tout au plus dire que la lamelle externe ou inférieure est recouverte d'une cuticule plus épaisse que celle de la lamelle opposée. Cette différence d'épaisseur est surtout marquée dans l'exopodite du premier segment.

Cette cuticule s'épaissit aussi, dans toutes les lames, sur les bords de la lamelle inférieure. Il est évident que cette disposition a pour but de donner une résistance plus forte à la partie la plus exposée des lames.

Les lamelles sont constituées par une cuticule tapissée intérieurement par un épithélium, FIG. 34 et suivantes.

Il existe ici une différence assez tranchée entre la lame externe et la lame interne au point de vue de l'épaisseur de cet épithélium.

Dans la lame externe, celui-ci est partout fort mince, FIG. 35, *Ex*; à certains endroits même, il est difficile de le retrouver dans les coupes et ce n'est que grâce à la présence de noyaux très aplatis, appliqués contre la cuticule, qu'on en reconnaît la présence avec une entière certitude, FIG. 36.

Pour être aplatis, ces noyaux n'en ont pas moins un certain développement, et, dans des vues à plat, leur surface est aussi développée que celle des noyaux de la lame interne.

C'est sans doute aussi à cause de cela que le carrelage, qui s'observe aisément dans la lame interne, s'observe plus difficilement dans la lame externe. Il n'en existe pas moins, et, quand on le retrouve, on voit qu'il est constitué par des cellules à surface plus grande.

Dans la lame interne, où cet épithélium apparaît d'une façon beaucoup plus évidente, FIG. 37 et 39, les cellules y sont beaucoup moins aplaties et plus nombreuses.

On y observe un protoplasme filamenteux, dont les filaments sont principalement dirigés de dehors en dedans. C'est probablement à cause de cela qu'il est fort difficile de retrouver les membranes limitant les territoires cellulaires.

C'est qu'en effet la couche épithéliale y est beaucoup plus épaisse. Cet épaississement n'est pas d'ailleurs uniforme. Son importance est notablement plus grande du côté du vaisseau afférent que du côté du vaisseau efférent. Nous reviendrons sur cette remarque dans nos conclusions.

Telles sont les particularités qu'on observe dans la portion de l'épithélium qui constitue les parois de l'organe, c'est-à-dire les deux lamelles au niveau du limbe.

Au niveau des vaisseaux marginaux, et cela tant dans l'exopodite que dans l'endopodite, l'épithélium s'aplatit outre mesure. On dirait qu'il ne se compose plus que de petits noyaux absolument accolés à la cuticule. Ce n'est que tout à fait dans l'angle formé par l'union des deux lamelles que les éléments, en se serrant les uns contre les autres, s'allongent du côté de la cavité.

2. *Ponts ou piliers.*

Le lecteur se souvient des trois variétés de piliers que nous avons décrites chez l'*Asellus*, et dont l'une, que nous avons appelée la cellule multicolonnaire, présente un intérêt tout particulier au point de vue de la forme étrange que peuvent prendre les cellules et de leurs singuliers modes d'agencement réciproque.

Chez la *Cirolana*, nous trouvons une variété de piliers que sa constitution doit faire ranger dans la deuxième variété de l'*Asellus*.

Ils sont toujours formés par la rencontre et l'union d'éléments appartenant *aux deux lamelles opposées*. En outre, chacun d'eux est le plus souvent le résultat de l'union en un faisceau de plusieurs de ces piliers bicellulaires. Ce sont des piliers fasciculés, des colonnes complexes, FIG. 35.

Ceci ne présente rien de bien spécial. Mais ce qui constitue un trait bien caractéristique et très remarquable de la *Cirolana*, c'est que l'une des cellules formant ces faisceaux présente une différenciation toute particulière : elle loge un *corps cylindrique* parfaitement délimité, bien distinct du protoplasme ordinaire qui l'entoure. En coupe longitudinale, il apparaît strié dans le sens de sa longueur, c'est-à-dire qu'il est formé de fortes fibres parallèles. Ces fibres s'attachent directement à la cuticule de chaque côté.

Nous avons vu ces productions dans les lames étudiées à plat, dont nous avons fait plus haut la description.

Les surfaces arrondies que nous avons signalées alors ne sont autre chose que la section optique de ces faisceaux de filaments. Nous avons fait remarquer que ces surfaces, c'est-à-dire les faisceaux de fibrilles, sont toujours contenues dans une seule des cellules du pilier. D'autres cellules épithéliales, faisant pilier aussi avec des éléments de l'autre face, les entourent en forme de gaine. Mais le protoplasme de ces cellules ne présente rien de semblable au puissant et si remarquable faisceau qui caractérise la cellule centrale. On y voit bien des fibrilles longitudinales, mais elles sont éparses, faibles, et leur aspect ne rappelle en rien celles qui constituent la colonne si bien délimitée de la cellule centrale.

Les FIG. 38 et 39 donnent une bonne idée de la structure de ces colonnes complexes et de l'aspect du faisceau fibrillaire de la cellule centrale.

C'est ici le moment de dire un mot d'une propriété très caractéristique de cette singulière production que nous avons déjà signalée plus haut sans insister : elle fixe très fortement les matières colorantes qui présentent de l'affinité pour les muscles, telles que l'acide picrique et surtout le bleu carmin.

Cette dernière réaction est très remarquable. Elle permet d'obtenir des préparations dans lesquelles le protoplasme des lamelles et des piliers demeure incolore, tandis que le faisceau est, au contraire, coloré en bleu verdâtre. La coloration se délimite avec une netteté extraordinaire sur le faisceau et laisse le reste exempt de coloration. Disons toutefois que cette réaction demande certains soins.

Mais elle est très frappante, et, fait qui pour nous présente une grande importance, elle donne exactement les mêmes résultats sur les muscles striés de nos crustacés que sur les piliers.

Dans ces muscles, il existe toujours, à côté du faisceau de fibres striées, une masse volumineuse de protoplasme non différencié. Or, nous avons vérifié que celle-ci reste incolore, tandis que la substance musculaire prend exactement la teinte du faisceau central des piliers.

Ce remarquable faisceau présente une autre particularité très intéressante. Sur des objets colorés avec le bleu carmin ou bien avec d'autres colorants protoplasmiques, les filaments longitudinaux présentent une égale épaisseur sur toute leur longueur. Ils ressemblent, si nous faisons abstraction de quelques granules enchylémateux qui s'y accolent, à des cordons

tout à fait lisses. C'est sous cet aspect que nous les avons représentés dans la plupart de nos figures, FIG. 37 et suivantes. Mais cette homogénéité du filament disparaît bientôt, si nous faisons usage de l'hématoxyline au fer de HEIDENHAIN. Sous l'action de ce colorant, tandis que les parties du faisceau, adjacentes aux deux lamelles, restent incolores ou à peu près, on voit, sur la plupart des piliers, apparaître dans la partie médiane du cylindre fibreux une bande transversale fortement colorée en noir. Cette bande est assez épaisse, présente des contours réguliers, et résulte manifestement de la juxtaposition d'épaississements fusiformes irréguliers de la partie médiane des fibres. Dans le reste du faisceau, les granules enchylémateux sont beaucoup plus nombreux et les fibres y prennent un aspect variqueux prononcé. Ces détails sont visibles dans la FIG. 36. Ils ressortaient avec évidence sur le pilier que nous avons dessiné. Nous devons ajouter qu'il n'en était pas de même sur tous les piliers de la préparation que nous avons employée. Chez beaucoup d'entre eux, quoique la bande obscure fût visible sur toute la section du faisceau, elle était loin d'être aussi nette; les épaississements n'étaient pas situés à un même niveau, mais débordaient les uns en haut, les autres en bas de la ligne médiane sans se juxtaposer complètement. La bande y était alors irrégulière et présentait des contours mal définis; sur d'autres piliers, on n'en apercevait que des traces, bien marquées surtout sur les bords latéraux du cylindre; sur quelques-uns, enfin, bien que l'aspect variqueux des filaments fut encore visible, on ne remarquait plus d'indice de l'existence de la bande en question.

On voit ainsi que la bande obscure, révélée par le colorant au fer, varie beaucoup dans son aspect d'un pilier à l'autre dans une même lame, et que son existence n'est pas constante.

Nous reviendrons plus loin sur ces particularités du faisceau fibreux et nous verrons à quelle cause nous croyons pouvoir attribuer les variations observées dans la bande obscure.

3. *Tissu intermédiaire et vaisseau marginal.*

Nous avons déjà dit que les voies marginales sont nettement limitées. Nous trouvons la raison de ce fait dans une structure toute spéciale et tout à fait caractéristique de ces dernières. Pour pouvoir donner une idée exacte de cette disposition, nous prions le lecteur de prendre connaissance des FIG. 34, 35 et 40.

On y remarque tout d'abord que les gouttières marginales que nous avons signalées dans l'*Asellus* sont ici un peu plus dilatées. En outre, dans l'intérieur de cette gouttière se trouve un canal à paroi mince, un véritable vaisseau marginal. La paroi de ce canal est plus ou moins complète. C'est une dépendance du tissu intermédiaire : on s'en assure en suivant l'organe jusqu'au pédoncule branchial, où on le voit se continuer avec les parois du vaisseau pédonculaire et avec la masse conjonctive générale du corps.

Si on l'examine près de la base de la lame, on constate que le vaisseau est une production complètement indépendante de l'épithélium chitino-gène et possède une paroi propre sur toute sa section.

Il n'en est pas de même partout. A quelque distance du pédoncule, on le voit perdre sa paroi propre, FIG. 35. Mais même alors, la voie marginale reste un tube complet, parce que les parois latérales de la lame intermédiaire, réduite à l'état de gouttière, viennent s'appliquer et s'attacher à la paroi épidermique au fond de la gouttière, FIG. 40.

Notons la disposition et la situation exacte du vaisseau complet ou incomplet dans la gouttière marginale. En certains points, il est libre de tout contact direct avec la paroi de celle-ci : à la base, là où il possède une paroi complète et constitue une production complètement autonome. Il est alors rattaché, comme suspendu, à la paroi de la gouttière marginale par des cellules isolées. Celles-ci ne lui appartiennent pas en propre. Ce sont de véritables piliers, c'est-à-dire des cellules de l'épiderme devenues saillantes par une de leurs extrémités, comme dans le plein des lames. Mais cette extrémité, au lieu de rencontrer la paroi opposée, rencontre le vaisseau marginal et s'y attache.

Du côté interne, la paroi du vaisseau marginal présente souvent un épaissement solide, dont la saillie s'engage plus ou moins loin dans la cavité de la branchie ou du limbe.

On l'y voit parfois former une lame assez longue occupant alors la même position que le plancher médian, qui forme le tissu intermédiaire chez l'*Asellus*, FIG. 35, *co'*.

D'autres fois, il n'existe sur le bord interne de ce vaisseau qu'un épaissement formé de cellules assez massives ; sa forme est ordinairement celle d'un V, dont les branches empiètent assez bien sur les parois latérales du canal, dont l'angle est dirigé vers la cavité du limbe. Mais cet épaissement peut aussi faire défaut, comme le montre la FIG. 35, *co*.

Souvent, on trouve aussi au même endroit, mais s'étendant parfois dans

la paroi latérale du vaisseau, quelques grosses cellules granuleuses d'un aspect qui rappelle certaines cellules du tissu intermédiaire, FIG. 40. Parmi ces cellules, il en est qui présentent une affinité spéciale pour les matières colorantes. Ce sont ces cellules qui produisent la ligne sombre qui, dans la FIG. 25, longe la zone marginale claire.

Enfin le vaisseau marginal présente encore une autre particularité à noter; elle est importante au point de vue physiologique. Ce sont des solutions de continuité qui établissent une communication entre sa cavité et la cavité sanguine générale de la lame.

1. L'une des voies qui font communiquer sa cavité avec celle des lames est située à son extrémité. Si on suit la série des sections qui l'entament transversalement, on voit tout à coup sa paroi cesser d'exister. Elle se termine irrégulièrement par des lambeaux, ainsi que le fait voir la FIG. 28.

2. Mais outre cette ouverture terminale béante, on y remarque des perforations assez larges, disséminées de distance en distance. Ce sont toujours des défauts d'attache de la gouttière intermédiaire à la paroi épidermique. Ces solutions de continuité existent généralement au même niveau à droite et à gauche; et alors la section du vaisseau prend l'aspect représenté dans la FIG. 35. D'autres fois, on n'en observe que sur un des côtés. On comprend aisément l'usage de l'ouverture terminale et des perforations échelonnées sur la longueur du canal marginal: ce sont les passages qui permettent au sang de sortir du vaisseau afférent et d'entrer dans le vaisseau efférent après avoir parcouru le labyrinthe branchial.

Notons encore que l'on trouve généralement une forte colonne formée de l'accolement de plusieurs piliers simples, au bord de la gouttière marginale, en dedans du vaisseau.

Nous reviendrons sur le canal marginal dans le paragraphe de nos *remarques et conclusions*, qui traite du tissu intermédiaire en général. Faisons toutefois remarquer dès à présent que l'apparition d'un véritable vaisseau à paroi bien constituée et complète, au moins à la base de la lame, est un des traits qui font de la branchie de la *Cirolana* un organe plus complexe, plus différencié, que celle de l'*Asellus*.

III.

Idotea tricuspidata.

A. NOMBRE ET DISPOSITION DES BRANCHIES.

Ce qui distingue surtout l'*Idotea* des espèces dont nous avons parlé jusque maintenant, c'est un caractère morphologique qui a été décrit par tous les auteurs qui se sont occupés de cette espèce : LEREBoullet et Duvernoy surtout.

Les lames branchiales sont protégées par deux opercules qui les enferment complètement. Les lames operculaires sont des modifications des uropodes. Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit sur le nombre et la disposition des lames branchiales chez les isopodes.

B. STRUCTURE DES LAMES.

a) Examen des lames à plat.

Forme.

Par leur forme, ces lames s'écartent quelque peu du type de la *Cirolana*. Elles sont en général plus allongées. Celles des premiers segments sont très étroites proportionnellement à leur longueur, FIG. 42, et, quoique ce caractère se maintienne dans toutes les lames, il s'atténue cependant au fur et à mesure que l'on s'approche du dernier segment.

Poils.

Nous retrouvons ici, avec des caractères sensiblement égaux, les poils des bords très allongés et les poils des surfaces signalés dans la *Cirolana*, FIG. 42. Nous pouvons dire la même chose des muscles de la base et des vaisseaux marginaux.

Piliers.

Il est facile de se rendre compte de la disposition des piliers en examinant les figures représentant ces lames. Nous les retrouvons disposés d'une manière analogue à celle que nous avons déjà signalée dans les autres espèces. Cependant par leur rapprochement les uns des autres et par leur groupement en séries linéaires parallèles, FIG. 43, 45, plus accentuées encore que dans la *Cirolana*, ils déterminent des *voies transversales* plus régulières et mieux définies.

Tissu intermédiaire.

Déjà très développé dans l'*Asellus*, ce tissu acquiert ici une importance beaucoup plus grande. On peut dire, en thèse générale, qu'il existe dans toute l'étendue de l'organe sous la forme d'un plancher plus ou moins épais, qui divise la cavité branchiale interne en deux compartiments. Ce plancher est cependant interrompu en certains endroits.

1° Il est interrompu à l'endroit où les piliers le traversent. Il leur reste, en passant, intimement appliqué.

2° Il s'interrompt aussi au niveau de certaines des voies transverses dont nous venons de signaler l'existence.

Cette disposition est intéressante et mérite de nous arrêter un moment. Nous avons vu que, dans l'*Asellus*, la plaque de tissu intermédiaire très développée se prolonge sous la forme de lanières à l'intérieur du limbe branchial. Ici, ce tissu est encore beaucoup plus important. Il n'est guère interrompu que par des entailles transversales plus ou moins longues à l'endroit des voies transverses les plus apparentes. Nous prions le lecteur de porter son attention sur les FIG. 41, 44, 45. On y remarquera deux sortes de vaisseaux transversaux nettement marqués.

Les premiers commencent aux canaux marginaux, dans lesquels ils s'abouchent immédiatement, FIG. 41, 45, c.

Les autres ne sont pas en relation immédiate avec ces canaux marginaux. Ils commencent dans l'intérieur du limbe, se poursuivent sur une certaine longueur, *c'*, puis semblent se perdre. C'est au niveau de ces voies transverses bien apparentes que le tissu intermédiaire est coupé. Aux autres niveaux, il subsiste, mais il n'intercepte pas totalement la circulation. Nous savons, en effet, que ce tissu divise la cavité branchiale en deux compartiments superposés.

Par conséquent, le sang peut, à l'endroit où le tissu intermédiaire subsiste, continuer à circuler entre ce tissu et la paroi branchiale. C'est par cette voie que les divers vaisseaux principaux communiquent entre eux.

La FIG. 44 représente deux des vaisseaux principaux au point où ils cessent d'exister. On y voit le tissu intermédiaire d'un endopodite reparaître, *Ti*. Il est évident qu'au moment où le torrent sanguin rencontre une telle production, il se divise en deux jets. L'un d'eux s'en va longer la paroi de la lamelle supérieure, l'autre celle de la lamelle inférieure.

Les deux jets sanguins ainsi divisés pourront se rejoindre au moment où, au niveau d'un autre vaisseau principal, le tissu intermédiaire est de nouveau interrompu.

3° Enfin le tissu intermédiaire cesse totalement d'exister au bord distal de la lame branchiale. Ce fait n'est pas nouveau : nous l'avons déjà signalé dans l'*Asellus* et nous l'avons retrouvé dans la *Cirolana*.

On pourra voir sur la FIG. 41 une zone claire longeant le bord externe, *Zc*, ou le vaisseau efférent de la lame. On pourrait croire qu'à cet endroit aussi le tissu intermédiaire subit une solution de continuité, comme c'est le cas dans l'*Asellus*. Il n'en est rien. Le tissu existe en cet endroit, mais il y est réduit à une minceur extrême.

Remarques.

1° Le tissu intermédiaire est beaucoup plus abondant dans les lames des premiers segments. Nous avons vu que ces lames sont très allongées et richement pourvues de poils. Nous n'y observons pas non plus les canaux bien délimités dont nous venons de parler. En somme, ces lames se présentent plutôt comme des agitateurs que comme de véritables lames respiratoires.

2° On remarquera aussi sur les figures des cellules pigmentaires, à ramifications, FIG. 41 et 42, *cp*, 44 et 45. Elles ne présentent dans les branchies aucun caractère spécial.

b) Examen des coupes.

On n'observe pas dans l'*Idotea* des différences très remarquables entre la lame interne et la lame externe.

De plus, la structure de ces lames se rapproche beaucoup de celle que nous avons signalée dans la zone protectrice de la lame externe de l'*Asellus*.

Nous y retrouvons les mêmes particularités caractéristiques :

1. Deux lamelles remarquables par l'extrême ténuité de leurs parties constitutives, cuticule et épithélium matrice.
2. Des piliers dont la constitution rappelle à s'y méprendre celle de la zone protectrice de la lame externe dans l'*Asellus*.
3. Un tissu intermédiaire de structure analogue à celle du même tissu dans l'*Asellus*, mais dont la disposition aux environs des vaisseaux marginaux est presque identique à celle qu'il prend dans la *Cirolana*.

1. Lamelles.

La *cuticule*, comme nous le disions dans la proposition générale, est extrêmement mince, FIG. 46 à 50. Ce n'est que vers le bord marginal qu'elle s'épaissit comme dans la *Cirolana*.

On est tenté de dire que la *couche épithéliale* est presque nulle, tant elle est mince. On ne découvre de véritables cellules appartenant à ce tissu que sur le bord des vaisseaux marginaux au-dessous de la partie épaissie de la cuticule. Ailleurs, nous n'avons pu retrouver nulle part un noyau appartenant exclusivement à l'épiderme. Les noyaux sont accumulés dans les piliers.

2. Piliers.

Ceux-ci, comme il a été dit, ressemblent beaucoup à ceux de l'*Asellus*. On les trouve encore ici allongés et évasés. Ils comprennent à leurs bases des noyaux au nombre de deux ou trois, et leur corps renferme des filaments longitudinaux, épars, qui leur donnent un aspect strié. Cette striation longitudinale est surtout apparente dans la lame externe.

Dans la lame interne, elle est moins accusée; les piliers y sont plus larges et ont un aspect plus protoplasmatique. Il arrive que les lames sont très distantes et les piliers très allongés, mais il peut aussi se faire que la cavité interne diminue énormément par le rapprochement des deux lamelles. Dans ce cas, les piliers gagnent beaucoup en largeur, deviennent plus denses et plus réfringents.

Pas plus que chez l'*Asellus*, les filaments ne forment de faisceaux distincts, bien délimités du protoplasme ambiant. Les filaments parallèles y sont épars.

On doit pouvoir retrouver sur ces lames un carrelage analogue à celui que nous avons décrit dans l'*Asellus*. Nous y voyons en effet une disposition interne absolument analogue. Nous n'avons pas eu l'occasion de vérifier ce fait par des réductions, parce que nous n'avons eu qu'un petit nombre d'individus frais à notre disposition.

3. *Tissu intermédiaire.*

Le lecteur se rappellera la disposition générale de ce tissu dans la lame branchiale. Nous avons dit, en rendant compte de notre étude des lames à plat, qu'il y forme un plancher presque complet divisant la cavité branchiale en deux chambres : une supérieure et une inférieure. Cette disposition se remarque très bien sur les coupes, FIG. 46, 48 et 50.

Comme on le sait, ce plancher est interrompu :

1° *Par les piliers* qui passent à travers ce tissu. On remarque surtout la manière dont ce passage s'opère sur la FIG. 49. Le tissu intermédiaire s'arrête nettement à ces endroits pour livrer passage au corps du pilier.

Il faut remarquer cependant que pour observer nettement ce détail, il faut installer le microscope de telle sorte que le plan de l'image coupe exactement le pilier par son axe longitudinal. Quand ce plan passe au-dessus ou au-dessous du pilier, *Po'*, FIG. 49 et surtout 48, on dirait qu'en ce point les deux tissus se confondent.

2° *Au niveau des principaux canaux transverses.* On voit sur les coupes, FIG. 50, que ce tissu subit des interruptions assez larges à certains endroits. Ces interruptions sont les coupes transversales de ces voies transverses qui sont très apparentes dans les FIG. 41, 44, 45.

Les vaisseaux marginaux sont constitués d'une manière absolument analogue à ceux de la *Cirolana*. Nous n'insistons pas sur leur description et nous renvoyons le lecteur à ce que nous avons dit à l'occasion de cette dernière espèce.

Il faut cependant remarquer qu'on ne retrouve pas ici les grosses cellules qu'on observe à la base de la gouttière de la *Cirolana*. A cet endroit cependant, FIG. 40 et 50, surtout quand le tissu est coupé par une voie transverse, la paroi présente un épaissement qui affecte la forme d'un coin, dont la pointe est tournée vers l'intérieur de la cavité du limbe branchial.

IV et V.

Anilocra mediterranea

ET

Cymothoa (œstrum?).

A. NOMBRE ET DISPOSITION DES LAMES.

Nous n'avons rien à ajouter aux données que renferme le paragraphe traitant de la disposition et de la signification de l'appareil respiratoire chez les isopodes.

