

BULLETIN SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE

ET DE LA BELGIQUE,

PUBLIÉ PAR

ALFRED GIARD,

*Chargé de cours à la Sorbonne (Faculté des Sciences),
Maître de Conférences à l'École Normale Supérieure.*



PARIS,

LONDRES,
DULAU & C^e,
Soho - Square, 57.

Georges CARRE,
Rue St-André-des-Arts, 58 ;
et
Paul KLINCKSIECK,
Rue des Écoles, 52.

BERLIN,
FRIEDLÄNDER & SOHN
N.-W., Carlstrasse, 11.

(Sorti des presses le 18 Août 1891),

BULLETIN SCIENTIFIQUE DE LA FRANCE ET DE LA BELGIQUE.

SOMMAIRE :

	Pages :
F. LE DANTEC. — Recherches sur la digestion intracellulaire chez les Protozoaires	261
V. WILLEM. — Sur les perceptions dermatoptiques (<i>Résumé historique et critique</i>)	329
E. HECKEL. — Sur le mimétisme du <i>Thomisus onustus</i> WALCKENAER (Planches VII-VIII).....	347
F.-S. MONTICELLI. — Un mot de réponse à M. LÖNNBERG.....	355
H. FISCHER. — Recherches anatomiques sur un mollusque nudibranche appartenant au genre <i>Corambe</i> (1 fig. dans le texte et Planches IX-XII).	358
A. LAMEERE. — Prolégomènes de Zoogénie	399
A. MAGNIN. — Observations sur le parasitisme et la Castration chez les Anémones et les Euphorbes (1 fig. dans le texte et Planche XIII).....	412
P. PELSENER. — Sur l'épipodium des Mollusques [<i>Troisième note</i>] (8 fig. dans le texte et Planches XIV-XVI).....	437
E. CANU. — Les Copépodes marins du Boulonnais (<i>suite</i>): V, Les semi-parasites	467
W.-H. DALL. — A propos des <i>Pleurotomaria</i> des Musées américains....	488
<i>BIBLIOGRAPHIE :</i>	
J. KUNSTLER. — Le développement des Poissons osseux, par HENNEGUY.	490
P. BONNIER. — Les sens chez les Animaux inférieurs, par JOURDAN....	493

PRIX DE L'ABONNEMENT A UN VOLUME :

20 francs pour Paris; 22 francs pour les Départements
et l'Étranger.

*L'abonnement est payable après la livraison de chaque volume,
et sera continué, sauf avis contraire et par écrit.*

Adresser tout ce qui concerne la Rédaction et l'Administration à MM.

Alfred GIARD, 14, rue Stanislas,	}	Paris.
Jules BONNIER, 75, rue Madame,		

BULLETIN SCIENTIFIQUE
DE LA FRANCE ET DE LA BELGIQUE.



TOME XXIII.

Quatrième Série. — Deuxième Volume.

1891.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE
ET DE LA BELGIQUE

PUBLIÉ PAR

ALFRED GIARD,

*Chargé de cours à la Sorbonne (Faculté des Sciences),
Maître de Conférences à l'École Normale Supérieure.*



PARIS,

Georges **CARRÉ**,
Rue St-André-des-Arts, 58 ;
et

Paul **KLINCKSIECK**,
Rue des Écoles, 52.

BERLIN,

FRIEDLÄNDER & SOHN,
N.-W., Carlstrasse, 11.

LONDRES,

DULAU & C^o,
Soho - Square, 37.



TABLE.

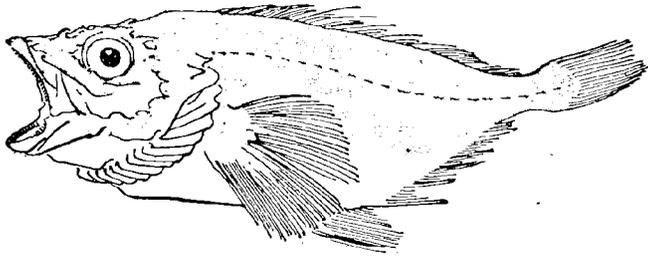
	Pages.
BONNIER (P.) — Le sens auriculaire de l'Espace (37 fig. dans le texte)	1
— Les sens chez les animaux inférieurs d'après JOURDAN	493
CANU (E.) — Les Copépodes marins du Boulonnais : V, Les semi-parasites : 1° Sur le dimorphisme sexuel des Copépodes ascidicoles. — 2° Sur le développement des Copépodes ascidicoles. — 3° Sur les relations des Copépodes ascidicoles. — 4° Les Copépodes semi-parasites recueillis dans le Boulonnais	467
DALL (W.-H.) — A propos des <i>Pleurotomaria</i> des Musées américains	488
FISCHER (H.) — Recherches anatomiques sur un Mollusque nudibranche appartenant au genre <i>Corambe</i> (1 fig. dans le texte et Planches IX-XII).	358
FOWLER (G.-H.) — Sur un remarquable Crustacé parasite et sur ses rapports avec la phylogénie des Entomostracés (3 fig. dans le texte)	80