B. STRUCTURE DES LAMES.

a) Examen des lames à plat.

1. *Forme.*

Les lames des divers segments ne diffèrent pas sensiblement quant à leur forme.

Les FIG. 51 et 52 reproduisent deux spécimens de ces lames. Faisons remarquer que dans les deux espèces que nous décrivons les lames acquièrent un développement plus grand que dans les autres espèces.

De plus, contrairement à ce que nous avons observé dans l'*Idotea*, les lames des derniers segments présentent un développement moindre que celles des premiers. Cette modification est en rapport avec la forme que présente la partie abdominale dans ces espèces. L'abdomen, en effet, est ici relativement étroit, si on le compare à la largeur du thorax, et logerait difficilement un aussi grand nombre de lames. Si les dernières étaient aussi développées que les premières, celles-là devraient nécessairement déborder des deux côtés de l'abdomen et manqueraient alors de protection. — Cette réduction est surtout marquée dans la lame interne du dernier segment de l'*Anilocra*. Mais si cette lame a diminué de grandeur, sa surface d'oxygénation est restée sensiblement égale à celle des autres. Elle porte en effet sur sa face inférieure une série de replis ou d'évaginations de sa paroi, dans

lesquels le sang peut circuler. Ces replis sont au nombre de trois. Ils ont la forme de petites ampoules aplaties et allongées, disposées parallèlement à la longueur de la lame.

2. *Poils.*

On ne trouve pas, sur les bords des lames, les longs poils caractéristiques que nous avons signalés à diverses reprises.

On ne rencontre pas non plus de petits poils sur le plat de ces lames, mais on en trouve localisés vers les extrémités, sur tout le pourtour des lames.

Comme dans les espèces précédentes, les poils reçoivent des filets nerveux très importants qu'il est facile de remarquer dans la lame branchiale, FIG. 57, 76, 77. Le lecteur trouvera, dans notre chapitre sur l'innervation, la description détaillée de ces nerfs.

3. *Zones.*

Ce qui frappe à première vue dans les lames examinées à plat, c'est l'existence de deux zones bien distinctes : une zone sombre qui couvre la majeure partie du limbe de la lame, du côté afférent ; une zone claire courant le long de l'autre bord, FIG. 51.

Nous avons déjà eu l'occasion de signaler une particularité semblable dans les espèces déjà étudiées, spécialement dans l'*Asellus*.

Ce qu'il est intéressant de noter ici, c'est que les causes déterminant ce phénomène varient beaucoup dans les différentes espèces. Dans les unes (*Asellus*), il est produit par la présence, dans la zone sombre, d'un tissu intermédiaire qu'on ne trouve pas dans la zone claire.

Dans l'*Idotea*, il est dû à la réduction simultanée du tissu intermédiaire et de la couche épithéliale dans la partie que couvre la zone claire. Dans la *Cirolana*, il provient presque exclusivement de la différence d'épaisseur de l'épiderme dans les deux régions.

Un coup d'œil jeté sur nos figures fera saisir immédiatement ce que nous avançons. Une disposition aussi constante, obtenue par des facteurs anatomiques aussi divers, doit évidemment trouver sa raison d'être dans une fonction physiologique. Nous reviendrons sur ce point dans le chapitre : *Remarques et conclusions*.

4. *Disposition des piliers.*

Les piliers affectent une disposition assez régulière déterminant des voies transverses. Cependant, cette disposition est loin d'être aussi accentuée que dans l'*Idotea*.

5. *Structure ou constitution.*

Ici les piliers sont des colonnes assez épaisses formées d'un faisceau d'éléments homologues aux piliers simples bicellulaires de l'*Asellus*. Chacun des éléments de cette colonne contient des fibrilles parallèles; mais, tandis que chez l'*Asellus* elles sont éparses dans tout le cytoplasme, ici elles sont réunies en un faisceau assez bien individualisé. En outre, chaque faisceau paraît imprégné d'une substance homogène, assez dense et contenant assez bien de matières colorantes.

Il apparaît donc dans le pilier vu en section optique comme une production distincte. Toutefois les limites en sont bien moins marquées et les réactions moins nettes que celles des faisceaux admirables de la *Cirolana*. Son étude demande plus d'attention. Son individualisation est pourtant bien réelle et sa substance paraît distincte du cytoplasme ordinaire qui l'entoure aussi bien sur les lames internes vues à plat que sur leurs sections.

Appelons l'attention du lecteur sur divers aspects de ces piliers que nous avons tâché de retracer dans nos figures et qui lui donneront une idée plus complète de leur structure.

La FIG. 55 montre une portion de lame simplement étendue sur le slide : on y remarque un carrelage formé de petites surfaces polygonales bien nettes. Ce carrelage s'observe mieux encore sur les cuticules dénudées de leur épithélium, que l'on peut obtenir à l'aide d'une manipulation un peu adroite, FIG. 56.

Dans ce carrelage général, on remarque des îlots formés de mailles ou polygones plus petits. Quelle est la signification de ce dessin cuticulaire? Le lecteur y a déjà reconnu l'empreinte des cellules épidermiques. Et quant aux îlots de polygones plus petits, ils correspondent aux piliers ou colonnes.

Dans la FIG. 55, où la surface est mise au point, on aperçoit, dans la profondeur et sous un grossissement plus fort, la section optique des cellules constituant la colonne et correspondant aux petits polygones superficiels. On y voit en *c* la section optique des faisceaux fibrillaires incrustés de leur substance réfringente et plus colorée que le reste du pilier.

Les mêmes détails se constatent dans la FIG. 57, qui représente l'aspect d'un plan inférieur à celui de la figure précédente. On y voit la section op-

tique de la portion moyenne du pilier, qui est entouré de tous côtés par les cavités sanguines.

Notez dans la section optique des faisceaux une infinité de points. Ce sont les sections des filaments, qui constituent la trame de ces colonnettes. On voit mieux ces filaments en long dans la FIG. 38, qui représente la coupe d'un pilier.

*Remarques sur l'aspect des cellules épidermiques
examinées superficiellement.*

Entre les piliers, FIG. 55, on trouve des champs polygonaux correspondant au tracé des cellules épidermiques. Ces champs se présentent ici avec un caractère particulièrement intéressant et tout spécial, croyons-nous, à l'*Anilocra*. Nous ne l'avons, du moins, pas observé dans la *Cymothoa*.

On se rappelle avec quelle difficulté nous sommes parvenu à retrouver les limites cellulaires dans la zone respiratoire de l'*Asellus*. Dans l'*Anilocra* au contraire, ces limites se détachent immédiatement dès qu'on fait usage d'objectifs peu puissants. Mais si l'on observe ces mêmes objets à l'aide de grossissements plus puissants, on se heurte de nouveau à une foule de difficultés d'interprétation.

On a souvent sous les yeux l'aspect figuré en *pi* dans les FIG. 54 et 55, et qui rappelle le dessin des auteurs, qui ont traité la question du mode d'union des cellules et des *ponts intercellulaires*. On voit, en effet, les cellules entourées d'une bande assez large traversée par une infinité de filaments parallèles, qui paraissent passer d'une cellule à l'autre. Souvent, ces bandes de filaments semblent traversées sur toute leur longueur par une ligne ponctuée, qui apparaît comme la membrane cellulaire. Ces filaments présentent des particularités curieuses de structure et de disposition que nous nous réservons de publier ailleurs. Leur description ne rentre pas bien dans le cadre de ce travail.

Disons toutefois que nous avons pu nous assurer que toutes ces productions filamenteuses sont superficielles, immédiatement accolées à la surface interne de la cuticule et d'une minceur extrême. Il n'en apparaît rien sur les coupes.

b) Examen des coupes.

Remarque. Un trait caractéristique des lames branchiales de la *Cymothoa*, c'est la forme qu'elles affectent dans les coupes. Les FIG. 60 et 61

nous représentent en effet des lames courbes. Cette courbure se retrouve sur toutes les coupes qui passent vers le milieu du limbe branchial. Les lames sont bombées du côté inférieur et s'emboîtent les uns dans les autres.

1. *Lamelles.*

Les deux lamelles branchiales que nous avons signalées partout sont sensiblement égales et semblables dans les deux espèces que nous étudions, FIG. 59 et 60. Il n'y a de nouveau à signaler ici qu'une exception, et cela encore dans la *Cymothoa*. Dans l'opercule, la lamelle externe est beaucoup plus épaisse que la lamelle interne, FIG. 61. Nous y revenons d'ailleurs plus loin.

Cuticule.

Les lamelles sont composées d'une cuticule et d'une couche cellulaire matrice hypodermique. La cuticule est, en général, très mince, tant dans l'*Anilocra* que dans la *Cymothoa*, FIG. 58, 59, 64. Dans l'opercule, FIG. 61, de la *Cymothoa*, on trouve encore une exception remarquable. On y observe, en effet, une cuticule extraordinairement développée.

La *Cymothoa*, à laquelle la majeure partie de nos coupes sont empruntées, a été fixée à l'époque de la mue. On sait que la cuticule des crustacés est très intéressante à observer à cette époque. L'ancienne cuticule, très grosse, *Cu'*, vient de se détacher de l'opercule figuré en 61. Elle reste encore adhérente au bord interne en *c''*. C'est là surtout qu'il est possible de voir que la cuticule se détache de la nouvelle par une sorte de clivage. Ce clivage est déjà plus avancé à l'intérieur du limbe branchial en *Cu'*.

Remarquons à cet endroit l'épaisseur extraordinaire de cette cuticule. Elle s'observe sur toute la coupe de l'opercule aux environs du bord interne de la lamelle inférieure. On observe une disposition analogue sur la lamelle inférieure de l'exopodite figuré en 62.

Arrêtons-nous un moment à l'examen de la structure intime de ces belles cuticules de nouvelle formation. Nous n'avons pas pu résister au plaisir de dessiner les détails remarquables qu'on y observe. La FIG. 63 représente quelques cellules prises à la chambre claire avec l'objectif apochromatique à immersion homogène muni de l'oculaire 12. On observe sur la cuticule une puissante striation transversale. Elle est due à des filaments en continuité directe avec ceux du corps cellulaire des cellules sous-jacentes.

Ces filaments se continuent d'une manière non interrompue depuis la base de la cuticule jusqu'à sa surface externe.

Les filaments sont noueux et, comme les nodosités se rencontrent toutes à la même hauteur, une observation superficielle ferait croire à l'existence de couches brillantes superposées, séparées par des couches plus sombres. A l'endroit où la cuticule touche à la couche matrice, les derniers épaisissements des filaments cuticulaires sont plus apparents et plus réguliers.

Nous avons retrouvé la même structure cuticulaire dans des cuticules plus minces, mais aussi de nouvelle formation, sur une coupe d'une lame où l'approche de la mue est aussi très évidente, FIG. 64 et 67. On voit bien ici que la lame, quand elle sera dégagée de l'enveloppe de son ancienne cuticule, *Cu'*, sera beaucoup plus grande, quand tous les plis qu'y présente la cuticule *Cu* de nouvelle formation se seront effacés. La branchie dépliée gagnera tout à coup en dimension, comme c'est du reste le cas pour le corps entier.

Épithélium.

Il se présente aussi avec quelques caractères dignes d'attirer notre attention. Nous insistons ici sur la particularité dont nous avons déjà parlé dans l'examen à plat. Dans la moitié du limbe branchial qui se trouve du côté du canal afférent, cet épithélium est beaucoup plus fort. Il s'y présente sous la forme d'un épithélium cylindrique, FIG. 61, 64, *Hy*, tandis que dans l'autre moitié on observe un épithélium pavimenteux, FIG. 61, *Hy*.

On pourrait nous dire que la hauteur de cet épithélium matrice se trouve en relation directe avec l'épaisseur de la cuticule qu'il doit produire. Mais si cette disposition semble répondre à la réalité dans l'opercule de la FIG. 61, le même fait ne se présente plus dans les lames des FIG. 58, 59, 64 et 67, où la cuticule est partout très mince, cas général dans cette espèce, quoique l'épithélium matrice varie beaucoup d'épaisseur. Ce dernier fait s'observe surtout dans la FIG. 60, où l'épithélium cylindrique est couvert de la même cuticule que l'épithélium pavimenteux.

Et ce qui achève de renverser complètement cette manière de voir, c'est que dans l'exopodite de la FIG. 62 nous trouvons un épithélium pavimenteux qui, du côté externe, donne naissance à la forte cuticule *Cu'* et, du côté interne, à la cuticule normale, *Cu*.

Nous avons donc raison de penser que cette différence si remarquable d'épaisseur entre l'épithélium avoisinant le canal afférent et celui qui se trouve dans l'autre moitié de la lame doit avoir sa raison d'être dans une fonction physiologique spéciale, et non dans un rapport entre sa puissance et celle de la cuticule qu'il engendre.

2. Piliers.

Nous avons déjà vu dans l'étude de la lame à plat que les piliers, dans les deux espèces qui nous occupent, sont formés d'un certain nombre de cellules juxtaposées. Quand les coupes passent à l'endroit d'un de ces piliers, ce qui est très souvent le cas, parce qu'ils sont très nombreux, nous nous trouvons en présence d'un aspect qui s'éloigne sensiblement de celui qui a été décrit dans les diverses formes étudiées jusqu'à présent.

Pour l'intelligence de ce qui va suivre, nous séparons ici les deux espèces.

Anilocra.

Nous décrirons d'abord l'*Anilocra*, nous réservant de signaler ensuite les différences qu'on observe entre ses piliers et ceux de la *Cymothoa*.

Prenons la FIG. 58 comme type de la structure des piliers dans l'*Anilocra* et considérons-y le faisceau cc_1 qui occupe sensiblement le centre de ce pilier. On voit que ce faisceau est formé d'un grand nombre de filaments plus ou moins variés, qui sont attachés de part et d'autre à la cuticule des deux lamelles branchiales.

Contre ce faisceau, du côté de c , on trouve le noyau n qui est plongé dans un protoplasme granuleux ordinaire. De même, tout contre le même faisceau du côté de c_1 , on trouve le noyau n' également entouré d'un protoplasme ordinaire.

Au milieu du faisceau central, on voit que les épaissements ou varicosités des filaments sont plus nombreux et plus réguliers. On croirait avoir affaire à une plaque cellulaire.

De côté, le faisceau central cc_1 est séparé des faisceaux qui occupent une position excentrique, c' , c'' , par un fin pointillé qui représente la membrane m séparant latéralement les diverses cellules qui constituent le pilier. Cette membrane se présentera toujours sous la forme d'un pointillé, chaque fois que la coupe passe bien exactement suivant l'axe du pilier.

Quand, au contraire, la coupe, au lieu de passer par l'axe d'un des faisceaux, ne fait qu'effleurer sa surface latérale, on voit que le pointillé de la membrane correspond à la coupe transversale de filaments circulaires qui entourent le faisceau et le noyau, comme pour les tenir plus intimement unis.

Ce fait s'observe sur les cellules *c'c'*, mais est surtout évident en *c''*.

Cymothoa.

Ce qui distingue surtout la *Cymothoa* de l'*Anilocra*, c'est la réfringence toute caractéristique des faisceaux des piliers et la disparition de toute apparence de plaque cellulaire. La FIG. 66 reproduit très fidèlement l'aspect d'un de ces piliers. Les faisceaux s'y montrent plus nombreux et si denses qu'il a été impossible d'y retrouver les noyaux si évidents dans l'*Anilocra*.

C'est surtout quand les lamelles branchiales sont rapprochées que les piliers apparaissent avec une densité vraiment remarquable.

Quand les lames sont plus éloignées et les faisceaux par conséquent plus minces et plus allongés, ces derniers perdent beaucoup de leur aspect brillant et les fibrilles peuvent plus facilement s'observer, FIG. 67. Dans ce cas aussi, les noyaux se retrouvent aisément. Nous reviendrons sur ce dernier fait dans notre chapitre *Remarques et conclusions*.

3. *Tissu intermédiaire.*

Dans les deux espèces qui nous occupent en ce moment, le tissu intermédiaire a une position qui rappelle celle de ce même tissu dans l'*Asellus*. Comme dans cette espèce, ce tissu est très abondant, surtout à la base de l'organe, c'est-à-dire aux environs du pédoncule.

Cependant, il s'écarte sensiblement de cette espèce, par ce fait qu'il s'introduit dans la gouttière marginale de manière à la transformer, du moins sur une partie de son trajet, en un véritable vaisseau. Cette dernière particularité rapproche l'*Anilocra* et la *Cymothoa* de la *Cirolana*.

Comme nous avons longuement insisté sur la nature et la disposition de ce tissu, nous nous bornerons ici à renvoyer le lecteur à nos figures et à leur explication, — il s'y retrouvera sans peine, — et à présenter les remarques suivantes.

Cymothoa.

Disposition. A la base de la lame branchiale, le tissu intermédiaire est en continuité avec le tissu conjonctif général de l'animal. Il en affecte absolument la forme, FIG. 65.

Cependant, déjà à cet endroit, on voit apparaître des massifs de grosses cellules de forme et d'aspect tout spéciaux, qui sont analogues à celles qui constituent la grande masse du tissu intermédiaire un peu plus bas dans la branchie. On voit, qu'à cet endroit comme dans le pédoncule lui-même, le tissu limite nettement les voies sanguines et constitue ainsi un vrai vaisseau marginal.

Un peu plus bas, le tissu devient déjà moins important et nous le voyons disparaître complètement du côté efférent, FIG. 60, 61, 64. Du côté du vaisseau afférent, il prend une disposition analogue à celle de la *Cirolana*. Tantôt le vaisseau est complet, FIG. 64; d'autres fois, au contraire, et c'est le cas le plus général, il ne subsiste que du côté interne et y constitue une gouttière dont l'ouverture est tournée vers l'extérieur, FIG. 61. A mesure que l'on s'approche du bord distal, le tissu intermédiaire diminue rapidement d'importance et disparaît bientôt complètement.

Structure. Quant à sa structure, ce tissu, comme nous l'avons dit dans notre proposition générale, s'écarte un peu de ce que nous avons vu jusqu'à présent. La FIG. 62 nous le montre composé de deux parties distinctes. L'une, partie *Ti*, est formée de grosses cellules disposées en amas de deux à trois. Elles sont granuleuses et peu différenciées. Nous les rapprochons des cellules que nous avons signalées au bord du vaisseau marginal dans la *Cirolana*.

L'autre, partie *Ti'*, a absolument l'apparence d'un tissu conjonctif ordinaire. Nous croyons cependant pouvoir rapprocher ce tissu des cellules granuleuses dont nous avons parlé tantôt. Il constitue une modification plus ou moins profonde de ces dernières. Il est facile de retrouver dans la FIG. 65 les mêmes formations. On y observe deux massifs de cellules granuleuses, le reste est du tissu conjonctif ordinaire.

Anilocra.

Dans cette espèce, le tissu intermédiaire est très peu développé. Il existe aux mêmes endroits que dans la *Cymothoa*, à la base de la lame branchiale, mais disparaît beaucoup plus vite. On en retrouve cependant des traces le long des filaments nerveux. Les divers croquis de la FIG. 75 montrent en *Ti* de nombreuses cellules granuleuses analogues à celles du premier type de la *Cymothoa*.

En résumé, dans ces deux espèces, on note comme traits les plus saillants les points suivants :

1° Les piliers sont des colonnes formées d'éléments bicellulaires simples, accolés entre eux. Chacun de ces piliers contient un faisceau analogue à celui que contient un seul des piliers de la *Cirolana*. Mais ici ces faisceaux sont moins nets et moins puissants.

2° Le tissu intermédiaire de la base de la branchie est, d'une façon générale, moins abondant, moins puissant que chez l'*Asellus*. Il est un peu plus développé chez la *Cymothoa* que chez la *Cirolana*.

Quant à sa constitution dans la gouttière marginale, on peut dire qu'il ne forme pas un vaisseau marginal proprement dit dans la gouttière efférente.

Au contraire, dans la gouttière afférente, il constitue au sang une voie tubulaire semblable à celle de la *Cirolana*. Ce vaisseau marginal afférent est peut-être constitué sur une moindre longueur que dans cette dernière; mais la portion qui y existe est plus autonome, elle forme du côté distal une gouttière plus fermée et du côté proximal un tube complet plus long même que chez la *Cirolana*. Ajoutons que chez la *Cymothoa*, ce vaisseau est même entouré d'une masse compacte de tissu intermédiaire analogue à celui du système conjonctif du corps.

Innervation des lames branchiales.

Nous n'avons trouvé chez les auteurs aucune indication sur l'innervation des appendices branchiaux.

Nous savons pourtant aujourd'hui que les lames branchiales, loin d'être privées de nerfs, en sont, au contraire, richement pourvues, et leur étude offre à l'histologiste un champ très vaste et très intéressant.

Nous avons trouvé des nerfs dans tous les types de branchies des isopodes, et nous exposerons, dans un paragraphe spécial, ce qu'une étude minutieuse nous a révélé à leur sujet.

C'est dans les lames montées à plat que nous avons découvert, tout au début de nos recherches, des filaments ramifiés présentant l'aspect de nerfs.

Tout d'abord, il nous restait un certain doute au sujet de leur véritable nature, parce que nous les trouvions plongés dans le tissu intermédiaire, dont, à ce moment, nous n'avions encore débrouillé ni la structure ni la signification.

Notre première pensée fut alors d'appliquer aux branchies la méthode de GOLGI, si précieuse pour l'étude des nerfs en général.

Mais, quiconque a pratiqué cette méthode, en connaît les caprices et sait à quelle somme de travail, réellement peu intéressant et bien fastidieux, il faut s'astreindre pour en obtenir de bons effets.

On est d'accord pour reconnaître que ce n'est pas en variant les formules d'une façon ingénieuse qu'on a le plus de chance de réussir, mais bien en faisant d'innombrables essais, dans lesquels on fait varier la durée de l'action du liquide, et que l'on fait porter aussi sur des animaux d'âge divers, tout en conservant toujours la même formule.

Tout innombrables qu'ils sont, nos essais ne nous ont donné, jusqu'ici, que d'assez maigres résultats.

Toutefois, l'examen des quelques fibres que nous a révélées la méthode au chromate d'argent, nous a été d'une grande utilité : ces fibres occupaient la place de celles que nous découvrions par d'autres méthodes, et leur réduction confirmait, d'une façon irréfutable, notre manière de voir au sujet de leur nature nerveuse.

C'est principalement grâce à des réductions au chlorure d'or, par les méthodes de LÖWIT, de VIALLANES, et surtout de RANVIER, que nous sommes parvenu à suivre l'arborisation nerveuse depuis son entrée dans l'organe jusqu'à ses terminaisons.

L'usage de l'acide nitrique et de l'acide acétique nous a aussi rendu de grands services.

1. *Description du trajet du nerf.*

Le nerf branchial entre toujours dans la lame respiratoire aux environs du muscle que nous avons signalé à la base de ces lames, à leur union avec le pédoncule, FIG. 71.

Dans les branchies où nous avons décrit un tissu intermédiaire, c'est toujours sur le bord de ces tissus que l'on trouve les gros troncs nerveux. Dans l'*Asellus*, ce tissu accompagne, sur une certaine longueur et sous la forme de branches plus ou moins finement découpées, les premières ramifications de ces nerfs.