	Pages
GIARD (A.) — Observations sur quelques types d' <i>Ascolho- racida</i> (1 fig. dans le texte).....	96
HECKEL (E.) — Sur le mimétisme de <i>Thomismus onustus</i> WALCKENAER (Planches VII-VIII).....	347
HOUSSAY (F.) — Études d'embryologie sur les Vertébrés ; IV : Les fentes branchiales auditive, hyo-mandi- bulaire, spiraculaire et les somites mésoblas- tiques qui leur correspondent chez l' <i>Axolotl</i> (Planches I-III).....	55
KUNSTLER (J.) — Projet de réglementation de la pêche du Saumon.....	258
— Le développement des Poissons osseux d'après HENNEGUY.....	490
LAMEERE (A.) — Prolégomènes de Zoogénie.....	399
LE DANTEC (F.) — Recherches sur la digestion intracellu- laire chez les Protozoaires.....	261
LO BIANCO (S.) — Méthodes en usage à la Station zoolo- gique de Naples pour la conservation des ani- maux marins.....	100
MAGNIN (A.) — Observations sur le parasitisme et la cas- tration chez les Anémones et les Euphorbes (1 fig. dans le texte et Planche XIII).....	412
MONTICELLI (F.-S.) — Un mot de réponse à M. LÖNN- BERG.....	355
NORMAN (A.-M.) — Sur <i>Synagoga mira</i>	95
PELSENEER (P.) — Sur l'Épipodium des Mollusques [<i>Troi- sième note</i>]. (3 fig. dans le texte et Planches XIV- XVI).....	437

	Pages.
VON JHERING (H.) — Sur les relations naturelles des Cochlides et des Ichnopodes (4 fig. dans le texte et Planches IV à VI)	148
WILLEM (V.) — Sur les perceptions dermatoptiques (<i>Ré- sumé historique et critique</i>)	329

La première partie du tome XXIII du *Bulletin scientifique*, de la page 1 à la page 260, est sortie des presses le 21 février 1891 ; la seconde partie, de la page 261 à la fin, est sortie des presses le 18 Août 1891.







RECHERCHES SUR LA
DIGESTION INTRACELLULAIRE CHEZ LES PROTOZOAIRES,

PAR

FÉLIX LE DANTEC,

Préparateur à l'Institut Pasteur.

INTRODUCTION.

L'ingestion de substances solides par les Protozoaires est un phénomène connu depuis fort longtemps. Il a été étudié expérimentalement depuis le siècle dernier, et les procédés d'investigation employés par les naturalistes du commencement du XIX^e siècle n'ont guère été perfectionnés jusqu'à ces derniers temps. Cette fonction cellulaire n'a été observée que beaucoup plus tard chez les Métazoaires ; elle a d'abord été découverte comme propriété des cellules endodermiques de plusieurs espèces possédant une cavité gastrovasculaire considérable, et qui, néanmoins, ne présentent pas de phénomènes de digestion en dehors des cellules ; chez ces espèces, la digestion intracellulaire est le seul mode de nutrition.

Chez les Métazoaires supérieurs, on a trouvé également des exemples de digestion intracellulaire, mais ici, cette fonction n'existe plus dans les cellules endodermiques ; elle est, au contraire, localisée exclusivement dans des cellules d'origine mésodermique.