Dans les branchies où le tissu intermédiaire n'est représenté que par des massifs très peu développés, comme dans l'*Anilocra*, c'est encore dans les environs des troncs nerveux que l'on trouve ces massifs, FIG. 75.

Après avoir traversé ce muscle, puis l'avoir longé, le nerf se divise, presque toujours, en deux troncs. Ces derniers sont, ou bien sensiblement égaux, ou bien très inégaux.

Troncs égaux.

Le premier de ces deux cas se trouve, entre autres, réalisé dans l'*Asellus* et l'*Anilocra*.

Dans ce cas, les deux premiers troncs dichotomiques prennent une direction diamétralement opposée. Il arrive parfois qu'ils vont longer les deux gouttières marginales à leur bord interne. Ce cas a été observé assez fréquemment chez l'*Asellus* et parfois aussi chez l'*Anilocra*.

D'autres fois, et ces cas sont plus nombreux, on observe ces troncs non loin de ces gouttières, quoiqu'ils ne soient pas en relation immédiate avec elles.

Troncs inégaux.

Dans le second cas, les premiers troncs formés au sortir du muscle sont très inégaux; on peut dire qu'il n'y a qu'un tronc principal; les autres n'en sont que des branches collatérales. Ce dernier cas se trouve réalisé dans la *Cirolana*, FIG. 71.

Les troncs dont nous venons de parler donnent naissance, après leur séparation, à un grand nombre de branches. Nos FIG. 69 et 71 reproduisent les principales de ces ramifications prises à la chambre claire, à l'aide de l'objectif apochromatique à immersion homogène muni de l'oc. 2. Ces figures ont été beaucoup réduites.

Dans l'*Asellus* et la *Cirolana*, les rameaux secondaires sont à peu près droits. Ils s'infléchissent à peine pour aller toujours passer entre, ou tout contre, ou à une très faible distance des piliers.

Dans l'*Anilocra*, les rameaux se comportent d'une façon sensiblement différente. Les filets nerveux, très forts et très visibles dans cette espèce, au lieu de suivre une ligne droite et d'émettre des ramifications sur leur trajet, courent de droite et de gauche, suivant presque constamment les lacunes plus ou moins régularisées par l'ordonnance des piliers.

Nous avons tâché, dans la FIG. 76, de donner une idée de cette disposition en reproduisant un de ces coudes.

Il est possible, sur ces figures, de poursuivre quelques rameaux jusqu'à leur terminaison et de les voir serpenter entre les piliers.

Leurs ramifications se terminent en trois endroits différents :

- 1° dans les grands poils marginaux,
- 2° dans les petits poils de surface, et
- 3° fait plus remarquable et tout à fait nouveau, dans les piliers eux-mêmes.

Mais, avant de passer à cette partie très délicate de l'innervation, nous sommes obligé de dire un mot de la structure intime de ces nerfs.

2. Structure des nerfs.

Nerfs. Quand on examine les nerfs branchiaux à l'aide des instruments les plus puissants dont on dispose actuellement, on les voit constamment formés d'un nombre plus ou moins grand de filaments très grêles et granuleux, disposés parallèlement. Ce sont, sans aucun doute, les prolongements cylindraxiles de neurones centraux et périphériques.

Leur aspect est absolument caractéristique et on ne saurait s'y tromper, surtout quand on en a examiné et réexaminé, comme nous l'avons fait, un grand nombre et cela dans des espèces fort différentes. C'est surtout dans l'*Anilocra* qu'on en reconnaît aisément la nature nerveuse. Nos FIG. 55 et 57 donnent une image assez fidèle d'un tronçon de nerf.

Mais, même dans cette espèce, les plus fines ramifications, sont souvent difficiles à observer, et il est même des cas, notamment quand ces ramifications sont réduites à une seule fibrille nerveuse, où il est impossible de les poursuivre longtemps.

Névrilemme. On voit souvent, sur le trajet de ces nerfs, un certain nombre de noyaux très aplatis et appliqués à leur surface, FIG. 77. Il nous semble hors de doute que ce sont là les noyaux des cellules du névrilemme, si tant est qu'on puisse appliquer ce terme aux nerfs des invertébrés.

Le plus souvent, ces cellules sont peu nombreuses et, dans ce cas, on ne voit qu'un nombre restreint de noyaux appliqués, de distance en distance, contre les fibrilles nerveuses, FIG. 57, 73 et 77.

Ce ne sont pas seulement les troncs relativement gros qui sont pourvus du névrilemme en question, les rameaux, et même des ramifications déjà très fines, en présentent parfois aussi.

VOM RATH (1), dans les divers travaux qu'il a publiés sur les nerfs des arthropodes, a signalé des productions absolument analogues. Nous sommes

(1) VOM RATH : Zeitschr. f. wiss. Zool., 1895.

surtout frappé de l'identité d'aspect de nos nerfs et de ceux qu'il décrit et figure dans son travail : « Ueber den feineren Bau der Drüsenzellen des Kopfes von *Anilocra mediterranea* ». Nos nerfs de l'*Anilocra*, FIG. 77, ont absolument l'aspect de ceux de la fig. 1 de ce travail. Cette figure est prise dans la tête du même animal.

Cellules nerveuses. Il est parfois très difficile de distinguer les cellules du névrilemme d'autres productions qu'on trouve, deci et delà, sur le trajet des filets nerveux. Ce sont des amas formés d'un certain nombre de cellules, qui présentent l'aspect de cellules nerveuses. Les ramifications nerveuses les traversent parfois.

Ces amas se trouvent toujours non loin des poils. Dans la figure d'ensemble de la *Cirolana*, on en voit un grand nombre. A cause de l'échelle très réduite de cette figure, il a été impossible d'y reproduire aucun détail. Mais les FIG. 70, 72, 73 et 74 représentent ces amas, comme ils se voient à l'apochromatique à immersion homogène avec les oculaires 4 et 8 de ZEISS.

C'est dans la *Cirolana* que ces amas cellulaires s'observent avec le moins de difficulté. Ils sont parfois composés d'un assez grand nombre de cellules. La FIG. 73 est prise aux environs du bord postérieur des lames. On remarque un grand nombre de noyaux dans chacun de ces amas. Ces noyaux sont entourés d'un protoplasme granuleux et fibrillaire.

Dans les amas moins complexes, FIG. 72, nous croyons même être parvenu à délimiter les territoires cellulaires et nous pensons avoir reconnu des cellules bipolaires.

Dans l'*Asellus*, FIG. 70, nous avons trouvé une figure analogue.

Nous considérons ces éléments comme nerveux et nous croyons qu'ils ne sont autre chose que les cellules périphériques que VOM RATH a découvertes dans les nerfs qui aboutissent à des poils sensitifs chez divers crustacés. Nous reviendrons sur ce point.

3. Terminaisons nerveuses.

Comme nous l'avons dit plus haut, si l'on étudie attentivement les ramifications nerveuses des branchies, on reconnaît que leurs branches terminales aboutissent à trois espèces d'appareils : 1° les poils marginaux; 2° les poils de surface; 3° les piliers.

1° *Dans les poils.*

Nous avons déjà distingué, dans la description de l'*Asellus* et de la *Cirolana*, deux sortes de poils : les poils longs et plumeux qui se trouvent sur le bord de la lame, et les poils courts ou piquants qu'on rencontre en nombre variable sur les plats.

a) *Poils plumeux des bords ou poils marginaux.* Ces poils reçoivent constamment des fibrilles nerveuses par leur base. Ces fibrilles se poursuivent bien loin dans le poil et nous en avons vu se prolonger jusqu'à leur sommet.

Si on les poursuit en dessous du poil, on les voit descendre dans la branchie, contourner le vaisseau marginal en restant toujours appliquées contre l'épiderme, pénétrer encore un peu plus profondément dans l'organe, et aller se perdre dans un des amas nerveux qui sont très nombreux dans cette région, FIG. 71.

On observera ici que ces amas se trouvent très souvent aux environs des piliers. C'est au moins le cas pour la *Cirolana*, FIG. 73 et 74. Nous n'oserions cependant pas donner à ce fait le caractère d'une loi générale, d'autant plus que nous n'avons pas observé la même particularité dans d'autres espèces, p. ex. dans l'*Asellus*, FIG. 69 et 70. D'ailleurs, nous ne voyons quelle pourrait être l'explication d'une telle disposition.

Comment les fibrilles nerveuses, qui viennent des poils, se comportent-elles dans les amas nerveux dont nous venons de parler?

Nous sommes obligé, jusqu'à présent, de nous contenter de conjectures à ce sujet. Il est bien vrai, comme nous l'avons dit, qu'il y a des cellules nerveuses de ces amas, qui nous apparaissent comme des cellules bipolaires; mais nous n'avons pas pu poursuivre ni leur prolongement distal jusqu'au sommet des poils, ni leur prolongement proximal jusqu'au ganglion central. C'est pourquoi nous préférons attendre le résultat de nouvelles réductions pour nous exprimer d'une façon plus catégorique.

Mais, s'il est vrai que les arguments positifs nous manquent à ce sujet, nous avons cependant, pour considérer la chose ainsi, un argument d'analogie qui ne nous paraît pas dénué de valeur.

CLAUS, VOM RATH, RETZIUS, RINA MONTI et EMIL HOLMGREN ont décrit une disposition analogue pour les poils qui garnissent d'autres parties de ces mêmes crustacés, ainsi que d'autres crustacés, des insectes et des arachnides.

VOM RATH dit en effet que bien souvent, à la base des poils, on trouve, outre les cellules de l'épiderme, une assise de cellules nerveuses. Contrairement à ce que dit CLAUS (1), qui regarde ces cellules comme des cellules ganglionnaires, il pense « que ce sont des cellules nerveuses, sensibles, » bipolaires, dont le prolongement distal (protoplasmatique) s'engage dans » la base du poil, tandis que le prolongement proximal (nerveux) entre dans » le nerf pour aller jusqu'au ganglion correspondant de la chaîne ganglionnaire (2) ».

Dans un premier travail, RETZIUS (3) prétendait « qu'il n'y a pas de » ganglions et que les filaments nerveux vont directement aux poils. Ce » qui semble être des ganglions nerveux ne serait que des cellules de la » gaine de névrilemme. »

Il interprète de même certaines cellules qui semblent parfois être des cellules terminales. Cependant, dans la suite, et surtout dans son travail intitulé *Das sensible Nervensystem der Crustaceen* (4), après des réductions à la méthode de GOLGI, il a complètement modifié l'opinion primitive qu'il s'était faite à la suite de l'examen de préparations au bleu de méthylène. Ce savant partage, depuis ce moment, l'avis de VOM RATH.

C'est d'ailleurs aussi l'opinion d'autres savants distingués, RINA MONTI (5) et EMIL HOLMGREN (6).

Ce qui semble, à première vue, nous séparer de ces auteurs, c'est le fait que nos amas nerveux sont fort distants des poils, surtout des longs poils des bords. Mais remarquons que les auteurs mentionnés plus haut, et principalement VOM RATH, ont parfois aussi trouvé ces cellules nerveuses à une grande distance de l'épithélium.

b) *Poils courts de surface.* Quand on examine attentivement la base de ces poils trapus, on y voit toujours aboutir un filament nerveux. Si on poursuit ce dernier du côté interne, on le voit presque immédiatement se perdre dans un des amas nerveux dont nous avons déjà parlé. C'est le cas pour les poils *p* de la FIG. 74, et *p*, *p'*, *p''* de la FIG. 73.

Dans la FIG. 74, le filet nerveux, après avoir quitté le poil qui se trouve sur la face supérieure de la lame, descend à travers l'épiderme et vient se

(1) CLAUS : Zeitschr. f. wiss. Zool., 1876.

(2) VOM RATH : Zool. Anz., 1896.

(3) RETZIUS : Biol. Unters., neue Folge, I, 1890.

(4) RETZIUS : Biol. Unters., VII, Iena, 1895.

(5) RINA MONTI : *Ricerche microscopiche sul sistema nervoso degli insetti*; Bollett. scient., 1893-94.

(6) EMIL HOLMGREN : K. Svenska Vetensk. Ak. Handlingar, 1895.

mettre en rapport avec l'amas nerveux qui se trouve appliqué à la face interne de l'épiderme de la face inférieure de la lame.

Dans la FIG. 73, les poils p' et p'' partent de la face supérieure; le poil p'' monte tout droit dans le sens du rayon visuel. Le poil p se trouve sur la face inférieure de la lame. Le poil p est en relation avec l'amas N' , le poil p' avec N'' , et le poil p'' avec N''' . Ces divers amas nerveux se trouvent eux-mêmes aux environs des piliers Po' , Po'' et Po''' . Nous avons déjà eu l'occasion de signaler des dispositions analogues pour les longs poils des bords.

Remarquons cependant que les amas nerveux se trouvent ici à une très faible distance de la base du poil. Ce fait nous ramène davantage encore aux dispositions signalées par les auteurs dans les poils des autres parties du corps.

Nous pensons donc, encore une fois, que nous sommes ici en présence de cellules nerveuses sensibles, dont la terminaison distale pénètre dans le poil, tandis que la terminaison proximale va se mettre en rapport avec un des ganglions de la chaîne.

2° Terminaisons nerveuses dans les piliers.

Tous les nerfs branchiaux sont constamment en rapport avec les piliers des lames branchiales, c'est-à-dire qu'en traversant la branchie, ils longent toujours ces derniers et se mettent en relation très intime avec eux. Il suffit, pour se convaincre de ce fait, de considérer les figures de la *Cirolana* et de l'*Anilocra*.

Dans ce dernier animal, le fait est surtout très frappant. Les FIG. 57, 76 et 77 montrent ce nerf à un grossissement plus fort. On y voit, FIG. 77, le nerf longeant trois piliers et, FIG. 76, le même fait se reproduit d'une manière encore plus frappante.

Dans la dernière figure, on remarquera la relation intime qui existe entre les deux tissus.

Au fur et à mesure que le nerf avance dans la branchie, il perd en volume, et la perte est proportionnelle au nombre de piliers passés.

Ce fait se remarque avec toute l'évidence désirable dans l'*Anilocra*. On sait que dans cet animal il n'y a pas de grands poils sensitifs sur les lames branchiales, et que le nombre des petits poils des faces est aussi très réduit.

Ces derniers se trouvent d'ailleurs vers les bords de la lame. Seules, les dernières ramifications du nerf se distribuent à ces poils. En chemin, le nerf

donne de petites branches aux piliers près desquels il passe. Ces branches se dirigent directement vers les piliers, y pénètrent et s'y perdent sans qu'il soit possible de les y suivre.

Nous avons bien souvent observé ce fait dans l'*Asellus*, FIG. 69, et dans l'*Anilocra*, FIG. 55 et 76.

Nous appelons surtout l'attention sur la FIG. 55, où nous voyons un petit faisceau de fibrilles arriver normalement sur un pilier et s'y terminer.

Quant au mode de ces terminaisons, nous n'avons que des indications et nous répétons, à ce propos, ce que nous avons dit des terminaisons dans les poils.

Cependant, nous avons souvent observé des faits qui nous font penser qu'ici encore la terminaison se produit comme dans les arthropodes en général, là où il s'agit de terminaison motrice, c'est-à-dire par une plaque motrice.

Sur des lames de *Cirolana*, nous avons trouvé des noyaux comme *pm*, FIG. 74, qui se distinguaient des autres par une coloration particulière et qui étaient en relation très intime avec les piliers, ainsi qu'avec les fibrilles nerveuses qui passent dans leur voisinage, FIG. 72, ou qui s'y terminent.

Sur des coupes de l'*Anilocra*, nous avons retrouvé des dispositions analogues. Les nerfs *nf*, FIG. 75, se trouvent toujours aux environs des piliers, *a* et *b*. Parfois, un filament, *s'*, approche davantage du milieu d'un pilier, *b* et *e*, et se termine enfin à une cellule, *c* comme *pm*. Serait-il téméraire de considérer ces dernières cellules comme des plaques motrices?

Nous regrettons de n'avoir rien obtenu jusqu'ici de la méthode de GOLGI sur ces curieuses productions.

Nous continuerons nos recherches et nous sommes persuadé que, dès que nous serons arrivé à obtenir des réductions, des dispositions bien remarquables nous seront révélées.

Quoi qu'il en soit, nos recherches nous permettent d'annoncer, dès maintenant, ce résultat qui nous paraît intéressant : *les piliers des lames branchiales des édriophthalmes reçoivent des nerfs.*

CHAPITRE II.

REMARQUES ET CONCLUSIONS.

Nous avons annoncé d'une façon générale dans notre introduction et nous pensons l'avoir démontré dans nos descriptions, que les branchies des crustacés édriophthalmes possèdent une structure plus complexe que ne le laissaient penser les descriptions assez cursives des auteurs. Ceux-ci n'ont guère fait que signaler un fait : la pénétration du sang dans la branchie par un point de sa base, et sa sortie par un autre point voisin du premier, d'où on peut le voir gagner directement le sac péricardique par des vaisseaux spéciaux. La structure des lames branchiales elles-mêmes, le détail du trajet suivi par le sang dans leur intérieur, n'ont guère attiré leur attention. C'est au contraire sur ces divers points que nos recherches ont porté spécialement. Nous nous sommes borné presque exclusivement, dans la première partie de ce mémoire, à consigner des faits, des données concrètes. Il nous reste maintenant à comparer entre eux les résultats obtenus dans les diverses espèces et parfois à chercher la signification de certaines dispositions, et interpréter certains faits.

§ 1. Structure des pléopodes.

Nous avons dit que tous les appendices respiratoires comprennent une partie basale ou *pédoncule* et deux lames portées par cet article basilaire : ce sont l'*endopodite*, considéré comme respiratoire, et l'*exopodite*, que les auteurs appellent lame protectrice.

DELAGE surtout nous a fait connaître que le sang, dans ces deux lames, arrive par un des bords du pédoncule, traverse la lame et suit un nouveau vaisseau situé sur l'autre bord.

Nous savons aussi que chaque lame est un pli cuticulaire, en continuité avec la cuticule dermique générale.

Mais une cuticule est toujours tapissée sur une de ses faces par un épithélium, la matrice cuticulaire. Que devient donc cette couche cuticulaire dans le pli branchial?

Les auteurs nous ont fourni fort peu de données sur ce point et c'est dans nos propres recherches que nous trouverons, dans une mesure plus ou moins complète, la réponse à cette question.

Tout d'abord, la disposition et la structure de ces éléments ne sont pas les mêmes partout. Ensuite, les lames contiennent d'autres éléments qui n'appartiennent pas à l'épiderme : le *tissu intermédiaire*.

A. Éléments épithéliaux.

A. *Disposition des cellules épithéliales.*

On y observe les divers cas particuliers que voici :

a) Les cellules épithéliales d'une des faces du pli, c'est-à-dire d'une des deux lamelles, sont sans rapport avec les cellules ou la cuticule qui constituent la face opposée, l'autre lamelle. Il y a alors une matrice cuticulaire ordinaire, normale.

Cela s'observe :

1. Partout à la base des lames branchiales quelles qu'elles soient, opercule, endopodite ou exopodite ;
2. Chez l'*Asellus aquaticus*, dans la lamelle externe de la lame operculaire, FIG. 5 et 6, entre les piliers ;
3. Chez la *Cirolana*, l'*Anilocra* et la *Cymothoa*, à peu près entre tous les piliers des diverses lames.

b) Certaines cellules épithéliales d'une face s'unissent à des éléments de l'autre face au travers de la cavité branchiale pour former des *piliers multicellulaires*.

Parmi ceux-ci, on en distingue de *bicellulaires*, formés par l'union d'une seule cellule d'un côté avec une seule cellule de l'autre. Cette disposition s'observe dans les piliers de l'exopodite de la *Cirolana*.

D'autres sont au contraire formés d'un plus grand nombre d'éléments voisins appartenant à chacune des faces. Ce sont alors des colonnes formées par la juxtaposition de plusieurs piliers bicellulaires. Nous avons signalé cette variété chez l'*Anilocra*, la *Cymothoa*, l'*Idotea*, et dans la zone protectrice de l'exopodite de l'*Asellus*.

c) Une cellule épithéliale peut contracter des rapports, non avec une cellule de la lamelle d'en face, mais directement avec la cuticule de cette dernière. Pour cela, elle a dû écarter certaines cellules de la couche cuticulaire, dénuder la cuticule, et s'y fixer par son extrémité. Ces cellules con-

stituent des *piliers simples* et unicellulaires. Ici se présente aussi le cas où les piliers sont formés par la juxtaposition de plusieurs éléments appartenant à la même face. Ce sont alors des *piliers multiples* et unicellulaires.

d) Enfin, certaines cellules contractent avec une cellule située en face des rapports plus complexes que ceux que nous venons d'indiquer.

Au lieu de s'abouter par une extrémité simple avec une extrémité semblable de la cellule opposante, elles présentent *une série* de protubérances qui s'unissent à des productions toutes semblables appartenant à des cellules qui leur font face. Ces diverses protubérances sont bien distinctes, isolées les unes des autres : le sang circule entre elles.

Chacune de ces cellules contribue donc à former non pas un seul pilier, mais plusieurs. On peut leur donner le nom de *cellules multicolonnaires*.

Ces éléments, extrêmement remarquables, s'observent chez l'*Asellus aquaticus*, dans les lames internes et dans la zone branchiale des lames externes.

Les FIG. 14 et suivantes en reproduisent plusieurs exemples sous des aspects divers.

En *Po*, dans les FIG. 14, 15 et 16, on voit la section optique des divers faisceaux de fibrilles plus ou moins parallèles qui passent par chacun des ponts d'union, et l'on peut y constater que ces ponts ne sont pas toujours cylindriques. Ils ont souvent la forme de bandes très irrégulières.

Rappelons que les piliers sont portés par des protubérances irrégulières aussi, très saillantes sur la face interne des cellules et qui ne sont autre chose que les corps bosselés, *gebückter Körper* de LEYDIG.

Ajoutons que la complication de leur forme rend compte de la difficulté qu'on éprouve à saisir la disposition des cellules qui constituent la lame branchiale de l'*Asellus aquaticus*.

Faisons remarquer que si l'on trouve signalée çà et là dans les auteurs l'existence de piliers dans les lames respiratoires des crustacés et des arachnides, personne ne semble avoir soupçonné l'existence de ces curieuses *cellules multicolonnaires*.

Leur place est tout indiquée dans un traité d'histologie comparée, au chapitre des *rapports des cellules entre elles*. On ne pourrait se dispenser de signaler le mode d'union, si remarquable et si insolite chez les animaux, des cellules branchiales multicolonnaires de l'*Asellus aquaticus*. On doit les considérer comme constituant *un type tout particulier* et nouveau de cellules épithéliales.

En résumé :

On observe les différentes espèces de piliers que voici (PL. VIII, FIG. 78) :

1. Le pilier formé d'une seule cellule fixée aux deux cuticules opposées : *Asellus aquaticus*, opercule, 1.
2. Le pilier formé d'une série de cellules semblables réunies en un faisceau : *Asellus aquaticus*, opercule, 2.
3. Le pilier formé d'une cellule d'une face s'unissant à travers la cavité branchiale à une cellule semblable de l'autre face : *Asellus aquaticus* et *Cirolana*, 3.
4. Le pilier formé d'une série d'éléments bicellulaires, semblables aux précédents, réunis en un faisceau : *Asellus*, *Cirolana*, etc., 3. Dans ce cas, une des cellules peut contenir un faisceau de fibres bien délimité et présentant beaucoup d'analogie avec les muscles : *Cirolana*, a; ou bien plusieurs d'entre elles contiennent une production analogue : *Anilocra*, *Cymothoa*, b.
5. Enfin, le pilier formé par l'union, à travers la cavité branchiale, de protubérances appartenant à deux larges cellules épithéliales, qui en possèdent plusieurs semblables : *Asellus*, 5.

B. Signification des piliers bicellulaires.

D'après ce que nous venons de dire, on voit que les rapports des cellules constituant les deux lamelles épithéliales qui se font face dans une lame sont variables.

Ces rapports n'ont rien de bien spécial dans le cas où il n'y a pas union entre des éléments se faisant vis-à-vis, c'est-à-dire dans les parties recouvertes de cellules épithéliales libres.

Mais les autres cas, ceux où des cellules opposées s'unissent à travers la cavité branchiale pour former des piliers multicellulaires ou rattachent deux cuticules opposées, suggèrent au contraire à l'esprit de l'observateur une question qui n'est pas dépourvue d'intérêt. La voici : *Cette union est-elle primitive ou secondaire?* Provient-elle d'un rapprochement d'éléments tout à fait distincts et séparés au début, ou bien de la non-disjonction d'éléments réunis par une soudure primitive?

Sans doute, la première hypothèse semble si simple et si naturelle qu'il peut paraître étrange de faire une place à la seconde. Les deux cellules unies sont en effet des éléments *voisins* d'un même épithélium matrice, tout comme celles qui tapissent les larges surfaces non modifiées des

métamères. Ce qui semble les avoir mis en rapport, en contact, c'est le plissement, l'évagination que cet épithélium a subi avec sa cuticule pour donner naissance à la lame branchiale. L'union doit donc être secondaire. Cela paraît clair.

Mais en réalité, il est un point qui est loin d'être aussi certain que nous semblons l'admettre dans ce raisonnement.

Ce point, c'est le mode de formation des lames branchiales, le processus de leur genèse. Nous disons, sans insister, que ce qui *paraît* avoir mis en contact les deux cellules unies qui constituent un pilier bicellulaire, c'est un phénomène de plissement ou d'évagination. En cela, nous sommes d'accord avec tous les auteurs. Chacun semble considérer la lame branchiale comme un pli, un soulèvement, creux dès le début, de l'épithélium et de la cuticule; et personne ne semble se douter que rien n'est moins prouvé que cette manière de voir; que rien de précis n'a été dit par les embryologistes au sujet de la genèse des branchies, et *qu'un autre mode de formation est possible*.

Reportons-nous tout au début de l'apparition d'un appendice quelconque d'arthropode. La surface ectodermique de l'embryon, au point qui portera plus tard l'appendice, est unie, recouverte d'une cuticule mince et lisse. Plus tard, une protubérance devient visible à la surface; elle s'accroît et prend la forme de l'appendice.

Mais que se passe-t-il à l'intérieur? Une pullulation a envahi une certaine aire de l'épithélium.

Mais ici *deux hypothèses* se présentent.

a. Ou bien un surcroît d'activité multiplicatrice a envahi au même instant *toute une série de cellules voisines*, FIG. 78, *a*. En même temps, un changement dans l'orientation du plan de division du protoplasme s'y est produit. Les nouveaux éléments formés gagnant en volume doivent avoir une tendance à quitter le plan général de la surface du corps. Ils ne peuvent trouver place que dans un pli, une boursoufflure. Ce pli se produira d'un côté ou de l'autre, suivant la nouvelle orientation qu'aura prise le plan de division des cellules pullulantes. Ce sera une évagination ou une invagination qui sera béante à sa base, FIG. 78, *b*.

Dans cette hypothèse, toutes les cellules pourront être *séparées au début* et si plus tard on les trouve unies, on devra considérer cette union comme le *résultat d'un rapprochement* et la ligne transversale qui coupe parfois le pilier ne pourra être autre chose qu'un *reste des deux membranes appliquées l'une contre l'autre*.

Mais on peut concevoir autrement le phénomène du début.

b. L'appendice peut dériver d'un petit nombre de cellules épithéliales. On peut admettre que le surcroît d'activité prolifératrice qui annonce sa naissance *n'envahit qu'une cellule*, ou mieux *une bande formée d'une seule assise en épaisseur*, *A*, FIG. 78, *a'*, puisque l'appendice que nous étudions est plat, lamellaire.

Ces cellules, à un moment donné, se divisent d'une façon particulière. Le plan de la division du protoplasme s'oriente autrement que dans les divisions précédentes de l'épithélium. Ce plan était jusqu'ici *perpendiculaire au feuillet ectodermique*. Aussi celui-ci s'accroissait-il régulièrement en surface. Il devient tout à coup *parallèle à la surface du feuillet*. Ainsi l'une des deux nouvelles cellules formées doit devenir saillante à la surface. Si l'orientation du plan de division reste la même dans les divisions suivantes, la saillie deviendra de plus en plus forte, *b'*.

Si les choses en restent là, l'organe sera formé d'une seule assise de cellules fixées à la cuticule par leurs deux extrémités.

Plus tard, il pourra se produire entre ces éléments des *écartements* plus ou moins marqués, des espaces où le sang pourra circuler, *c'*.

À la base, un *étirement* pourra aussi se produire dans l'épithélium cuticulaire voisin et l'organe pourra ainsi acquérir un pédoncule béant, — phénomène qu'on voit se produire dans bien des cas chez les vertébrés et les invertébrés.

En outre, les *cellules colonnaires*, au lieu de rester simples, pourront subir à un moment donné une *division dans le sens transversal*, — nouveau changement dans le plan de division, *d'*.

Si cette division *devient complète*, il pourra se former dans l'organe des cavités tapissées par un épithélium du même aspect que celui d'un appendice formé par une évagination béante dès le début.

Si la division *reste incomplète*, les deux cellules ne se séparant pas, ces éléments resteront vis-à-vis l'un de l'autre dans les mêmes rapports que les cellules adjacentes d'un tissu quelconque. Mais chez nos crustacés, nous devons admettre, dans cette hypothèse, que dans beaucoup de cas, la division est si incomplète qu'il ne se forme même pas une véritable membrane intercellulaire; il n'y a que des traces de celle-ci. Souvent même, *et c'est le cas le plus fréquent*, ces traces elles-mêmes n'existent pas.

Toutes les variations que nous avons signalées dans les diverses espèces s'expliquent dans cette hypothèse avec la plus grande facilité, *sans*

que l'on doit faire intervenir le phénomène du rapprochement et de l'union secondaire d'éléments primitivement séparés, avec conservation des membranes qui se sont appliquées l'une contre l'autre.

Nous avons cherché en vain dans les auteurs des indications de l'un ou de l'autre de ces processus.

Nous avons même examiné les mémoires traitant de la structure et du développement des lames respiratoires des *Limules* et des *Arachnides*, organes analogues. Mais personne n'envisage la question comme nous venons de le faire. Disons que la chose n'est pas étonnante pour ce qui concerne les *Édriophthalmes*, étant donné le peu de détails que contiennent même les descriptions des organes tout formés.

Nous avons en outre tenté de résoudre la question directement par l'observation; mais nous nous sommes heurté à de grandes difficultés. Les organes étaient extrêmement petits dans les premiers stades que nous avons pu nous procurer; les lames étaient d'une minceur extrême et les cellules qui les constituent très peu distinctes. En fait, les deux lamelles sont appliquées l'une à l'autre et une coupe transversale de la lame rappelle assez bien l'aspect de la figure schématique *c'*, FIG. 78; ce qui est favorable à la dernière des deux hypothèses, c'est-à-dire à l'union primitive, bien que l'on puisse, à la rigueur, admettre que cette application est secondaire et que le début du phénomène de leur genèse a été une évagination béante.

Quoi qu'il en soit, nous penchons vers la deuxième hypothèse, parce que, comme nous venons de le dire, elle explique tous les cas observés chez l'adulte, et parce que, tout incomplètes qu'elles soient, nos recherches embryologiques lui sont plutôt favorables.

C. Structure des éléments épithéliaux.

Quelle que soit leur disposition dans la lame branchiale, les cellules épithéliales peuvent présenter des particularités de structure bien différentes, dont quelques-unes sont remarquables.

Toutes dépendent de la différenciation du protoplasme. Rappelons, en les empruntant aux pages descriptives qui précèdent, les principales d'entre elles.

1. Les cellules qui ne sont en rapport qu'avec une seule des deux lamelles cuticulaires sont d'une structure fort simple; aucune production spéciale et bien marquée ne les distingue des cellules de l'épiderme général.

2. Mais les éléments qui touchent aux lamelles par *deux faces* présentent au contraire des détails de structure intime dépendant d'une différenciation plus ou moins profonde de la substance protoplasmatique.

a. Dans une première variété, on trouve la masse du protoplasme parcourue par des *filaments bien distincts*, parfois très puissants, courant dans la longueur des ponts ou piliers. La plupart d'entr'eux se terminent sur les cuticules elles-mêmes.

A côté de ces filaments rectilignes, on trouve toujours des trabécules ramifiées parcourant en tous sens la masse protoplasmatique.

Ces deux éléments ne sont *pas nettement localisés* dans des portions distinctes de la cellule.

Nous avons signalé et figuré des éléments de ce genre dans les endopodites et les exopodites de l'*Asellus aquaticus* et de l'*Idotea*, FIG. 6, 12, 48, 49.

Appelons encore une fois l'attention du lecteur sur une variété extrêmement curieuse de ce premier genre de cellules : la *cellule multicolonnaire* de l'*Asellus aquaticus*. — Ce sont ces volumineux éléments polygonaux, dont on ne peut découvrir la forme qu'en examinant, avec des précautions que nous avons indiquées, une lame respiratoire à plat.

Chacun d'eux est en rapport avec un élément semblable appartenant à la lamelle opposée. Mais l'union de ces deux cellules, au lieu de se faire sur une seule surface, s'établit entre les sommets d'une série de prolongements émis en regard les uns des autres par la face interne de chacune d'elles.

La structure de ces piliers multiples appartenant à une seule cellule est la même que celle des piliers formés par l'union de deux cellules entières. Chacun d'eux contient généralement des fibres longitudinales éparées, fixées à la cuticule ou s'effilochant plus ou moins. En somme, ils ressemblent étonnamment aux premiers et cette ressemblance n'a pas été pour rien dans les difficultés que nous avons éprouvées à déchiffrer la structure des lames branchiales. C'est la disposition des noyaux qui a attiré vers eux notre attention et c'est la méthode au nitrate d'argent qui nous a permis d'en comprendre la signification.

b) Une autre variété, que nous appellerons les *cellules à faisceaux*, contient au contraire des faisceaux, à contours bien nets, des amas cylindriques de filaments constituant des productions parfaitement limitées, bien autonomes au sein de la masse du protoplasme.

Divers exemples en sont représentés, vus en section longitudinale et transversale de la lame, dans les FIG. 36, 37, 58 et 66.

Les FIG. 30, 55 et 57 représentent des lames de *Cirolana* et d'*Anilocra* examinées à plat. On y remarque que le faisceau n'est pas toujours au centre des polygones qui indiquent le territoire de chaque cellule épithéliale, à la surface de la cuticule. Il est même le plus souvent excentrique, — aussi bien du reste que les piliers formés par des éléments à fibres éparses du premier type, FIG. 4.

3. *L'union* des cellules opposées constituant un pilier paraît être dans tous les cas une fusion complète. Cette affirmation étonnerait celui qui, pour étudier ces éléments, ne ferait usage que d'objectifs peu puissants. En effet, nous avons dit que très souvent on aperçoit une ligne transverse qui prend l'aspect d'une membrane séparant les deux éléments en rapport. Mais des instruments puissants et précis, comme les objectifs apochromatiques de ZEISS, montrent que c'est là, pour la plupart des cas, une apparence trompeuse, et que rien le plus souvent n'interrompt les filaments d'une cellule à l'autre. Le faisceau de ces filaments est continu et ne présente sur ses fils aucun épaissement, aucune modification indiquant la limite de deux territoires cellulaires. Les deux masses protoplasmiques sont donc en communication directe.

Toutefois, si l'on étudie attentivement la membrane cellulaire au fond du sillon qui sépare les deux éléments coniques, on y remarque très souvent une ligne plus ou moins nette, à laquelle correspond en section optique un léger épaissement, FIG. 58.

Ces faits peuvent s'expliquer dans les deux hypothèses que nous avons faites au sujet de la genèse des piliers.

Dans l'hypothèse de l'*union* et de la *fusion secondaire*, l'union est assez complète pour ne laisser aucune trace de la membrane limitant les cellules réunies.

Dans l'hypothèse de la *non division* d'éléments nés d'une seule cellule épithéliale, la division ne s'est pas faite ou du moins il ne s'est établi que de faibles traces de la plaque cellulaire.

B. Tissu intermédiaire.

Nous avons donné ce nom à des cellules d'aspect particulier, bien différentes des cellules ectodermiques, qui gisent dans les espaces sanguins, entre les deux lamelles d'une lame branchiale.

La nature de ces éléments n'est pas douteuse : ils sont en continuité,

à la base de l'appendice, avec des masses qui s'insinuent dans tous les espaces vides du corps, constituent la paroi des espaces lacunaires et des vaisseaux et jouent le rôle de tissu de soutien, comme le tissu conjonctif des vertébrés.

La constitution de ce tissu de soutien est cependant loin d'être exactement celle du tissu conjonctif proprement dit de ces derniers. Elle est variable ainsi que son aspect dans les divers endroits du corps et chez les différentes espèces.

Tout d'abord, *pour ce qui regarde les branchies*, c'est à la base des appendices, c'est-à-dire dans le protopodite, qu'il présente le plus d'importance. De là, il s'étend plus ou moins dans la cavité de la lame et en même temps il s'y dispose d'une façon particulière.

L'étude de sa structure est une question pleine d'intérêt au point de vue de l'histologie comparée et même à celui de l'appareil circulatoire des arthropodes. Nous ne pouvons songer à faire ici d'une façon complète cette étude qui ne pourrait aboutir à des résultats complets qu'à la condition d'être menée comparativement dans toute la classe des branchiates.

Cependant, les données que nous avons acquises par l'étude des branchies des Édriophthalmes sont déjà d'une certaine importance; nous allons les exposer succinctement.

Dans le basipodite des pléopodes, il ne diffère pas de ce qu'il est dans les appendices ambulatoires, dans les épimères et dans d'autres parties du corps.

Le plus souvent, il présente l'aspect d'un tissu parenchymateux végétal. Cependant, on peut apercevoir dans la masse des fibres épaissies et très nettes, et alors son aspect rappelle celui d'un tissu conjonctif de vertébrés. Mais cet aspect n'est jamais qu'une apparence trompeuse, car sa constitution est bien différente. En effet, il n'y a jamais ici de substance fondamentale fibrillaire. Les fibres qu'on y distingue sont toujours ou des prolongements de cellules, ou des cordons internes appartenant à la masse du cytoplasme lui-même.

L'étude comparative faite dans les diverses espèces observées montre que les éléments constituant de ce tissu peuvent être ramenés à deux formes principales :

- a) à des éléments, d'aspect jeune, riches en protoplasme granuleux, plus ou moins développés;
- b) à des éléments vacuolisés, plus nettement conjonctifs.

a) Les *cellules granuleuses* s'observent un peu partout; signalons-les dans les lames branchiales de la *Cirolana*, FIG. 40, de l'*Anilocra*, FIG. 75, et de la *Cymothoa*, FIG. 61, 64, 65.

Elles sont le plus souvent isolées ou disposées par petits groupes, et ne forment d'habitude pas de productions ayant un rôle bien net et défini. C'est cependant dans cette première variété qu'il faut ranger les cellules qui constituent aux nerfs une enveloppe protectrice, FIG. 77. Elles peuvent dans ce dernier cas s'allonger beaucoup et présenter des ramifications.

On les trouve également le long du vaisseau marginal de la *Cirolana* et dans sa paroi en G, ainsi que nous l'avons signalé plus haut, FIG. 40.

b) Les *cellules qui se vacuolisent* paraissent avoir plus d'importance. Leurs usages sont variés :

1. Ainsi elles peuvent former des amas semblables à celui qui se voit en *Ti'* dans la FIG. 10, *Ex*, à la base de la lame respiratoire. Elles ne sont alors que modérément vacuolisées; certaines parties de leur protoplasme sont encore granuleuses. Cependant leur aspect est déjà celui d'une cellule de parenchyme végétal : le noyau y est suspendu par des cordons qui le rattachent à la membrane.

2. Elles peuvent cependant se vacuoliser encore davantage et s'accroître beaucoup en volume. On voit de ces masses d'aspect végétal, dans lesquelles le protoplasme ne présente presque plus d'amas granuleux : tout est cordons et vacuoles.

3. Des cellules de ce genre peuvent s'insinuer dans l'épaisseur des lames branchiales et y former un plancher presque continu, qui divise la salle à piliers ou la cavité sanguine en deux étages superposés. Cette lame est alors perforée par les piliers, FIG. 5, 10, 12 et 13. Dans son épaisseur, on découvre souvent des cavités. Elles nous ont occupé assez longtemps au cours de nos recherches. En effet, nous nous demandions si ces vides étaient, oui ou non, en communication avec les espaces sanguins.

Mais les injections qui remplissaient parfaitement ces derniers, des deux côtés du plancher, ne pénétraient jamais dans les vides que celui-ci contient.

Il faut donc regarder ceux-ci comme des cavités cellulaires *bien closes*. Les FIG. 10, 12, 13, 46, 48, 50 et 62 montrent les divers aspects du tissu intermédiaire quand il forme un plancher dans la cavité sanguine, — disposition qui nous a porté à lui donner son nom.

La FIG. 9 montre le massif du tissu intermédiaire *à plat* et indique assez nettement ses limites dans l'*Asellus*.

Chez la *Cirolana*, il ne forme pas, comme dans l'*Asellus*, une longue plaque. Il n'existe dans la lame que le long du bord. Là, ses éléments constituent la paroi mince, mais solide et assez régulière, du *vaisseau marginal* plus ou moins complet, qui remplace la simple gouttière marginale de l'*Asellus*.

Nous avons signalé ce canal et indiqué les cellules en forme de colonnettes ou de cordons qui le rattachent à la paroi de l'organe.

5. En certains endroits, les cellules du tissu intermédiaire paraissent subir une autre modification : elles s'aplatissent ou s'amincissent de diverses façons pour former des cordons ou des membranes.

Toute leur substance se réduit alors à une lame ou à des filaments d'aspect dense et brillant, un peu fibrillaires parfois. Telle est la paroi du canal marginal de l'*Idotea*, l'*Anilocra*, la *Cymothoa* et la *Cirolana* et dans l'endopodite de l'*Asellus*.

En résumé :

Le tissu intermédiaire peut comprendre :

- a. des *éléments granuleux*, qui paraissent avoir une fonction en rapport avec la *nutrition*, ou peut-être l'*excrétion* ;
- b. et des éléments plus nettement *conjonctifs* ou de *soutien*. Ceux-ci se *vacuolisent* plus ou moins. En même temps, les cordons plasmatiques séparant les vacuoles paraissent s'incruster d'une substance réfractaire, élastique.

La vacuolisation peut aller jusqu'à donner au tissu l'aspect d'un parenchyme végétal.

§ II. Fonctionnement des lames.

Connaissant la structure de ces organes, nous pouvons chercher à nous représenter les phénomènes dont ils sont le siège et les divers actes du processus général de la respiration chez les édriophthalmes.

Tout d'abord, il y a lieu de rechercher quelles y sont les *conditions dans lesquelles se passent les échanges gazeux*, qui sont essentiels à la fonction respiratoire.

Dans le but de préciser autant que possible ces conditions, nous porterons tout d'abord notre attention sur deux points particuliers :

- 1° La nature et l'action de la cloison à travers laquelle se font les échanges gazeux;
- 2° Les conditions et le mécanisme du renouvellement des gaz respiratoires.

A. Nature et action de la membrane respiratoire.

L'eau extérieure et le sang contenu dans la lame branchiale sont séparés par une cloison tendue entre eux comme la membrane d'un dialyseur. Cette cloison est la paroi de la cavité branchiale. Elle comprend partout deux éléments : la *cuticule* et une *couche épithéliale*.

La constitution de ces deux éléments n'est la même ni dans toutes les lames, ni dans toute l'étendue d'une même lame. L'épaisseur de la cuticule et l'épaisseur de la couche épithéliale varient notablement.

L'influence que doit avoir sur les phénomènes respiratoires la variation de puissance de ces deux couches est une question qui mérite une sérieuse attention.

Elle se rattache à la question, encore incertaine aujourd'hui et débattue depuis bientôt vingt ans entre l'école de LUDWIG et celle de PFLÜGER, à savoir si les poumons et par analogie les parois de toute cavité respiratoire ont une part active dans les processus d'absorption d'oxygène et d'élimination de CO₂.

Il semble que plus la membrane séparatrice est mince, plus aisés doivent être les échanges osmotiques. Or, on constate au contraire que la couche épithéliale est plus épaisse dans les lames qui sont considérées comme spécialement respiratoires. Ainsi, la lame interne de l'*Asellus* possède une couche cellulaire matrice plus puissante que la lame externe. En outre, dans les lames de divers édriophthalmes étudiés, l'épithélium est plus épais dans toute une région de l'organe et beaucoup plus mince dans le reste. L'aire à épithélium plus mince occupe la *région d'arrivée du sang*, c'est-à-dire, semblerait-il, celle où les phénomènes respiratoires doivent être le plus actifs. Partout la couche cellulaire matrice est plus puissante et plus riche en protoplasme dans les organes ou les portions d'organes où la respiration paraît devoir être le plus active.

Si la disposition contraire s'observait, on l'expliquerait en disant que les échanges gazeux dans les organes respiratoires sont de simples phénomènes d'osmose ou de diffusion, ou que les cellules séparatrices jouent le rôle d'une membrane osmotique passive.

Mais devant des faits tels que ceux que nous venons d'exposer, on est conduit plutôt à une conclusion diamétralement opposée. On doit au moins se demander si le protoplasme vivant ne joue pas au contraire un rôle très actif dans le phénomène. Rien ne prouve que ce protoplasme laisse tout simplement passer l'oxygène, comme le ferait une membrane morte de parchemin ou de vessie.

Il ne faut pas en effet considérer uniquement les échanges qui se font entre le *sang* et le milieu extérieur, mais aussi ceux qui peuvent se passer entre le milieu extérieur et le *protoplasme épithélial* lui-même.

Le gaz qui a traversé la cuticule et pénètre dans la masse protoplasmique vivante, dans ce laboratoire de la cellule où se produisent tant de réactions, va-t-il passer en totalité? Ou bien ce protoplasme ne va-t-il pas, au contraire, le retenir en grande partie et former des corps oxydés qu'il utilisera lui-même ou déversera peut-être dans le sang? Rien ne prouve que l'épithélium lamellaire laisse passer *tout l'oxygène* qu'il absorbe. On peut faire la même remarque chez d'autres animaux, les vertébrés par ex. Chez les édriophthalmes, le fait que la couche de protoplasme qui sépare le sang du milieu extérieur est *plus puissante* dans les positions qui doivent être *les plus respiratoires*, est une indication sérieuse. Elle paraît montrer que, chez ces animaux au moins, le protoplasme vivant joue un rôle dans l'absorption et l'utilisation de l'oxygène.