Or, chez ces espèces supérieures où la nutrition se fait par une digestion d'aliments dans de vastes cavités spéciales, digestion suivie d'une absorption, les cellules fixes ou mobiles capables d'ingérer et de digérer des matières solides, semblent jouer un rôle nouveau sans rapport avec la nutrition générale, mais d'une importance extrême pour la conservation de la vie de l'animal. M. METCHNIKOFF a montré en effet, que les cellules jouissant de cette fonction, ou phagocytes, défendent l'organisme contre l'invasion des microbes, et les différences entre l'action de ces phagocytes chez les animaux sensibles et leur action chez les animaux réfractaires permettent seules actuellement d'expliquer d'une façon satisfaisante les phénomènes d'immunité.

Je me suis occupé uniquement du mécanisme de la digestion à l'intérieur de la cellule des matières ingérées, et non des transformations chimiques des substances déjà incorporées au protoplasma. Je vais passer en revue les diverses observations faites sur ce sujet, avant que j'aie commencé mes recherches.

Le procédé, très commode pour observer les phénomènes d'ingestion et de digestion, qui consiste à nourrir un animal avec des grains colorés, a déjà été employé en 1777 par le comte de GLEICHEN RUSSWURM (1) : « Après avoir vu des globules colorés par le carmin » à l'intérieur des Infusoires, il en tira une conclusion absurde. Il » avait voulu, disait-il, constater une déglutition effective de la » nourriture, et après avoir reconnu que le carmin avait passé » dans l'intérieur, il regarda les globules colorés comme des œufs, » attendu que, quand ils sont séparés par des interstices, *on les » voit entourés d'un anneau clair*, comme les œufs de gre- » nouille. »

Cet observateur ne sut donc pas interpréter son expérience très concluante après laquelle il ne pouvait plus être question de nier la déglutition comme cela avait été fait avant lui par MULLER ; aussi, malgré cette expérience, on continua à donner aux globules intérieurs des significations morphologiques très variables.

C'est en 1830 seulement qu'EHRENBERG (1) (2) établit par des

(1) Cité par DUJARDIN, Hist. nat. des Infusoires, p. 60.

(2) Les chiffres en caractères gras placés entre parenthèses reportent à l'Index bibliographique, page 326.

expériences de coloration artificielle, la réalité de la déglutition chez les Protozoaires. Cet observateur s'efforça principalement d'obtenir, par l'introduction du carmin au milieu du protoplasma incolore, des renseignements sur l'organisation interne des Infusoires, organisation qu'il considéra comme très complexe. On sait qu'il décrivit dans ces animaux une grande quantité de vessies stomacales pendant en forme de grappe à un boyau très élastique et très difficile à apercevoir ; il basa sur la conformation de ce boyau une classification des Infusoires. Il annonça même que dans ce système intestinal se faisait une sécrétion de bile ; enfin, il s'efforça de trouver chez ces petits êtres une complexité comparable à celle des animaux supérieurs.

BORY DE SAINT-VINCENT nia la présence d'un intestin, en se basant sur les mouvements constants des vésicules stomacales dans le protoplasma ; mais il refusa aussi d'accepter les résultats sérieux obtenus par EHRENBURG, et affirma, d'après ses propres expériences, que ce ne sont pas les globules internes ou prétendus estomacs qui se pénètrent de teinture.

DUJARDIN a fait justice des erreurs et des contradictions d'EHRENBURG dans plusieurs mémoires dont il a groupé les résultats dans son « *Histoire naturelle des Infusoires* » (2). Ce livre est resté longtemps le document le plus précieux sur ce sujet ; telle a été la perspicacité de son auteur que l'on doit revenir aujourd'hui pour beaucoup de points à ses descriptions, malgré les résultats contraires obtenus par des observateurs ultérieurs. C'est ainsi que, par exemple, il insiste beaucoup sur l'existence des vacuoles dans lesquelles sont placées les matières solides ingérées. Il ne parle jamais du contact direct de la nourriture et du protoplasma, fait erroné qui a, au contraire, été décrit dans bien des travaux plus récents : il donne, par exemple, comme matière constituante des Amibes (p. 38) : « Une substance qui, dans les animaux du bas de l'échelle, » reste toujours une simple gelée vivante, contractile, extensible » et susceptible de se creuser spontanément de cavités sphériques » ou de vacuoles occupées par le liquide environnant qui vient » toujours, soit directement, soit par imbibition, occuper ces » vacuoles. »