On peut faire des remarques analogues au sujet de l'anhydride carbonique.

B. Renouvellement des gaz respiratoires.

Il s'effectue par l'*agitation de l'eau* d'une part et par la *circulation sanguine* d'autre part.

A. Les déplacements de l'animal et les mouvements des lames branchiales elles-mêmes renouvellent continuellement l'eau à la surface des appareils branchiaux. Des *muscles* spéciaux impriment aux lames divers mouvements, dont le principal est un balancement antéro-postérieur.

Les péreiopodes, dans certaines espèces, peuvent concourir au même but en agitant l'eau.

B. Quant au renouvellement des gaz internes, il est lié évidemment à la *circulation sanguine* dont nous devons dire un mot.

1. *Appareil circulatoire des lames.*

C'est un fait admis par tous et établi d'une façon précise, surtout à la suite des recherches de DELAGE, que la branchie contient dans son *article basilaire* ou protopodite un vaisseau afférent et un vaisseau efférent. Ces deux troncs vasculaires sont en rapport l'un avec l'autre du côté distal, non par une arborisation et un réseau capillaire comme chez les vertébrés, mais par l'intermédiaire d'une *vaste cavité traversée par des piliers*.

Voici dans quels termes DELAGE décrit le cours du sang dans la branchie de l'*Anilocra*.

« A chaque pédoncule correspond un vaisseau afférent venu du sinus abdominal et un vaisseau efférent. Chacun de ces vaisseaux se divise en deux branches, une pour chaque lamelle branchiale insérée sur ce pédoncule. Dans chaque lame branchiale, le vaisseau afférent suit le bord interne et se continue au sommet de l'organe avec le vaisseau efférent qui suit le bord opposé. Dans l'espace qui sépare ces deux vaisseaux, l'organe branchial est conformé de manière à mettre le liquide sanguin en rapport avec l'eau ambiante le plus longtemps possible. Que l'on se représente chaque lame branchiale comme formée d'une vésicule aplatie dont les parois très minces seraient adhérentes l'une à l'autre dans des points très rapprochés et distribués régulièrement. Ces points laissent entre eux des espaces à peine plus grands qu'eux-mêmes formant un système de canaux mille fois séparés et mille fois réunis, obligeant les globules à suivre une voie tortueuse pour traverser la branchie. »

Ces données n'empêchent pas l'observateur de se poser certaines questions au sujet du cours du sang dans la branchie. Quel chemin suit-il dans la salle à piliers? Comment le liquide, qui y est contenu à un moment donné, est-il renouvelé dans toute l'étendue de cette large cavité munie seulement de deux orifices *situés l'un près de l'autre*, dans le basipodite? Comment la *stagnation* est-elle évitée surtout à l'extrémité distale?

La réponse à ces questions ne peut se faire en une phrase : les dispositions qui dirigent le courant varient d'un animal à l'autre. Toutefois, si en jetant un coup d'œil d'ensemble sur toutes les branchies que nous avons étudiées, on cherche à découvrir ce qu'il y a de constant dans le mécanisme, on arrive à la conclusion que voici :

Le sang d'arrivée et le sang de retour trouvent une voie plus facile le long du bord de la lame : il existe *partout* une *voie marginale* aisée. Dans l'espace *central* au contraire, il se trouve des *obstacles*, surtout au voisinage de la base, où le canal afférent et le canal efférent sont voisins. Ces obstacles sont spécialement causés par le tissu intermédiaire. Ils ont pour premier effet d'empêcher le sang qui arrive par l'orifice d'entrée de passer directement et tout entier dans l'orifice de sortie, en coupant au court et en évitant de parcourir la portion distale, où une stagnation plus ou moins complète pourrait se produire dans ce cas.

Dans l'examen des cas particuliers, nous avons donc à porter notre attention principalement sur deux points : l'*obstacle central* et les *voies marginales*.

1° *Asellus*.

Rappelons au lecteur nos figures de la planche I. La voie marginale y est bien distincte : c'est une simple *gouttière*. La fente ou ouverture de cette gouttière est *béante* sur toute sa longueur ; elle n'y est fermée que de distance en distance par la première série de piliers. Notez que la paroi de cette gouttière est formée de tous côtés par des éléments épithéliaux : l'épithélium marginal et les premiers piliers. Le tissu intermédiaire ne se montre pas dans sa cavité, ou du moins il n'y fait que rarement une saillie plus ou moins accentuée, FIG. 10 à 13.

Cette gouttière marginale est la continuation directe du vaisseau afférent. Si elle était fermée en canal, elle conduirait directement tout le sang vers l'extrémité distale de la lame.

Elle présente du côté interne une longue fente qui est béante entre les piliers. Le sang trouve entre ceux-ci une série de passages qui lui permettent de couper plus directement vers la portion de la gouttière marginale qui suit l'autre bord et qui est efférente. Chacun de ces petits passages « interpiliaires » qui bordent la gouttière est trop étroit pour donner issue à tout le courant sanguin qui arrive sous pression. Mais chacun d'eux jusqu'au dernier reçoit pourtant un petit courant dérivé qui s'engage dans les méandres de la salle à piliers, FIG. 9.

Il existe donc sur le bord de l'organe un courant marginal qui va jusqu'aux environs de l'extrémité distale et qui envoie en chemin une série de petits courants dérivés dans la cavité à piliers.

La même disposition existe au bord *efférent* de l'organe. Telle est la *voie marginale*.

Quant à l'obstacle central, il est formé par les piliers eux-mêmes et par le tissu intermédiaire. Tout d'abord, celui-ci forme à la base de l'organe un mur complet entre le sang qui arrive et le sang qui retourne. Il y constitue un massif compact qui touche aux deux lamelles et qui ferme complètement l'espace intrabrancheial au milieu. La FIG. 10 montre ce massif coupant toute communication entre la portion afférente et la portion efférente de la cavité intrabrancheiale. Ce mur complet ne s'avance pas très loin dans la lame vers l'extrémité distale. Il se détache bientôt des deux lamelles et s'engage dans la salle à piliers sous la forme d'un plancher horizontal suspendu aux piliers eux-mêmes et pouvant s'étendre jusqu'au bord de la gouttière marginale, ainsi que nous l'avons vu dans la partie descriptive.

Cette portion suspendue, en réduisant la cavité de la salle à piliers, joue également le rôle d'un obstacle partiel au passage direct et rapide du sang d'arrivée dans la portion proximale de cette large cavité, et par suite à sa stagnation dans la portion distale. Nous disons un obstacle partiel, parce qu'il ne fait que réduire l'étendue de la cavité de la salle à piliers et de chacune de ses portes d'entrée interpilaires sur le côté de la gouttière marginale. Le sang qui pénètre entre deux piliers, rencontrant cet obstacle, doit se diviser en deux petits courants, dont l'un passe au-dessus du plancher et l'autre reste en dessous. La surface d'oxygénation de l'organe n'est donc pas diminuée, mais le sang est divisé en deux nappes : une nappe supérieure et une nappe inférieure, séparées par le plancher de tissu intermédiaire et parsemées de piliers.

Telle est la constitution des cavités sanguines de la branchie. Notons spécialement ici un fait qui ressort de cette description : *l'organe ne contient aucun vaisseau sanguin proprement dit*. C'est à tort, selon nous, que l'on emploierait le terme *vaisseau* pour désigner les voies marginales afférentes. Un vaisseau sanguin est essentiellement un tube à paroi propre de nature conjonctive et d'origine mésodermique. Appliquer ce terme à d'autres productions, c'est changer le sens des mots et méconnaître les homologues. Nous n'appelons pas vaisseau la voie marginale chez l'*Asellus*, parce qu'elle ne possède pas de paroi propre : ce n'est pas un vaisseau sanguin, c'est un organe épithélial.

Dans les lames de l'*Asellus*, le sang est donc charrié jusqu'à la cavité

par un véritable vaisseau afférent pédonculaire. Mais devant lui s'ouvre une large voie marginale qui est épithéliale. Celle-ci présente sur son côté interne une série de passages interpiliaires, par lesquels il s'engage dans l'étage supérieur ou dans l'étage inférieur. Après y avoir serpenté, il pénètre dans la gouttière marginale efférente, grâce à des passages semblables aux premiers; et par elle il est conduit dans le pédoncule, d'où il se rend par des voies plus ou moins nettes, en serpentant entre les muscles, jusqu'au sinus péricardique.

Répetons-le donc : *il n'y a chez l'Asellus aucune trace de vaisseaux*; le sang circule pendant tout son trajet branchial dans une cavité épithéliale.

Nous insistons sur ce point, parce que, dans d'autres espèces, on voit au contraire apparaître de véritables formations vasculaires, ainsi que nous l'avons dit dans nos descriptions et noté dans notre étude du tissu intermédiaire, et ainsi que nous allons le montrer encore en comparant les autres espèces à l'*Asellus*.

2° *Anilocra* et *Cymothoa*, PL. VI.

Rappelons en résumant ce que nous avons décrit avec détails dans la partie spéciale de ce mémoire au sujet de ces deux espèces.

Dans l'une et l'autre, il y a une plaque de tissu intermédiaire, qui, partant de la base, s'avance un peu vers l'extrémité distale de l'organe, mais s'arrête bientôt. Cette plaque est un peu plus développée chez la *Cymothoa* que chez l'*Anilocra*.

Cette portion du tissu intermédiaire y est donc moins importante que dans l'*Asellus*.

Ce fait n'a pas une bien grande valeur au point de vue comparatif.

Mais il est un autre fait qui, envisagé à ce même point de vue, donne plus d'importance à ces deux espèces : c'est l'apparition d'un canal amenant le sang à l'organe et qui possède la constitution d'un véritable vaisseau. C'est le *vaisseau marginal afférent*, FIG. 14 et 65.

Sa portion conjonctive ne constitue un tube complet et autonome qu'à la base de l'organe; après cela, elle passe à l'état de gouttière formant tube par son application contre le fond de la gouttière marginale hypodermique. C'est déjà un vrai vaisseau, mais il est assez faible encore.

Dans la série des animaux que nous possédons, l'*Anilocra* et la *Cymothoa* constituent donc des termes intéressants, parce qu'on y voit apparaître un organe nouveau, le *vaisseau sanguin branchial* proprement dit, continuation branchiale du vaisseau pédonculaire afférent.

3° *Cirolana*, PL. IV, FIG. 35.

Suivons le cours du sang dans la branchie de cette intéressante espèce. Il arrive à l'organe par un vaisseau pédonculaire, et celui-ci, comme dans l'*Anilocra* et la *Cymothoa*, pénètre dans la gouttière marginale.

On l'y trouve d'abord sous la forme d'un canal complet ; mais à peu de distance de la base, il perd une partie de sa paroi et passe à l'état de simple gouttière, ainsi que nous l'avons vu.

Rappelons que cette gouttière, en s'appliquant contre les parois de la gouttière marginale, forme avec celle-ci un canal clos, présentant seulement des perforations de distance en distance.

Par ces perforations, le sang s'échappe dans la cavité à piliers. Jusqu'ici tout se passe donc comme chez l'*Anilocra* et la *Cymothoa*. Mais dans la gouttière marginale *efférente*, les choses se modifient : la *gouttière loge un vaisseau marginal tout semblable au vaisseau afférent*. Un progrès est donc réalisé sur l'*Anilocra* et la *Cymothoa*.

La voie de retour est organisée en vaisseau comme la voie d'arrivée : *il y a un vaisseau afférent et un vaisseau efférent*.

4° *Idotea*, PL. IV, FIG. 45 et 46 ; PL. V, FIG. 47 à 50.

Si l'on compare cette espèce à la précédente, on constate deux différences :

1° Les deux vaisseaux marginaux existent, mais ils sont *mieux établis*, plus autonomes, beaucoup moins dépendants de l'épithélium marginal que dans la *Cirolana*.

2° De son côté, la masse du tissu intermédiaire du limbe est *très développée*, plus puissante même que dans l'*Asellus*. De plus, on trouve déjà dans la base de la lame une masse compacte de ce tissu enfermant la base des vaisseaux marginaux. En outre, la masse du limbe est découpée d'entailles qui conduisent le sang plus directement que dans les autres espèces, du vaisseau afférent au vaisseau efférent à travers la cavité branchiale.

La branchie de l'*Idotea* a donc une tendance marquée à devenir un organe *compact et mésodermique*.

Conclusion.

De ce coup d'œil comparatif que nous venons de jeter sur ce que nous avons appelé l'*obstacle central* et les *voies marginales* dans cinq espèces, il résulte que le cours du sang y est en général fort simple.

La lame branchiale n'est en somme qu'un petit appareil circulatoire : c'est un organe creux dont les cavités sont sanguines. Celles-ci peuvent être *complètement épithéliales*, simplement coupées en deux par un plancher mésodermique (*Asellus*), ou bien comprendre *un véritable vaisseau sanguin marginal*, afférent et efférent.

En même temps que ces vaisseaux se développent, la masse du tissu intermédiaire augmente et l'organe tend à devenir massif et compact. Chez l'*Idotea*, dernier terme de notre série, ce tissu est déjà très important et une partie des vaisseaux marginaux en est même entourée.

Ces remarques présentent de l'intérêt au point de vue de la morphologie comparée. En effet, il semble en découler que l'état non vasculaire de la lame branchiale est une disposition primitive, — c'est celle des *crustacés inférieurs*, — et que l'apparition du tissu intermédiaire, son développement et surtout sa transformation en vaisseaux sanguins constituent un progrès.

Les cas signalés nous apparaissent comme les premiers stades d'un développement qui atteint son maximum chez les *crustacés supérieurs*, les décapodes, où le tissu intermédiaire prend une telle importance que la lame branchiale y devient un organe massif, dont la cavité épithéliale est remplie de tissu conjonctif, organisé en vaisseaux. Ce tissu y fait disparaître les lacunes et le sang y est complètement enfermé dans un système de vaisseaux mésoblastiques, dont les canaux marginaux de l'*Anilocra* et de la *Cymothoa* sont les premières ébauches.

Nous reviendrons plus tard sur ces remarques dans la partie de notre travail qui traitera des décapodes.

Voilà donc un premier élément du problème du renouvellement des gaz du côté interne : la structure de l'appareil ou du département circulatoire branchial.

2. *Mécanisme de la circulation branchiale.*

Mais quel est le mécanisme qui produit et règle la circulation du sang dans ce système?

Il est évident que c'est la contraction du cœur qui chasse le liquide à travers tout le système des lacunes du corps. Peut-être s'y joint-il une certaine aspiration diastolique; mais cela n'est point démontré.

On peut se demander toutefois si une autre action n'intervient pas dans le mécanisme général de l'organe, sinon pour produire le courant continu

qui traverse l'organe, du moins pour *régler la quantité de sang* que peut contenir l'organe ou même pour *le vider* presque complètement à certains moments.

Telle est en effet une des fonctions que l'on peut attribuer aux *piliers* de la cavité branchiale. Ceci nous conduit à l'étude de la fonction des piliers.

Fonction des piliers.

Quelle que soit la signification cytologique des piliers ou ponts qui, traversant la cavité sanguine, s'attachent aux deux parois opposées de la lame branchiale, leur disposition même dans l'organe conduit l'observateur à se demander quelle est la raison d'être, le rôle physiologique de ces curieuses productions.

A ne considérer que leur situation dans l'organe, leurs rapports avec ses parois, on pourrait leur attribuer un rôle entièrement passif : celui *d'empêcher l'écartement exagéré* des parois de la lame, ou bien au contraire le *reserrement* complet de la cavité sous l'action d'une pression extérieure, qui viendrait à l'emporter sur la pression interne.

De longues colonnettes minces comme celles de la lame externe de l'*Asellus* ou des *Cloportes*, FIG. 68, ne peuvent évidemment servir qu'à limiter l'écartement des deux lamelles.

Au contraire, les robustes piliers de la *Cirolana*, de l'*Anilocra* et de la *Cymothoa* pourraient très bien s'opposer à leur trop grand rapprochement.

L'un et l'autre de ces mouvements exagérés doivent être évités pour le fonctionnement régulier de l'organe.

En effet, si les deux lamelles pouvaient s'écarter librement, l'organe tendrait à prendre une forme vésiculeuse, — c'est une loi physique, — à la moindre perturbation qui pourrait se produire dans le courant afférent, le canal afférent continuant à déverser le sang dans l'organe. Dès lors, une stagnation plus ou moins accusée du sang respiratoire pourrait se produire. Si au contraire une pression extérieure s'exerçait sur les lamelles, la cavité pourrait se trouver complètement effacée et la circulation branchiale serait arrêtée.

Il semble donc certain qu'en toute hypothèse les piliers jouent ce rôle passif.

Mais si l'on porte son attention sur la structure de ces productions et si l'on tient compte de certaines considérations d'un autre ordre, on est porté à se demander si leur rôle se borne à cela.

Ces piliers ne sont-ils pas *doués de contractilité*?

Avant de donner une réponse à cette intéressante question, faisons remarquer que l'utilité de brides contractiles reliant les deux lamelles se conçoit aisément. Il est clair que le mécanisme de l'organe est plus parfait, s'il contient des *organes régulateurs*, capables d'augmenter ou de diminuer à tout instant le volume de la cavité sanguine et d'y admettre à un moment donné une masse de sang plus ou moins considérable, ou de l'en expulser d'une façon plus ou moins complète.

On peut même admettre que, quel que soit le mécanisme de la circulation dans la branchie, des dilatations et des rétrécissements alternatifs de sa cavité ne pourraient que favoriser le renouvellement du sang et son oxygénation.

Cependant, il est une considération qui est de nature à inspirer la circonspection sur ce point : c'est cette remarque que si ces colonnes sont réellement douées d'une contractilité exaltée, semblable à celle du protoplasme musculaire, nous possédons *un cas nouveau et extrêmement remarquable de muscles épithéliaux, épiblastiques* (1), bien plus intéressant que celui des cellules épithéliales musculaires des coelentérés, parce qu'il appartient à des animaux bien plus élevés et plus différenciés.

Nous avons donc cru nécessaire, avant de considérer cette contractilité comme une donnée acquise, de faire une étude attentive de la question.

(1) Notre première pensée, à la vue de ces éléments à structure si apparemment musculaire, fut de leur attribuer une origine mésoblastique, de les considérer comme des cellules détachées du massif mésoblastique général et localisées entre les éléments épithéliaux des lamelles branchiales. La pénétration de cellules mésoblastiques dans un épithélium est un fait normal et fréquemment constaté en histologie, particulièrement chez les arthropodes.

A ne considérer que les piliers de la *Cirolana*, de la *Cymothoa* et de l'*Anilocra*, cette interprétation paraît très admissible. Rien, en effet, dans la structure des branchies de ces trois espèces ne s'oppose à l'admission de l'origine mésoblastique des cellules à faisceaux que l'on y rencontre.

Cependant, l'examen comparatif des espèces voisines, *Asellus*, *Idotea* et surtout *Conilera*, ne nous permet pas de douter de la nature épithéliale de ces productions. Dans l'*Asellus* et l'*Idotea*, nous l'avons suffisamment démontré, les piliers sont évidemment des organes épithéliaux. Pourtant, dans ces éléments, le protoplasme présente déjà une structure fibrillaire nettement apparente; et il est même possible d'y retrouver un commencement de localisation de la partie différenciée, FIG. 4. Cette constatation à elle seule suffirait par analogie, si pas à faire rejeter, du moins à infirmer l'origine mésoblastique des cellules à structure musculaire de la *Cirolana*, de l'*Anilocra* et de la *Cymothoa*.

Mais il y a plus : les recherches que nous poursuivons sur la *Conilera*, espèce voisine de la *Cirolana*, et dont nous publierons incessamment les résultats, confirment absolument notre manière de voir. — Nous trouvons, en effet, réunis dans cette espèce les caractères que nous voyons séparés dans l'*Asellus* et la *Cirolana*. D'un côté, toutes les cellules constitutives de l'épithélium interviennent dans la formation des piliers, et de l'autre, un grand nombre de ces piliers contiennent le remarquable faisceau constaté chez la *Cirolana*.

Nous sommes arrivé à cette conclusion que, tout extraordinaire que soit ce fait, *les cellules épithéliales des lamelles branchiales*, au moins dans certaines espèces, *possèdent des portions contractiles ou dont la structure est analogue à celle de la substance musculaire.*

L'étude de la structure des piliers et des réactions de leur substance, celle de leur innervation et enfin l'observation directe des organes vivants nous ont conduit à ce résultat.

1° *Structure de la substance des piliers.*

Si l'on n'examine que les piliers simples de l'*Asellus* et de l'*Idotea*, on n'y remarque en définitive qu'une structure fibrillaire, peu différente de celle qu'on observe dans bien des cellules qui ne jouissent nullement d'une contractilité *spéciale*. Plus d'un épithélium digestif chez les arthropodes présente des fibres parallèles, disposées en faisceaux réguliers, et aussi puissantes que celles de certains piliers branchiaux. Citons un seul exemple : l'épithélium digestif des isopodes eux-mêmes.

Mais on trouve chez le même animal des piliers qui présentent déjà un aspect différent. Le faisceau de fibres qu'il contient possède déjà dans son ensemble ou du moins en certains points un aspect plus homogène. Si on examine l'organe à plat, on constate que la section optique de ces faisceaux est assez nettement limitée d'avec le protoplasme ambiant et présente un aspect brillant.

Cet aspect des faisceaux de fibrilles et leur forme bien délimitée font déjà penser à la substance musculaire.

Mais si, abandonnant cette espèce, on passe aux remarquables piliers de la *Cirolana*, ou de l'*Anilocra* et de la *Cymothoa*, on est vivement frappé de la ressemblance que présente la section optique transversale de leurs faisceaux musculaires avec celle d'un muscle ordinaire. Cette section est divisée en de nombreux petits champs polygonaux, très réfringents, séparés par de minces fentes moins brillantes. Bien souvent, il est tout à fait impossible de trouver la moindre différence entre les deux structures. La constitution de ces faisceaux étudiés en section paraît être exactement la même que celle d'un muscle strié ordinaire, examiné de la même façon.

Si l'on examine les piliers non plus en coupe optique, mais suivant leur longueur, on constate que leur substance présente une réfringence spéciale bien plus marquée que chez l'*Asellus* ou l'*Idotea*. Cet aspect est le même que celui que présentent souvent, même examinées en longueur, les

fibres musculaires, en certains endroits où la striation transversale n'apparaît point, — endroits que l'on trouve toujours nombreux dans les préparations de fibres d'arthropodes.

Nulle part, cependant, nous n'avons remarqué de striation transversale évidente. Toutefois, on peut se demander si la bande obscure révélée dans le pilier de la *Cirolana* par l'hématoxyline au fer de HEIDENHAIN n'a pas la signification d'une bande transversale de muscle, c'est-à-dire d'une bande qui devrait son origine d'une part à la présence entre les filaments parallèles de trabécules transversales unissantes et d'autre part à l'existence dans l'enchylème d'une quantité plus ou moins grande de myosine. Le pilier serait alors un muscle très court possédant une seule bande transversale accentuée et encore mal régularisée. C'est là une question fort difficile, à laquelle nous ne sommes pas à même de répondre d'une manière satisfaisante pour le moment. Nous n'avons pas pu jusque maintenant nous procurer les matériaux frais nécessaires pour des recherches de ce genre. Mais si cette hypothèse se vérifiait, on s'expliquerait facilement les divers aspects que présente cette bande : ils seraient en rapport avec l'état de contraction plus ou moins complète de ce muscle, ce qui d'ailleurs semble ressortir de l'examen de nos préparations.

L'impression qui nous reste de l'étude de tous les piliers que nous avons examinés est que la substance des faisceaux délimités présente une structure plus semblable à la structure musculaire qu'aucune autre production cellulaire dont nous ayons connaissance.

Nous disons que telle est la conclusion à laquelle nous mène l'étude de la structure intime seule. Mais l'étude d'autres propriétés de cette substance nous conduit d'une façon bien plus convaincante au même résultat.

2° Réactions de cette substance.

Nous avons été frappé dès le début de nos recherches de la façon dont les faisceaux se comportent vis-à-vis des réactifs. Nos coupes et nos lames montées entières contiennent très souvent au voisinage de la base de l'organe des portions de fibres musculaires ordinaires. Or, dans celles-ci comme dans les piliers, la substance différenciée présente toujours la même coloration et se délimite toujours aussi nettement et de la même façon de la portion non différenciée du protoplasme. Nous avons insisté suffisamment sur ces réactions des faisceaux fibrillaires dans notre partie descriptive; ajoutons que si elles sont de la plus grande netteté dans la *Cirolana*, elles

sont moins frappantes, mais encore bien réelles, dans l'*Anilocra*, l'*Idotea*, la *Cymothoa*.

On voit donc que l'aspect des faisceaux fibrillaires des piliers et leurs réactions vis-à-vis des matières colorantes sont identiques à l'aspect et aux réactions de certains muscles, ce qui conduit à la conclusion qu'ils doivent être de *même nature* et, par conséquent, *contractiles*.

3° *Innervation des piliers.*

Enfin, le fait que les piliers reçoivent des terminaisons nerveuses vient encore à l'appui de notre manière de voir.

En effet, rien ne nous autorise à regarder ces productions comme des appareils sensitifs. Leur structure ne rappelle en rien celle d'aucune forme de terminaison nerveuse connue. D'ailleurs, chez les arthropodes, les ramifications terminales des nerfs sensitifs aboutissent presque toujours, sinon toujours, à des poils. Et ces derniers existent, en grand nombre, ainsi que nous l'avons vu, sur le bord et sur le plat de l'organe.

Or, si ce n'est pas la sensibilité que ces ramifications nerveuses portent aux piliers, leur fonction est bien claire : ce sont des *nerfs moteurs*.

Cette conclusion importante implique la nature *contractile* musculaire des piliers.

4° *Observation directe de la contraction.*

Organes vivants. Instruit par ces diverses remarques, nous ne nous sommes cependant pas trouvé satisfait; il fallait encore constater, *de visu*, le fait de la contraction des piliers. Or, ceci est loin d'être aisé.

On peut bien examiner des lames branchiales vivantes en plaçant sur un porte-objets un *Asellus* couché sur le dos, ou même en extirpant rapidement un de ces organes et l'examinant de suite dans une goutte de sang prise à d'autres individus.

Mais on n'aperçoit alors que le pied des piliers et on n'en peut étudier ainsi que la section optique, FIG. 14. Or, ce sont là des conditions très défavorables à l'observation du phénomène de la contraction. Il est fort douteux que l'on puisse même constater la contraction d'un muscle véritable en l'examinant de cette manière, en section optique. Aussi n'est-il pas étonnant que nous n'ayons abouti dans cette première série d'essais qu'à des constatations moins démonstratives que nous ne l'eussions désiré.

Il est certain toutefois que l'on observe dans les lames examinées à

plat des mouvements tremblotants des deux lamelles et, comme la faible longueur des muscles cylindriques ne peut leur permettre de produire des mouvements d'une grande amplitude, surtout dans les conditions anormales où on les observe, ils nous ont paru suffisants pour lever tous les doutes.

Organes fixés. Ajoutons qu'il est un autre genre d'objets dont l'examen vaut à peu près celui des muscles vivants. C'est celui des coupes. Il nous paraît clair que, si les lames présentent parfois une cavité très large et des piliers très longs, tandis que d'autres fois cette cavité est très réduite, même virtuelle, c'est que le réactif a surpris les unes pendant le relâchement des piliers et les autres pendant leur contraction.

Or, c'est ce qu'on observe dans nos préparations, ainsi que le démontrent nos FIG. 19, 20, 22, 23, 24, 66 et 67, sur lesquelles nous prions le lecteur de jeter un coup d'œil comparatif.

En résumé,

La structure, les réactions, l'innervation des piliers et l'observation des organes vivants ou fixés concourent à nous démontrer que ces productions sont douées d'une contractilité semblable à celle des fibres musculaires.

Il existe donc chez les édriophthalmes des cellules épithélio-musculaires.

§ III. Rôle des différentes lames.

C'est avec raison que DELAGE fait remarquer que la lame externe des branchies d'édriophthalmes ne peut être regardée comme un appareil exclusivement protecteur et dépourvu de toute fonction respiratoire.

Il base cette manière de voir sur les données que la méthode des injections lui a fournies sur la circulation dans l'organe, dont il n'a point étudié la structure intime.

Venant après lui, nous pouvons confirmer son opinion en nous basant au contraire sur la structure interne.

Il est clair pour nous que tous les organes appendiculaires possédant la même structure que les branchies doivent remplir la même fonction. S'il en est ainsi, il faut attribuer à la lame externe un rôle très actif, puisque, dans une très grande partie de son étendue, elle a la même structure que la lame interne et, dans le reste, elle présente encore une disposition évidemment favorable à la mise en contact du sang avec le milieu extérieur, FIG. 9 et 10, *Ex.*

Mais s'il en est ainsi, il faut aller plus loin et attribuer une puissance respiratoire spéciale à d'autres portions du corps qu'à celles auxquelles on donne couramment le nom d'organes respiratoires.

Nous disons une puissance *spéciale*. En effet, nous n'ignorons pas que toute cellule respire et que tout organe est dans une certaine mesure perméable aux gaz et par suite respiratoire. Toute la surface du corps respire, mais il faut admettre que la fonction est active, spécialement active, dans d'autres organes encore chez nos édriophthalmes, parce que ces organes ont la structure, favorable aux échanges, qui caractérise les branchies.

Citons d'abord ce que l'on appelle chez l'*Asellus* l'*opercule*. Ce sont les deux exopodites du troisième segment pléal, qui recouvrent toutes les autres lames. Cette lame possède une cavité circulatoire parcourue par des piliers et une disposition interne qui ne diffère pas, ou seulement par des détails, de celle des lames postérieures.

La cuticule toutefois est plus épaisse, au moins sur sa face extérieure. Aussi ne nous refusons-nous pas à la considérer comme moins respiratoire dans son ensemble. Mais il est évident qu'elle l'est sur sa face interne au même degré que les exopodites des autres métamères.

On peut faire les mêmes remarques au sujet des clapets et du telson de l'*Idotea*.

Ainsi donc la *structure interne*, plus encore que l'étude de la circulation, défend de localiser exclusivement la fonction de respiration, disons même plus, la spécialisation fonctionnelle, dans les endopodites seules.

§ IV. Rôle des poils.

Nous avons décrit deux formes de poils : les *poils marginaux* et les *poils de surface*.

Les *poils marginaux* qui reçoivent les branches terminales des ramifications nerveuses ressemblent beaucoup à ceux qu'on rencontre sur bien des organes des crustacés et qui sont regardés comme *tactiles*.

Quant aux *petits poils de surface*, on en a signalé de semblables sur des organes non branchiaux, mais on ne leur attribue avec vraisemblance aucune fonction spéciale.

Nous nous permettons d'émettre à leur sujet une hypothèse : leur rôle ne serait-il pas d'apprécier la qualité de l'eau qui baigne les branchies,

d'avertir les centres nerveux de la nécessité de commander des mouvements propres à renouveler cette eau : mouvements des branchies et, en cas de persistance de l'impression, mouvements de locomotion générale, fuite d'un milieu délétère, pauvre en oxygène ou trop chargé d'anhydride carbonique ou d'autres substances nuisibles.

Cet usage paraît du moins très vraisemblable.

Ce travail a été fait sous la direction de M. le Prof. GILSON, qui nous en a proposé le sujet. Nous tenons en terminant à exprimer à notre savant maître toute la reconnaissance que nous lui devons.

Il nous est agréable aussi de présenter ici nos remerciements à M. le Prof. J. B. CARNOY, qui pendant cinq années nous a permis de travailler dans les divers laboratoires de l'Institut Biologique.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

Treviranus : Sur la branche des *Asellus* et des *Cloportes*.

Audouin et Milne Edwards : Annales des sciences nat., t. 11, 15 et 19.

Duvernoy et Lereboullet : Essai d'une monographie des organes de la respiration de l'ordre des crustacés isopodes; Ann. des Sc. nat., 2^e série, t. XV, Zool.

Lereboullet : Mémoire sur les crustacés de la famille des cloportides qui habitent les environs de Strasbourg, 1853. — Mémoire de Strasbourg.

Wagner : Recherches sur le système circulatoire et les organes de la respiration chez le *Porcellio dilatatus*; Ann. des sciences naturelles, 1865, IV, Zool.

G. O. Sars : Histoire naturelle des crustacés d'eau douce de Norvège; 1^{re} livraison, Malacostracés. Christiania.

» An account of the *Crustacea of Norway*; volume I, *Isopoda*, parts III, IV, 1897.

Leydig : Zum feineren Bau der Arthropoden; Archiv für Anatomie und Physiologie, 1855.

Delage : Contributions à l'étude de l'appareil circulatoire des crustacés édriophthalmes marins; Archives de zoologie expérimentale, t. 9, 1881.

Huet, L. : Nouvelles recherches sur les crustacés isopodes; Journal de l'anatomie et de la physiologie, t. 9, 1883.

vom Rath : Zur Kenntnis der Hautsinnesorgane und des sensiblen Nervensystems der Arthropoden; Zeitschr. f. wiss. Zool., 1896.

» Ueber den feineren Bau der Drüsenzellen des Kopfes von *Anilocra mediterranea*; Zeitschr. f. wiss. Zool., 1895.

Claus : Zeitschr. f. wiss. Zool., 1876.

Emil Holmgren : Kongl. Svenska Vetenskaps Akad. Handlingar, 1895.

Rina Monti : Ricerche microscopiche sul sistema nervoso degli insetti; Bollett. scient., 1893-94.

Retzius : Biol. Untersuchungen, neue Folge, I, 1890.

» Das sensible Nervensystem der Crustaceen; Biol. Untersuchungen, VII, Iéna, 1895.

Sye : Beiträge zur Anatomie und Histologie von *Iaera marina*; Kiel, 1887.

EXPLICATION DES FIGURES.

ABRÉVIATIONS GÉNÉRALES.

Cu., cuticule; *En.*, endopodite; *Ex.*, exopodite; *le.*, lamelle externe ou inférieure; *li.*, lamelle interne ou supérieure; *Po.*, pilier; *Ti.*, tissu intermédiaire; *Va.*, voie ou vaisseau afférent; *Ve.*, voie ou vaisseau efférent; *Zr.*, zone branchiale; *Zp.*, zone protectrice; *nf.*, nerf; *Hy.*, épithélium lamellaire.

PLANCHE I.

Asellus aquaticus.

FIG. 1. Coupe transversale du pléon. Gr. : $A \times 1$. *Op.*, lame operculaire.

FIG. 2. Coupe sagittale du même, demi-schématique. Gr. : $A \times 1$. *Op.*, lame operculaire; *Ba.*, basipodite.

FIG. 3. Lame operculaire vue à plat. Gr. : $a \times 1$. *Bi*, bord interne; *Be.*, bord externe; *P.*, poils plumeux des bords; *ps.*, poils courts de surface; *L.*, pli de la lamelle externe. On a dessiné sur le bord interne quelques touffes de pédoncules de vorticelles.

FIG. 4. Portion de la zone protectrice étalée, traitée par le bleu de méthylène. Gr. : ap. hom. imm. $1,30 \times 0c.$ comp. 4. — Les territoires cellulaires y sont très visibles. Les noyaux des territoires contigus sont groupés au nombre de 2 ou de 3 dans les amas protoplasmiques qui représentent la base des piliers.

FIG. 5. Coupe longitudinale dans la moitié interne de la lame operculaire. Gr. : $DD \times 4$. *L.*, pli. Le tissu intermédiaire est appliqué contre la lamelle externe et ne s'étend guère au-delà du pli vers l'extrémité distale de la lame.

FIG. 6. Portion d'une coupe transversale de la même. Gr. : apoc. hom. imm. $\times 0c.$ 4. La lamelle externe est formée d'une cuticule épaisse et d'un épithélium matrice ordinaire. La lamelle interne est mince. Les noyaux des cellules épithéliales sont massés à la base des piliers; la partie interpiliaire en est dépourvue.

FIG. 7 et 8. Portion de coupes transversales de la même, montrant les voies marginales. Gr. : $DD \times 4$. *gs.*, globules sanguins.

FIG. 9. Exopodite du deuxième segment respiratoire vu à plat. Gr. : $A \times 2$ réduit. La voie marginale afférente a été injectée. Il en part vers la cavité interlamellaire de nombreux canaux dérivés. On voit par transparence la plaque de tissu intermédiaire. Il occupe la moitié interne de la zone protectrice, γp .

FIG. 10. Coupe transversale de deux lames d'un même segment, faite dans la partie basale. Gr. : $DD \times 2$. Ti' , portion différenciée du tissu intermédiaire coupant la partie basale de la cavité branchiale en deux compartiments.

FIG. 11. Même coupe faite vers le milieu du limbe lamellaire. Elle intéresse la lame externe dans une petite portion de la zone branchiale. Gr. : $DD \times 2$.

FIG. 12. Portion de coupe transversale de la région afférente de la zone protectrice d'une lame externe vers le milieu du limbe. Gr. : apoc. hom. imm. $1,30 \times oc.$ comp. 6. m ., membrane cellulaire; f . et m' ., parois vacuolaires. Les deux lamelles présentent les mêmes caractères que la lamelle externe de la FIG. 6.

FIG. 13. Même coupe dans la portion distale du bord afférent. Gr. : apoc. hom. imm. $\times oc.$ comp. 6. Le tissu intermédiaire fait hernie dans la voie marginale. f . et m'' ., parois vacuolaires.

PLANCHE II.

FIG. 14. Coupe optique d'une portion d'une lame interne étalée, prise à un niveau un peu inférieur à la surface. Gr. : $DD \times 2$. Elle montre les coupes des protubérances pr . des cellules multicolonnaires faisant saillie dans la cavité branchiale.

Ainsi vues, ces protubérances apparaissent comme des corps cellulaires libres et indépendants; elles correspondent aux « gebückter Körper » de LEYDIG. Les piliers y apparaissent comme des bandes étoilées plus ou moins régulières.

Cs ., canaux sanguins; M ., limites des territoires cellulaires; N ., noyau; n ., membrane du noyau.

FIG. 15. Une cellule multicolonnaire vue de face au niveau de la surface externe de la lamelle. Gr. : $D \times 4$. N ., noyau; mn , membrane du noyau; n ., nucléoles. Les plages étoilées représentent la coupe optique transversale des piliers.

FIG. 16. Une cellule analogue vue dans un plan inférieur. Gr. : $D \times 4$.

FIG. 17. Aspect d'une cellule multicolonnaire vue de face, traitée par le nitrate d'argent. Gr. : $D \times 4$.

FIG. 18. Pilier d'une lame interne. Gr. : apoc. hom. imm. $1,30 \times oc.$ comp. 8. Il est dépourvu de noyau.

FIG. 19, 20 et 22. Fragments de coupes transversales d'endopodites, à divers états de contraction. Gr. : $D \times 2$. — N ., noyaux; n ., nucléoles; gs ., corpuscules sanguins.

FIG. 21. Vue idéale de deux cellules multicolonnaires en coupe.

FIG. 22BIS. Poils plumeux de l'opercule au moment de la mue. Gr. : $D \times 4$. *Cl.*, portion de l'ancienne cuticule qui s'est clivée. Elle a emporté avec elle les anciens poils. *So.*, extrémité de la lame portant les nouveaux poils, dont la base est enfermée dans une gaine.

Cirolana hirtipes.

FIG. 23. Coupe sagittale du pléon montrant la disposition des lames branchiales. Gr. : $a \times 1$. *Ba.*, basipodite ou pédoncule; I, II, III, IV, V, VI, numéros d'ordre des segments abdominaux. — Cette coupe est faite suivant CD de la figure suivante.

PLANCHE III.

FIG. 24. Coupe transversale du pléon suivant AB de la FIG. 23. *U.*, uropodes. Gr. : $a \times 1$. La plupart des lames externes, *Ex.*, sont à l'état de contraction.

FIG. 25. Une paire de lames du premier segment pléal. Gr. : $A \times 1$. *Ba.*, basipodite; *mu.*, muscle basal; *fn.*, nerf branchial; *P.*, poils des bords; *Bp.*, bord postérieur; *a.*, angle basal interne de l'endopodite; de droit ou d'obtus qu'il est dans la lame des premiers segments, il devient très aigu dans les lames internes des derniers, FIG. suivante; *dc.*, appendices cuticulaires pectiniformes.

FIG. 26. Croquis de l'appendice respiratoire du dernier segment pléal. Gr. : $A \times 1$. L'endopodite ne porte plus que deux poils au bord postérieur; *e.*, petit mamelon faisant saillie sur la face interne.

FIG. 27. Endopodite du deuxième segment pléal avec son stylet chez le mâle. Gr. : $A \times 1$.

FIG. 28. Fragment de lame étalée, avec un poil du bord. Gr. : apoc. hom. imm. $1,30 \times 2$. *P.*, poils des bords; *np.*, filets nerveux se rendant aux poils; *Ld.*, lambeau de la paroi mésoblastique de la gouttière marginale.

FIG. 29. Portion de cuticule montrant les organes pectiniformes signalés en *dc* dans la FIG. 25. Gr. : ap. hom. imm. $1,30 \times 4$.

FIG. 30. Fragment d'un endopodite vu à plat. Gr. : ap. hom. imm. $1,30 \times 4$. *n.*, noyau du pilier; *n'*, noyau des cellules épithéliales ordinaires.

FIG. 31. Quelques piliers de l'endopodite vus en coupe optique transversale. Gr. : ap. hom. imm. $\times 6$. La coupe est prise à un niveau un peu inférieur à la surface. Le pilier est une colonne complexe. La cellule centrale seule présente un faisceau de fibrilles bien limité. Ce faisceau constitue l'axe même du pilier; il est entouré d'une gaine irrégulière de cellules ordinaires. *p.m.*, membrane de la cellule centrale; *n.*, noyau de cette cellule; *n'*, noyaux des cellules de la gaine.

FIG. 32. Pilier de l'exopodite, formé de deux cellules présentant chacune un cylindre fibreux. — Gr. : ap. hom. imm. $1,30 \times 6$.

Dans l'exopodite, le cylindre fibreux est entouré d'une gaine de protoplasme non différencié appartenant à la même cellule. La gaine de cellules ordinaires n'existe pas ou n'est pas complète. *n.*, noyau de la cellule à faisceau; *n'*, noyaux des cellules épithéliales de la couche matrice, *Hy*.

FIG. 33. Un des piliers de l'exopodite, vu à un plus fort grossissement. Gr. : ap. hom. imm. $1,30 \times 8$.

FIG. 34. Coupe transversale du bord efférent à la base de la lame. La voie marginale y contient un vaisseau complet à paroi propre, *Ld.*; *Pc.*, pilier reliant la paroi du vaisseau à l'épithélium cuticulaire. Gr. : ap. hom. imm. $1,30 \times 4$.

PLANCHE IV.

FIG. 35. Endopodite et exopodite d'un même segment en coupe transversale faite vers le milieu de la longueur des lames. L'endopodite, lame inférieure de la figure, est facilement reconnaissable. La couche épithéliale matrice y est beaucoup plus épaisse que dans l'exopodite. Gr. : DD $\times 2$. La lame mésoblastique, *Ld.*, constituant la paroi du vaisseau marginal, incomplet en cet endroit, appliquée contre le fond de la gouttière épithéliale dans la voie afférente de l'endopodite et dans la voie efférente de l'exopodite, est détachée dans les voies marginales opposées et laisse, entre elle et l'épithélium de la gouttière, une ouverture dans laquelle on voit pénétrer des cellules sphéroïdales, qui sont des corpuscules sanguins. *co.,co'*, lame de tissu intermédiaire; *G.*, massif de cellules granuleuses; *pc.*, piliers suspenseurs de la paroi de la gouttière mésoblastique; *Hy.*, épithélium matrice; *n.*, noyaux des cellules épithéliales.

FIG. 36. Pilier d'un exopodite traité par l'hématoxyline au fer de HEIDENHAIN. Gr. : ap. hom. imm. $\times 4$.

FIG. 37, 38 et 39. Coupes transversales des piliers à divers états de contraction. Gr. : ap. hom. imm. \times oc. comp. 2. *Hp*, cellules de la couche épithéliale, formant gaine autour du pilier fibrillaire; *Hy.*, couche épithéliale matrice.

FIG. 40. Voie afférente d'une lame vers le milieu de sa longueur. Gr. : ap. hom. imm. \times oc. comp. 2. La paroi mésoblastique du vaisseau marginal contient un amas de cellules granuleuses, *G.*; *pc.*, piliers suspenseurs de cette paroi.

Idotea tricuspida.

FIG. 41. Exopodite du dernier segment respiratoire, dessiné d'après une photographie. Gr. : a — 2 — 35 cms. La région efférente, *Zc.*, apparaît plus claire que la région afférente; *C.*, canaux transverses primaires; *c'*, canaux transverses secondaires.

FIG. 42. Endopodite du premier segment, également dessiné d'après une photographie. Gr. : A apoc. — 40 cms. *P.*, poils des bords; *Cp.*, cellules pigmentaires.

FIG. 43. Fragment du même plus grossi. Gr. : DD — 2 — 40 cms. *cp.*, cellule pigmentaire. Les piliers y sont disposés en lignes transversales presque continues.

FIG. 44. Fragment d'un exopodite étalé, montrant deux canaux transverses résultant de l'interruption de la plaque de tissu intermédiaire, d'après une photographie. Gr. : DD \times 4 — 45 cms.

FIG. 45. Autre fragment du même. Gr. : DD \times 4 — 40 cms. *c.*, canaux transverses primaires; *c'*, canaux transverses secondaires.

FIG. 46. Coupes transversales médianes de deux lames d'un même segment. Gr. : apoc. hom. imm. \times oc. comp. 2. — Le tissu intermédiaire existe dans toute la largeur de la lame. Il s'étend de la voie afférente à la voie efférente et envoie dans l'une et l'autre de ces voies deux lames latérales, qui, par leur application contre le fond de la gouttière épithéliale, constituent un tube complet analogue à celui de la FIG. 35. Les noyaux des cellules de la couche cuticulaire matrice sont tous localisés à la base des piliers. La couche épithéliale dans l'espace compris entre les piliers en est dépourvue. Ce détail, déjà signalé dans les lames externes de l'*Asellus*, s'observe mieux dans les figures suivantes.