Il va très loin dans l'explication du phénomène de l'ingestion chez les Amibes, phénomène qu'il considère comme un simple effet de la

fusion de deux parties d'une même substance visqueuse. Un peu plus loin, il dit, au sujet des Rhizopodes : « En niant la présence d'un tégument propre, je ne prétends pas du tout nier l'existence d'une surface ; j'admettrai même que cette surface peut, par le contact du liquide environnant, acquérir un certain degré de consistance. » En disant cela, il a devancé tous les observateurs ultérieurs ; il a décrit aussi, avec une très grande netteté, l'ingestion chez les Infusoires ciliés, mais il ne s'est pas occupé du rôle nutritif de l'ingestion et des modifications que subissent les substances ingérées, quoiqu'il ait suivi avec beaucoup d'attention le sort des vacuoles (p.79) : « Les vésicules stomacales ou vacuoles, à l'instant où elles se forment, sont sphériques et gonflées de liquide ; elles conservent ce caractère pendant un certain temps, et quelquefois durant tout leur trajet... ; elles finissent par disparaître comme vésicules, laissant les matières colorantes simplement interposées en petits amas irréguliers dans la substance charnue glutineuse. » Il semble que DUJARDIN ait cru que les Protozoaires se nourrissent uniquement par osmose, quoiqu'il parle, à un certain moment, du pouvoir digestif des parois vacuolaires.

A partir de DUJARDIN, il faut arriver à ces dernières années pour trouver des recherches entreprises systématiquement sur la digestion intracellulaire des Protozoaires ; dans l'intervalle, on trouve çà et là quelques observations sur ce sujet au milieu de travaux ayant plus spécialement pour but la morphologie. Les plus importantes de ces observations relatives aux Rhizopodes sont citées avec des détails très suffisants dans l'introduction du premier mémoire de M. GREENWOOD (32). Il est inutile que je répète ici cette énumération et je vais me contenter d'exposer brièvement l'état de la question au moment où M. GREENWOOD a commencé ses recherches.

A cette époque, il était déjà hors de doute que les matières ingérées par un Rhizopode subissent des modifications et servent à la nourriture de l'animal : mais les opinions les plus contradictoires avaient été émises sur la façon dont la digestion a lieu. KÖLLIKER, HÆCKEL, LEIDY, considéraient cette digestion comme se produisant dans une vacuole ; d'autres, comme GRÜBER, croyaient à une certaine action broyante des cristaux internes, s'effectuant sur une nourriture en contact direct avec le protoplasma ; WALLICH attribuait aux

Rhizopodes un pouvoir de sélection pour le choix de leur nourriture ; CARTER décrivait un *Actinophrys* guettant une proie.

La plupart des observateurs admettaient l'existence de vacuoles autour des matières solides ingérées, mais le mode de formation de ces vacuoles était décrit de façons très variables. L'idée de la possibilité d'une digestion diastatique des matières ingérées s'est présentée à la suite des recherches de DE BARY et KRUKENBERG sur la présence de la pepsine chez les Myxomycètes ; c'est la découverte de ce ferment qui a montré l'importance de l'étude de la réaction des vacuoles d'ingestion et les travaux de M. GREENWOOD sont les premiers qui aient été conduits dans ce sens, car, si ENGELMANN a découvert la réaction acide dans les vacuoles de certains Protozoaires, il l'a fait avec l'intention d'étudier la réaction du protoplasma lui-même et a mal interprété ses résultats.

M. GREENWOOD n'a pas considéré les Rhizopodes comme capables de choisir leur nourriture, mais a admis qu'il y avait une différence importante dans la façon dont sont traités dans les vacuoles d'ingestion les corps nutritifs ou non nutritifs. D'après ses observations, les corps semblent toujours au début entourés d'une vacuole qui est remplie d'un liquide inconnu : eau extérieure ou sécrétion ? Si la substance n'est pas nutritive, la vacuole disparaît ; dans le cas contraire cette substance subit des changements, effectués, non par le contact direct avec le protoplasma, mais par l'intervention d'une matière émise par le protoplasma dans lequel s'est formée la vacuole digestive et qui peut s'appeler une sécrétion.

Après avoir établi que les grains d'amidon et probablement les globules gras ne sont pas digérés par les Rhizopodes, M. GREENWOOD ajoute que la formation d'une sécrétion n'est pas déterminée par l'ingestion de ces substances qui sont sans usage pour la nourriture, et que par conséquent il ne faut pas considérer l'absence de réaction acide autour des grains de tournesol ingérés, corps non nutritifs, comme suffisante pour démontrer que la sécrétion de la vacuole n'est pas acide. Nous nous proposerons d'éclaircir cette question de la possibilité d'une sécrétion différente dans les diverses vacuoles d'ingestion suivant la nature des matières alimentaires ingérées, car il importe de savoir si, comme les animaux supérieurs, les Protozoaires digèrent les graisses et les albuminoïdes dans des milieux de réactions différentes.