PLANCHE V.

FIG. 47, 48, 49. Coupes transversales de la voie marginale en différents points de son étendue. Gr. : apoc. hom. imm. 1,30 \times oc. comp. 4. La disposition de la gouttière mésoblastique, *Ld.*, est variable.

FIG. 50. Coupe transversale de deux lames dans la région afférente de la moitié distale. Gr. : ap. hom. imm. 1,30 \times 2. Le plancher de tissu intermédiaire est interrompu au niveau des canaux transverses, *ct.*

Anilocra mediterranea et *Cymothoa* (*æstrum*?)

FIG. 51. Une des lames internes de l'*Anilocra* d'après une photographie. Gr. : A \times 2 — 35 cms. La région afférente, *va.*, est plus dense et moins transparente que la région efférente, *ve.*

FIG. 52. Un endopodite de la *Cymothoa*, également dessiné d'après une photographie. Même grossissement.

Anilocra mediterranea.

FIG. 53. Détails cuticulaires s'observant sur le bord marginal des lames. Gr. : apoc. hom. imm. \times oc. comp. 4.

FIG. 54. Fragment de l'épithélium lamellaire étalé. Gr. : apoc. hom. imm. 1,30 \times oc. comp. 8. — *pi.*, productions superficielles rappelant les ponts intercellulaires des auteurs.

FIG. 55. Portion de lame examinée en surface au niveau de l'insertion d'un pilier à la cuticule. Gr. : ap. hom. imm. 1,30 X oc. com. 4. *c.*, section optique des faisceaux fibrillaires incrustés de substances réfringentes; *nf.*, filet nerveux arrivant normalement au pilier; *Hy.*, épithélium ordinaire; *pi.*, comme dans la figure précédente.

FIG. 56. Fragment de cuticule dénudée. Gr. : D X 4.

FIG. 57. Section optique transversale de la portion moyenne d'un pilier en contact immédiat avec le nerf branchial, *nf.* Gr. : ap. hom. imm. 1,30 X oc. com. 4. *n.*, noyaux du névrilemme; *c.*, faisceau fibrillaire du pilier.

FIG. 58. Pilier en coupe longitudinale. Gr. : apoc. hom. imm. 1,30 X oc. com. 4. — Chacune des cellules constituant la colonne complexe ou pilier possède un faisceau de fibres, *c.*, *c'*., *c''*. — *m.*, membrane cellulaire; *m'*., bande obscure due à un épaissement des filaments des faisceaux. — Les noyaux, *n.*, des cellules à faisceaux sont logés dans une portion non différenciée de protoplasme.

FIG. 59. Fragment d'une coupe transversale d'une lame. Gr. : ap. hom. imm. 1,30 X oc. comp. 4.

Cymothoa.

FIG. 60. Deux lames vues en coupe transversale. Gr. : ap. hom. imm. 1,30 X oc. 2. La gouttière marginale mésoblastique n'existe que dans la voie afférente de l'endopodite.

FIG. 61. Coupe transversale de la lame operculaire au moment de la mue. Gr. : apoc. hom. imm. 1,30 X oc. comp. 4. *Cu'*., cuticule ancienne détachée; *G.*, cellules granuleuses; *Ld.*, paroi de la gouttière marginale mésoblastique.

FIG. 62. Portion d'une coupe transversale d'un exopodite dans sa moitié proximale. Gr. : apoc. hom. imm. X oc. comp. 6. *G.*, amas de cellules granuleuses localisées dans le plancher mésoblastique, *Ti.* — *cu'*., ancienne cuticule.

FIG. 63. Portion de la lamelle externe d'une lame operculaire dans laquelle la nouvelle cuticule vient de se former. Gr. : ap. hom. imm. X oc. comp. 12.

FIG. 64. Coupe transversale du bord interne d'un endopodite dans sa moitié proximale. Gr. : ap. hom. imm. 1,30 X oc. comp. 6. — Le tube marginal mésoblastique. *Ld.*, y est encore presque complet. *Hy.*, épithélium lamellaire.

FIG. 65. Même coupe faite à la base de la lame. Gr. : ap. hom. imm. 1,30 X oc. comp. 6. *G.*, cellules granuleuses éparses dans le tissu intermédiaire qui, à la base de la lame, remplit la voie marginale et rappelle par sa structure l'aspect du tissu conjonctif du corps. Le vaisseau marginal est creusé dans son intérieur.

FIG. 66. Coupe longitudinale d'un pilier contracté. Gr. : ap. hom. imm. 1,30 X oc. comp. 6. Le pilier, vu dans cet état, apparaît comme formé d'une série de colonnes juxtaposées, sans structure nettement visible et très réfringentes.

PLANCHE VII.

FIG. 67. Coupe transversale d'un endopodite à l'état de relâchement. Gr. : ap. hom. imm. \times oc. comp. 6.

FIG. 68. Fragment d'une coupe transversale d'un endopodite de cloporte. Gr. : ap. hom. imm. 1,30 \times oc. comp. 4.

Les figures 69 à 77 se rapportent au chapitre de l'innervation des lames branchiales dans les diverses espèces.

FIG. 69. Portion d'un tronc nerveux, *nf.*, de la lame operculaire de l'*Asellus*. Gr. : ap. hom. imm. 1,30 \times oc. comp. 4. — *fn'*, filets nerveux se rendant aux piliers, *Po.*; *N.*, amas de cellules d'aspect particulier. Ce sont probablement des cellules nerveuses sensibles bipolaires.

FIG. 70. Tronçon d'un filet nerveux de la même lame, entouré d'une gaine de cellules, dans lesquelles on trouve des cellules bipolaires, *N.* Gr. : ap. hom. imm. 1,30 \times oc. comp. 6.

FIG. 71. Un endopodite de la *Cirolana*, à plat, montrant la distribution du nerf branchial, *nf.* Gr. : ap. hom. imm. 1,30 \times oc. comp. 2, réduit 1/3. On voit sur la partie distale un grand nombre de poils courts de surface, *p.*, auxquels se rendent des filets nerveux. *N.*, amas nerveux très nombreux dans cette région; *P.*, poils longs des bords; *mu.*, muscle basal de la lame.

FIG. 72. Deux tronçons de nerfs, *nf.*, pris aux environs du bord distal de la même lame. Gr. : ap. hom. imm. 1,30 \times oc. comp. 8. *N.*, amas de cellules nerveuses; *N'*, cellules bipolaires. La partie supérieure de la figure montre les rapports du filet nerveux avec un pilier. On voit en *pm.* un noyau particulier qui se distingue sur les préparations par une coloration spéciale. Il est en relation très intime avec le pilier, ainsi qu'avec le filet nerveux; *n.*, noyau de la cellule du pilier.

FIG. 73. Portion terminale du tronc principal avant l'entrée de ses rameaux dans les poils. Gr. : ap. hom. imm. 1,30 \times oc. comp. 4. *nf.*, tronc principal; *np.*, rameaux se rendant aux poils des bords; *np'*, filets nerveux des poils courts, *p.*, *p'* et *p''*. Le poil indiqué par *p''* a été omis par le graveur; *N.*, *N'*, *N''* et *N'''*, amas de cellules nerveuses.

FIG. 74. Figure analogue à la précédente, montrant les rapports du filet nerveux d'un poil de surface, *P.*, avec l'amas de cellules nerveuses, *N.* — *S.*, coupe d'un filet nerveux se terminant au pilier, *Po.*, par une cellule à noyau particulier, *pm.*; *Hp.*, gaine de protoplasme non différencié appartenant à la cellule à faisceau.

FIG. 75. Croquis divers faits sur des coupes transversales d'un exopodite de l'*Anilocra*, montrant les rapports des filets nerveux avec les piliers. Gr. : ap. hom. imm. 1,30 \times oc. comp. 4. *nf.*, coupe des filets nerveux; *S.*, filets nerveux plus minces, ayant des rapports plus étroits avec le pilier; *pm.*, cellule à noyau spécial, qui semble mettre le filet nerveux en relation avec le pilier.

PLANCHE VIII.

FIG. 76. Nerf branchial d'un exopodite de l'*Anilocra*. Gr. : ap. hom. imm. 1,30 X oc. comp. 2, réduit 1/3. *np'*., rameau se rendant au poil, *p*.

FIG. 77. Tronçon du précédent. Gr. : DD X 2. *nf.*, une des branches du tronc principal; *n.*, noyau du névrilemme.

FIG. 78. Figures schématiques montrant les diverses variétés de piliers observés dans les espèces étudiées. *Cfr. Remarques et conclusions*, p. 367.

FIG. 79. Figures schématiques montrant le processus probable de la genèse des lames branchiales. *Cfr. Remarques et Conclusions* : Signification des piliers bicellulaires.

TABLE DES MATIÈRES.

Introduction	297
Historique	298

CHAPITRE I.

Observations personnelles.

Méthodes	301
1. Examen direct des objets et des organes à l'état vivant et après fixation	301
A) A l'état vivant	301
B) Après fixation	302
2. Méthode des coupes	303
A) Fixation	303
B) Enrobage	303
C) Coloration	304
Signification et disposition de l'appareil respiratoire chez les isopodes.	304

I. *Asellus aquaticus*.

A. Nombre et disposition des branchies	307
B. Structure des lames.	307
1. Structure de l'opercule.	308
A) Examen de la lame à plat	308
B) Examen des coupes	310
1. La lamelle inférieure ou externe	311
2. La lamelle supérieure ou interne	312
3. Les ponts ou piliers	313
4. Tissu intermédiaire	315
2. Structure des lames externes des 4 ^e et 5 ^e segments.	316
A) Examen de la lame à plat	316
B) Examen des coupes.	318
1. Lamelles	319
2. Ponts ou piliers interlamellaires	320
3. Tissu intermédiaire	322
3. Lames internes	323
A) Examen à plat	323
B) Examen des coupes.	326
Remarques générales	326
Constitution de la partie épithéliale des endopodites et de la zone branchiale des exopodites	327

II. *Cirolana hirtipes*.

A. Nombre et disposition des branchies	330
B. Structure des lames	330
A) Examen des lames à plat	331
1. Lames externes	331
2. Lames internes	333
B) Examen des coupes	334
1. Lamelles	334
2. Ponts ou piliers	336
3. Tissu intermédiaire et vaisseau marginal	339

III. *Idotea tricuspidata*.

A. Nombre et disposition des branchies	341
B. Structure des lames	341
A) Examen des lames à plat	341
B) Examen des coupes	343
1. Lamelles	344
2. Piliers	344
3. Tissu intermédiaire	345

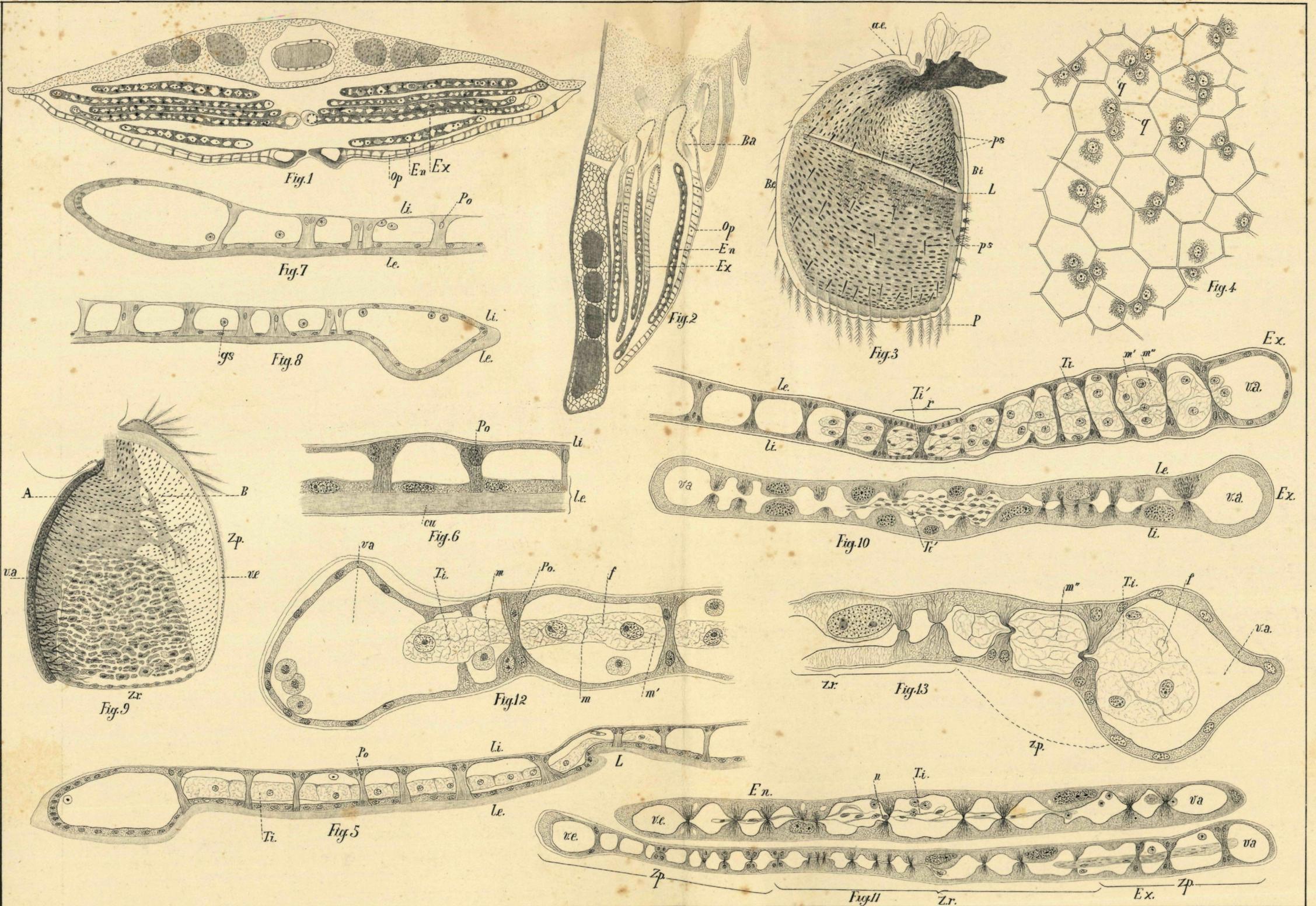
IV. *Anilocra mediterranea* et *Cymothoa* (œstrum?).

A. Nombre et disposition des lames	346
B. Structure des lames	346
A) Examen des lames à plat	346
B) Examen des coupes	349
1. Lamelles	350
2. Piliers	352
3. Tissu intermédiaire	353
Innervation des lames branchiales	355
1. Description du trajet du nerf	356
2. Structure des nerfs	358
3. Terminaisons nerveuses	359

CHAPITRE II.

Remarques et conclusions.

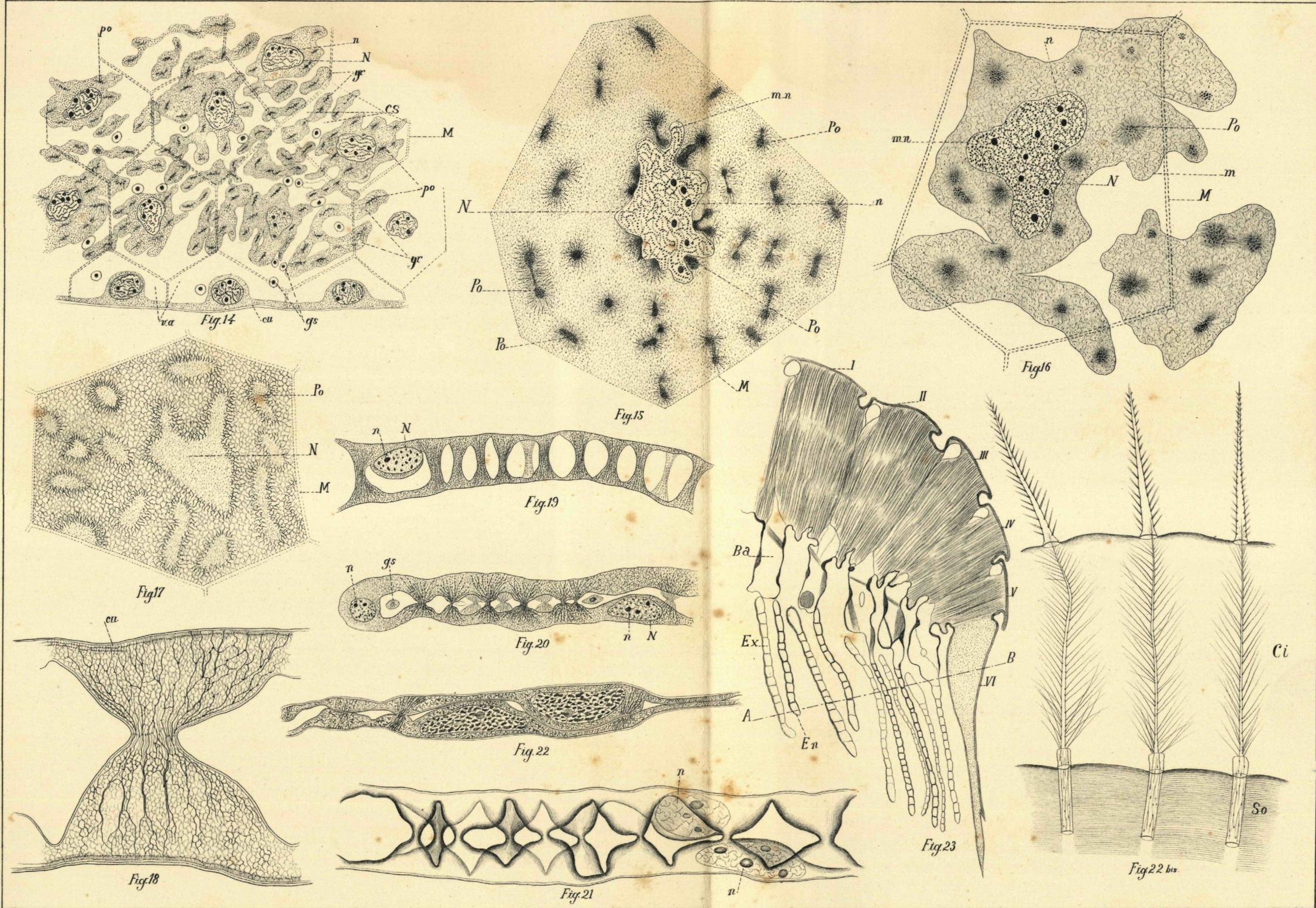
§ I. Structure des pléopodes	364
A. Éléments épithéliaux	365
B. Signification des piliers bicellulaires	367
C. Structure des éléments épithéliaux	370
D. Tissu intermédiaire	372
§ II. Fonctionnement des lames	375
A. Nature et action de la membrane respiratoire	376
B. Renouvellement des gaz respiratoires	377
C. Appareil circulatoire des lames	378
D. Mécanisme de la circulation branchiale	383
§ III. Rôle des différentes lames	389
§ IV. Rôle des poils	390
Index bibliographique	393
Explication des figures	395

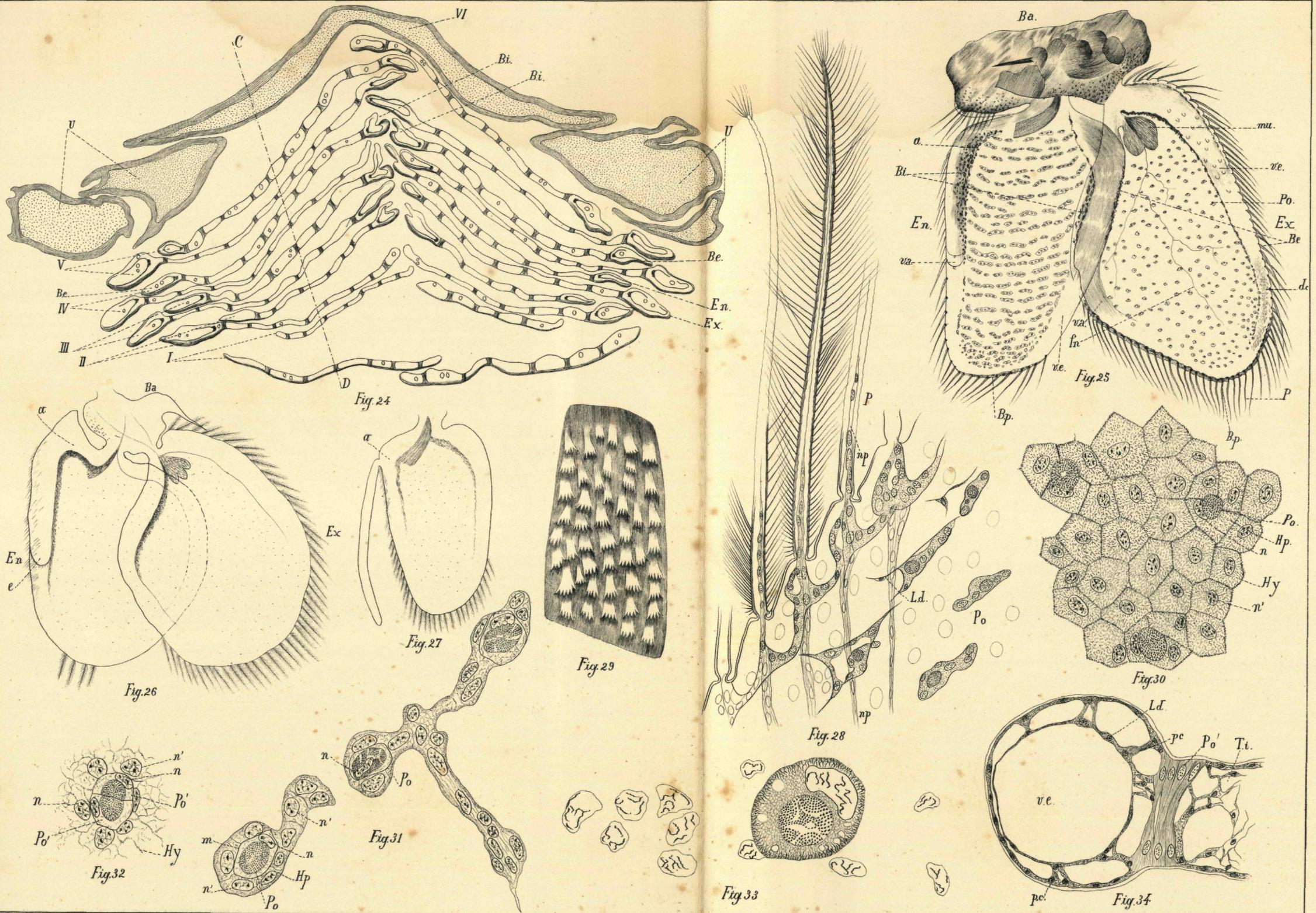


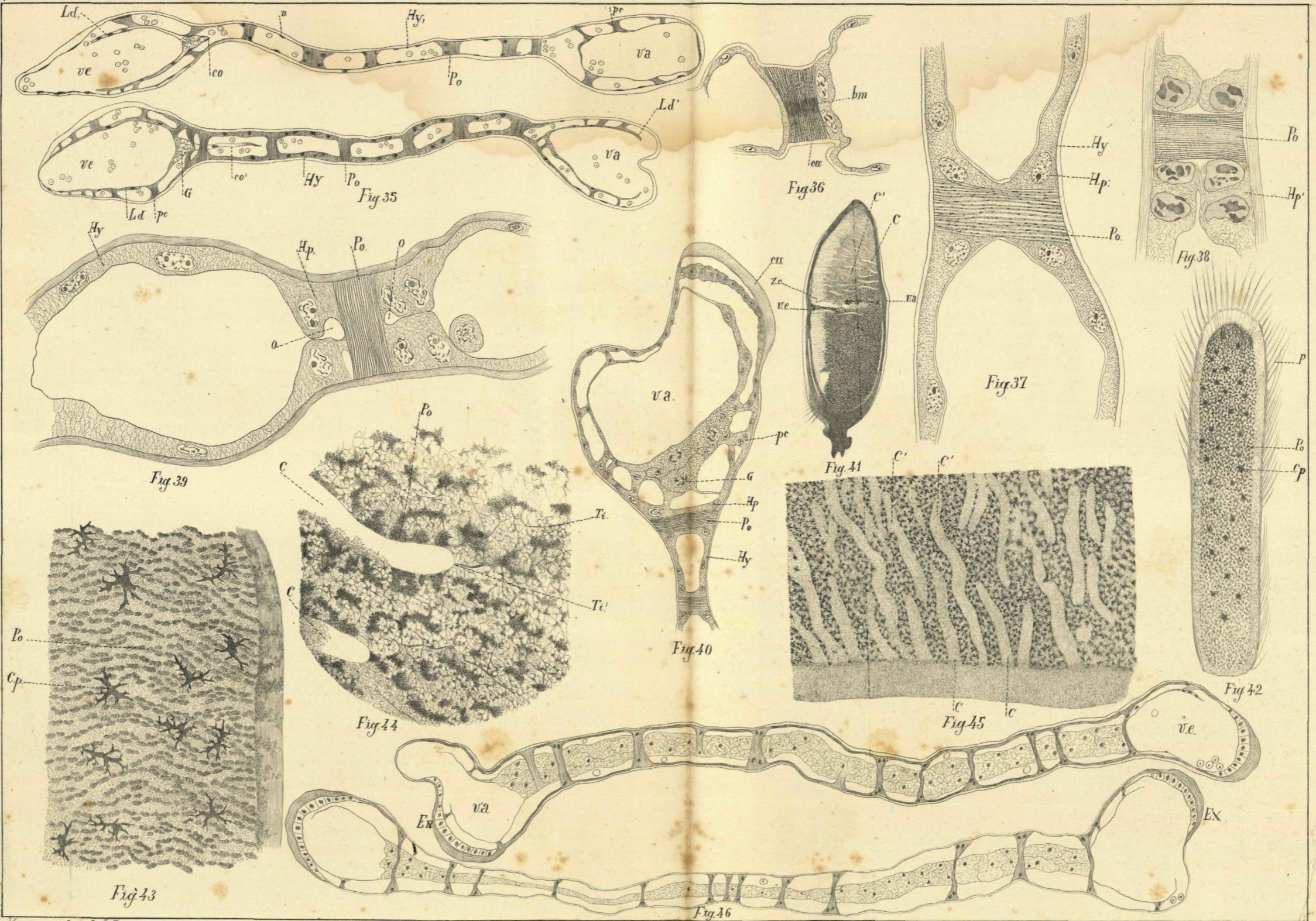
Kimus ad nat. delin.

Lith. F. Pepermans & Henrijean Brux.

F. Biesemans Sculp.







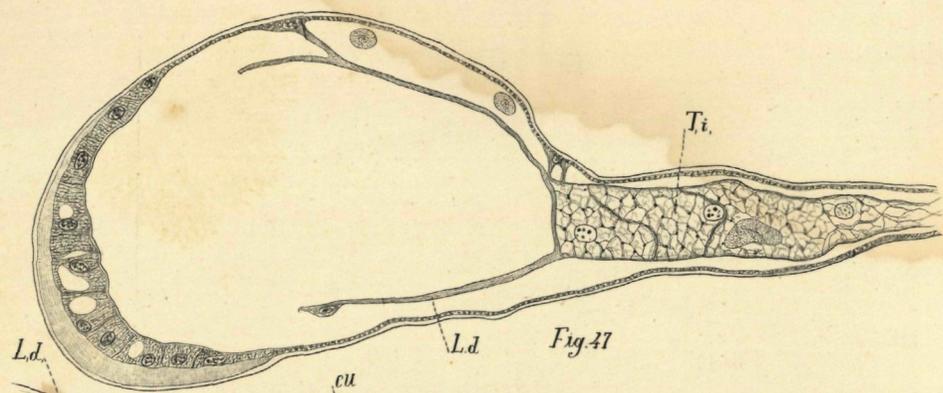


Fig. 47

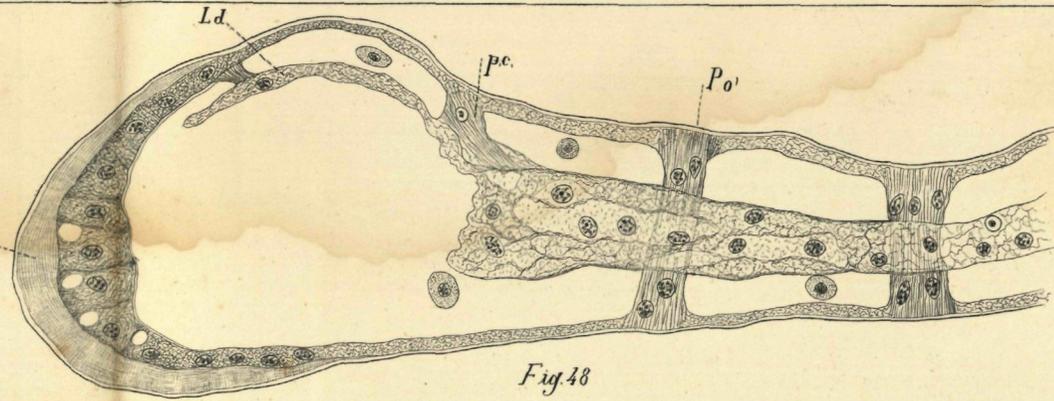


Fig. 48

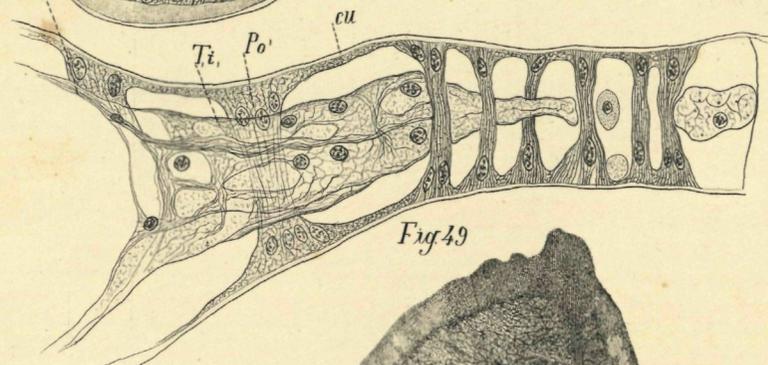


Fig. 49

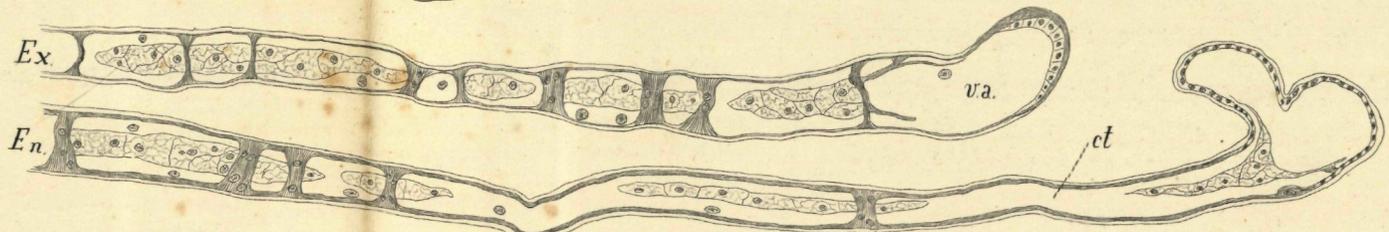


Fig. 50

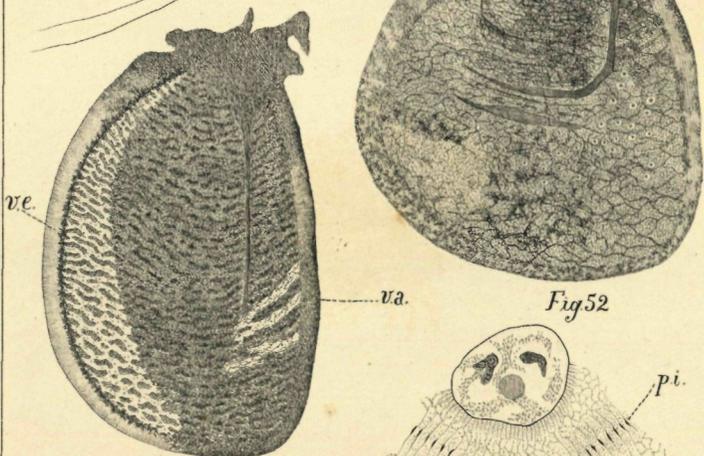


Fig. 51

Fig. 52

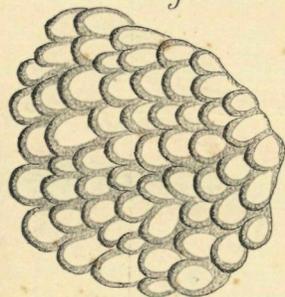


Fig. 53

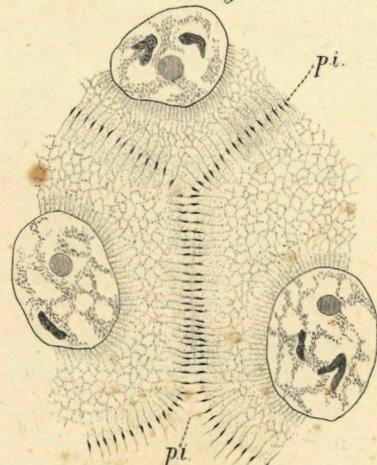


Fig. 54

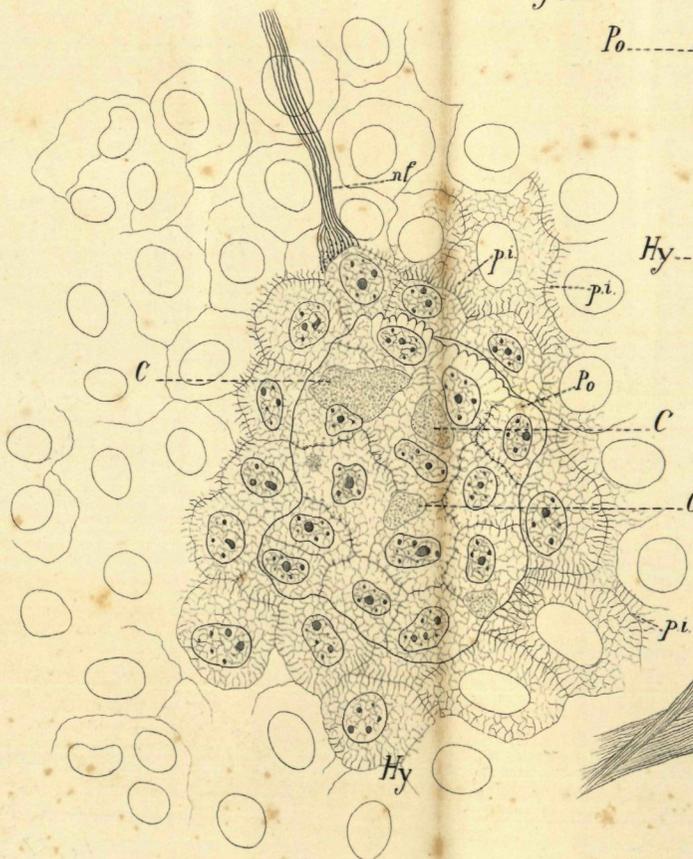


Fig. 55

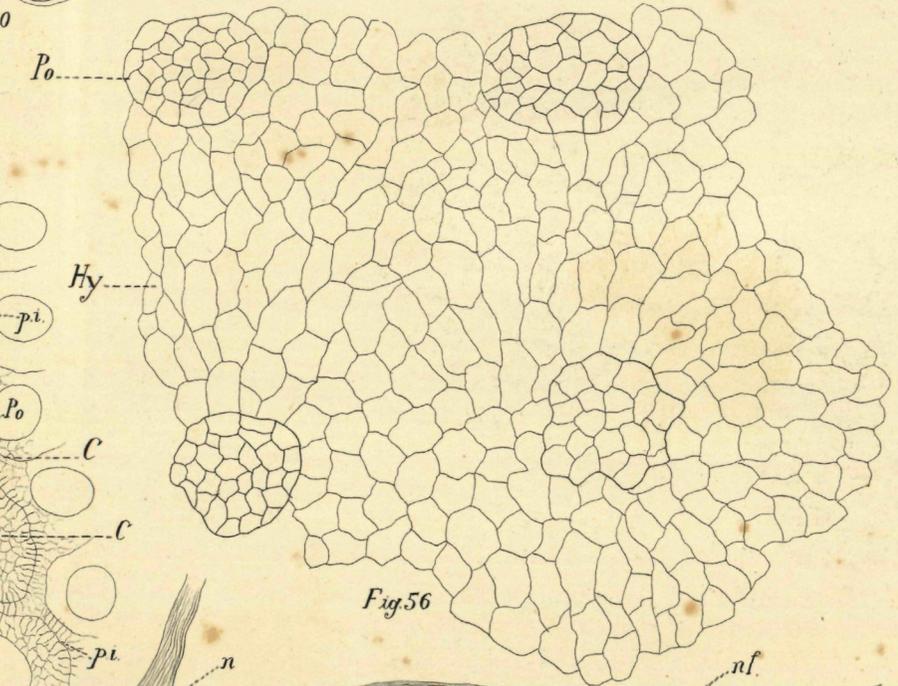


Fig. 56

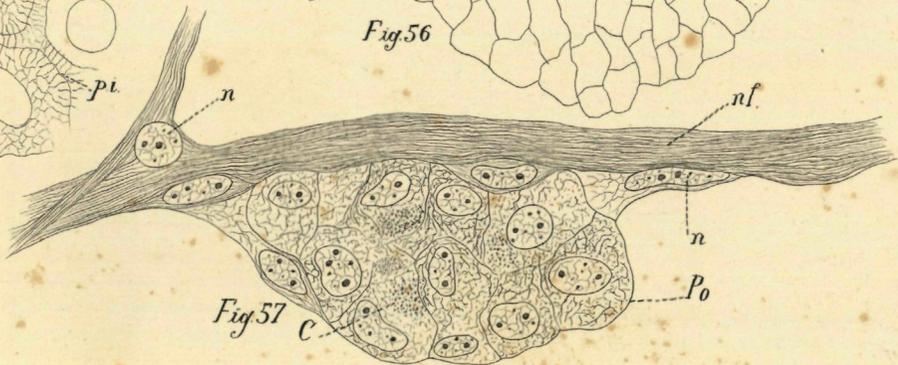
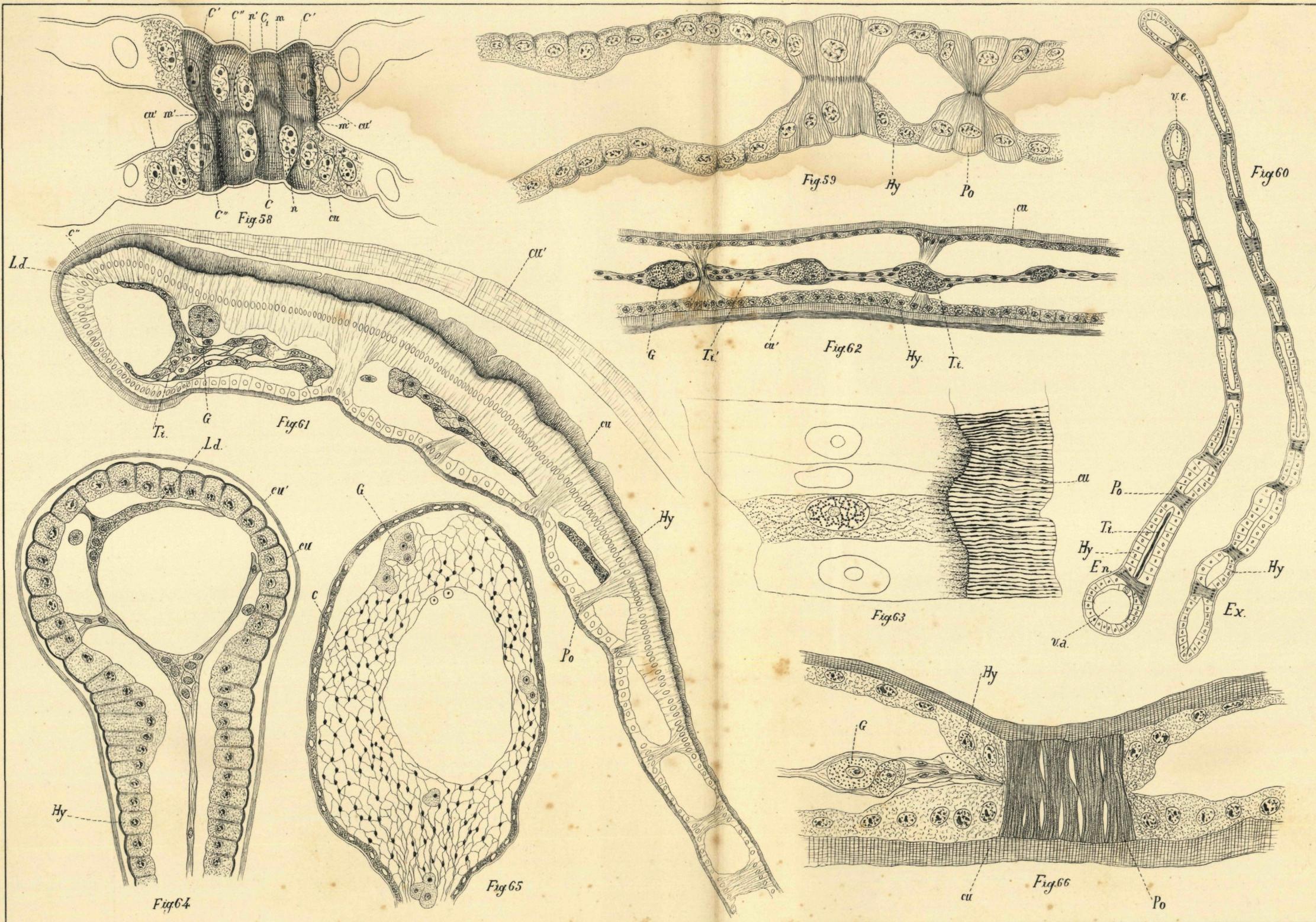


Fig. 57

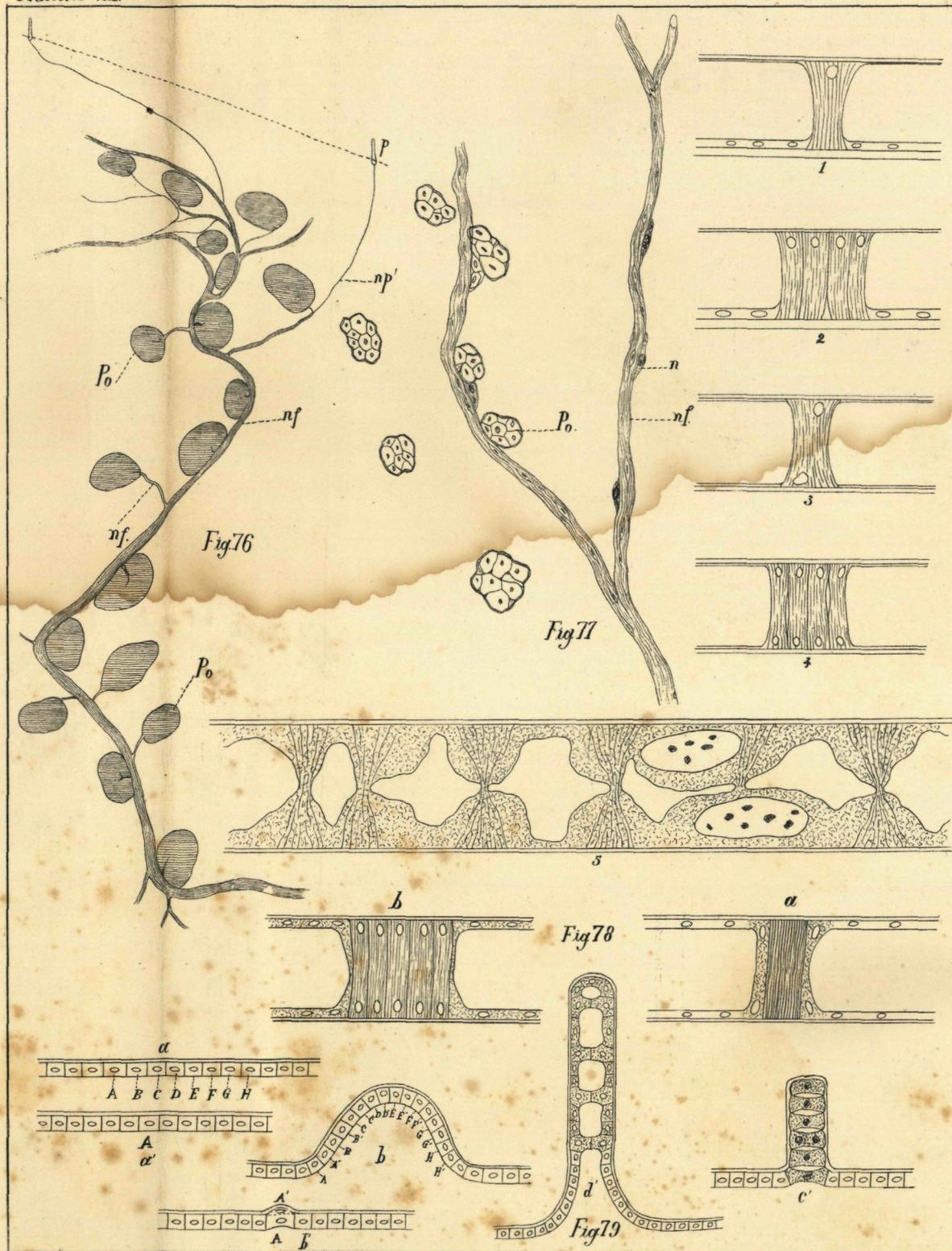




Kirrus ad nat. delin.

Lith. F. Pepermans & Hentjean Brux.

F. Btesemans Sculp.



Kimus ad nat. delin.

Lith. F. Pepermans & Henrijean Brux.

F. Busemans Sculp.