Les conclusions de M. GREENWOOD sont en contradiction avec une observation antérieure d'ENGELMANN, qui, sans savoir interpréter son résultat, a vu rougir le tournesol ingéré par une espèce d'Amibe. M. METCHNIKOFF (37) a repris les expériences de digestion intracellulaire avec le tournesol, et il a montré la réaction acide des vacuoles chez les Myxomycètes, plusieurs espèces de Protozoaires, et les leucocytes de certains Vertébrés. Ce sont les seules observations faites jusqu'à ce jour sur la réaction des vacuoles; mais d'autres naturalistes ont étudié la digestion intracellulaire au point de vue des modifications apportées dans les vacuoles à la constitution des substances ingérées.

M. MEISSNER (34) a étudié des Rhizopodes et des Infusoires ciliés; il a démontré que chez les Rhizopodes on ne peut voir aucune modification des grains d'amidon ou des globules gras, quelque temps que ces matières aient séjourné dans la vacuole, mais qu'au contraire il y a digestion des albuminoïdes animaux ou végétaux; que beaucoup d'Infusoires transforment, quand toute nourriture leur est enlevée, l'amidon ingéré en une substance qui devient rouge quand on la traite par l'iode, tandis que les corps gras restent intaques; enfin que l'albumine animale ou végétale est facilement absorbée par les Infusoires.

M. FABRE DOMERGUE (35) donne à la suite de son intéressant travail sur l'organisation des Infusoires ciliés, quelques résultats ayant trait à la digestion chez ces animaux. Il a constaté une modification de l'amidon, et considère comme probable une action analogue sur les corps gras quoiqu'il n'ait pu la mettre en évidence; il considère la chitine, la cellulose et la chlorophylle comme échappant à l'action de la digestion dans les vacuoles des Infusoires.

Enfin, je ne puis pas manquer de citer les travaux de M. MAUPAS qui ont démontré d'une manière irréfutable quoiqu'indirecte, l'utilité pour l'Infusoire de la digestion intracellulaire, c'est-à-dire l'action nutritive des matières solides ingérées. J'aurai occasion de revenir plus tard sur la classification qu'il a faite des Ciliés, en Infusoires à tourbillon et chasseurs d'après le mode de préhension.

Je dois dire aussi quelques mots de la digestion intracellulaire chez les Métazoaires; elle a été vue pour la première fois par LIEBERKÜHN (1) sur les Spongilles. Beaucoup plus tard, elle fut observée

(1) LIEBERKÜHN, *Müllers Archiv.*, 1857.

chez des animaux plus élevés par ALLMAN, puis METCHNIKOFF, PARKER et RAY LANKESTER ; enfin elle a été étudiée au point de vue de la réaction des vacuoles par M. GREENWOOD chez l'Hydre, au moyen de l'ingestion expérimentale de grains de tournesol.

Le bref exposé que je viens de faire de nos connaissances actuelles sur la digestion intracellulaire chez les Protozoaires suffit pour donner une idée des faits qu'il est nécessaire de mettre en évidence. Je me suis efforcé d'élucider la question de l'existence des vacuoles autour des substances ingérées par les Rhizopodes et les Infusoires et d'avoir des renseignements précis sur la nature du contenu de ces vacuoles au début de l'ingestion. J'ai étudié ensuite la réaction de ces vacuoles aux différents instants, et j'ai cherché si les phénomènes différaient suivant que l'animal avait ingéré une substance non nutritive, un aliment albuminoïde, amylicé ou gras. J'ai aussi repris les observations sur le sort des aliments de diverses natures dans les vacuoles d'ingestion et j'ai pu obtenir des renseignements nouveaux sur toutes ces questions par l'emploi de réactifs sensibles non encore utilisés dans ce genre de recherches.

I. — ÉTUDE DE LA DIGESTION INTRACELLULAIRE AU MOYEN DU TOURNESOL.

L'emploi du tournesol permet de résoudre une partie des questions que nous nous sommes posées, mais ce réactif est difficile à manier, et les observateurs qui s'en sont servis jusqu'à présent ont obtenu peu ou pas de résultats.

C'est ainsi qu'ENGELMANN (18) a attribué au protoplasma lui-même la réaction acide qu'il a découverte au moyen du tournesol dans les vacuoles d'une espèce d'Amibe et de plusieurs espèces d'Infusoires (*Stylonychia*, *Paramecium aurelia*), erreur qui a été rectifiée par M. METCHNIKOFF (37) pour les *Stylonychia* et la *Vorticella convallaria*.

Ce savant a en effet démontré par l'emploi du tournesol, que le

protoplasma est alcalin et les vacuoles acides, mais il n'a obtenu aucun résultat en appliquant le même procédé aux *Euplotes* et aux *Noctiluca miliaris*; de même M. GREENWOOD (32, 33) n'a pu déceler au moyen du tournesol aucune réaction acide ou alcaline chez les *Amœba proteus* et les *Actinospherium Eichhornii*.

Enfin, M. FABRE DOMERGUE (35) a en vain cherché à mettre en évidence la présence d'une zone acide autour des globules gras ingérés par les Infusoires.

A part ce dernier savant qui ne s'est servi du tournesol qu'après la mort de ses Infusoires, tous les autres ont employé le tournesol en pains du commerce sans lui faire subir aucune modification préliminaire; or, le tournesol du commerce a un excès d'alcalinité variable, mais toujours très notable, et le grain ingéré dans une vacuole ne peut virer au rouge qu'après avoir été amené à la neutralité, ce qui exige une production d'acide déjà fort considérable dans le liquide de la vacuole, puisque le volume de cette vacuole et le volume du grain sont du même ordre de grandeur. Ceci soit dit en supposant que le grain de tournesol est ingéré seul et se trouve en contact avec un liquide sorti uniquement du protoplasma. Mais plusieurs naturalistes ont déjà supposé, et nous le démontrerons plus tard, qu'un corps solide n'est jamais ingéré sans être accompagné d'une certaine quantité de l'eau ambiante; pour mettre en évidence l'addition d'une quantité d'acide à cette eau toujours alcaline au moyen du tournesol qui ne vire qu'après avoir atteint la neutralité, il faut, dans la mesure du possible, diminuer d'avance l'alcalinité de l'infusion. Pour certains Infusoires bien résistants, on peut ramener le liquide de l'aquarium à peu près à la neutralité par l'addition de doses ménagées d'acide chlorhydrique; dans ces conditions l'ingestion de tournesol sensibilisé par ces espèces décèlera une production d'acide même très faible, mais pour les espèces qui ne peuvent supporter cette manipulation le tournesol ne mettra en évidence qu'une production d'acide très notable. Dans tous ces cas, où la manifestation de l'acidité est possible, elle est très nette, car le contraste est frappant entre les grains ingérés qui sont rouge clair, et les grains restés extérieurs à l'animal, qui sont bleu opaque.

Le *Stentor polymorphus* remplit les deux conditions précédentes, à savoir, supporter une neutralisation progressive du liquide de l'aquarium et produire lui-même dans ses vacuoles digestives une

quantité d'acide très notable, aussi est-ce sur cette espèce que j'ai fait le plus d'expériences avec le tournesol.

Il est possible de suivre au microscope l'ingestion par un *Stentor* d'un grain de tournesol bleu sensible, et d'assister au virage de ce grain, mais cette observation demande quelquefois un temps très long. Pour se rendre compte simplement de la production d'un acide dans les vacuoles digestives, il est plus commode de mettre d'avance dans un verre de montre plusieurs *Stentors* en présence de grains de tournesol sensible dans une eau très alcaline. De temps en temps, on pêche au moyen d'une pipette quelques-uns de ces animaux qui sont visibles à l'œil nu, et l'on isole sur un porte-objet l'un de ceux qu'une première observation rapide au microscope a montré porteur d'une vacuole rouge. Si l'on veut ensuite étudier cette vacuole à un fort grossissement, il faut poser avec précaution sur la goutte d'eau qui ne doit pas être trop considérable, une lamelle couvre-objet dont on a soutenu un bord par un corps peu épais. De cette façon on aplatit légèrement le *Stentor* sans l'écraser, et on a l'avantage de ralentir beaucoup son mouvement de translation. En opérant ainsi on n'a observé ni l'ingestion ni le virage, il faut donc démontrer que le grain rouge contenu dans la vacuole et qui n'a pu être ingéré que bleu si c'est du tournesol, est réellement un grain de cette substance ; on le vérifie très élégamment en écrasant l'animal sous la lamelle par une pression plus forte ; la vacuole se rompt et le tournesol rouge devient bleu. Qu'il le devienne par contact avec le protoplasma alcalin, comme le pense M. METCHNIKOFF (37) ou par immersion dans l'eau alcaline extérieure, cela n'en démontre pas moins qu'il était auparavant en contact avec un liquide différent, c'est-à-dire qu'il était enfermé dans une vacuole. La rapidité toujours grande avec laquelle se fait le virage au bleu, même quand l'eau extérieure est amenée presque complètement à la neutralité, plaide en faveur de l'hypothèse de l'action du protoplasma.

Au lieu d'écraser l'animal, ce qui est impossible, par exemple, quand on opère sans couvre-objet, on peut déposer sur le bord de la préparation une goutte d'ammoniaque ; le corps du *Stentor* s'éclaircit et finit par se désagréger pendant que le grain rouge devient brusquement bleu.

Quand on observe longtemps un *Stentor* porteur d'une vacuole rouge, on peut éviter l'application de ces deux procédés si l'on a la

chance de voir l'animal rejeter le grain coloré ; ce grain devient bleu dans l'eau extérieure ; on a l'avantage d'observer en même temps le phénomène de l'éjection, mais il faut quelquefois attendre très longtemps pour être témoin de ce phénomène. J'ai vu des grains rouges non accompagnés de matière nutritive rester 12 ou 13 heures dans le corps d'un *Stentor* sans être rejetés, d'autres fois ils ont été rejetés très rapidement.

Je viens de parler de grains rouges observés dans des vacuoles ne contenant aucune matière nutritive, j'en ai en effet vu très souvent ; la formation d'acide semble donc indépendante de la valeur alimentaire de la substance absorbée.

On peut objecter que, dans l'observation précédente, je n'ai pas suivi le phénomène dès le début et que j'ai pu ne pas voir dans la vacuole une matière nutritive déjà dissoute au moment de mon observation. Pour répondre à cette objection, je reviens à la première façon d'observer que j'ai décrite. En opérant directement sur le porte-objet en goutte suspendue, j'ai vu des *Stentors* avaler des grains de tournesol bleu sans aucune matière alimentaire, et ces grains ont rougi.

Cette observation est très instructive et donne de nouveaux renseignements sur le phénomène ; en effet, le tournesol reste bleu plus ou moins longtemps suivant que sa neutralité avait été plus ou moins parfaitement obtenue, mais jamais bien longtemps chez le *Stentor* dont les vacuoles ont une acidité très nette. Et puis, brusquement, en quelques secondes, il devient rouge par des états intermédiaires peu sensibles ; on peut dire que de noir il devient rouge.

Le temps nécessaire pour que le tournesol bleu rougisse, est variable avec les cas, et l'on constate aisément qu'il est de plus en plus long quand on opère avec du tournesol de plus en plus alcalin ; ceci démontre que nous assistons à une sécrétion lente d'un acide dans la vacuole digestive. Cette sécrétion passe inaperçue tant qu'elle sert seulement à saturer l'alcalinité préexistante, mais elle fait virer brusquement le tournesol dès que l'acidité apparaît.

On peut ajouter que ce virage rapide restreint le champ des hypothèses à faire sur la nature de l'acide sécrété. Un virage rapide du tournesol caractérise les acides forts, minéraux ou organiques ; nous sommes donc déjà autorisés à éliminer de nos hypothèses les

acides élevés de la série grasse qui ne donnent pas de virage brusque, et nous pouvons conclure :

1^o Que chez le *Stentor polymorphus* les corps ingérés, nutritifs ou non, se trouvent au bout de quelque temps dans un milieu acide.

*
* *

2^o Que cette acidité est progressive comme si elle était due à une sécrétion.

*
* *

3^o Que l'acide produit est un acide fort.

*
* *

Après le *Stentor polymorphus*, qui est certainement le type donnant le plus facilement des indications par l'emploi du tournesol, j'ai fait des observations sur un grand nombre d'Infusoires ciliés.

Le *Stentor caeruleus* et le *Stentor Ræselii* présentent les mêmes phénomènes que le *S. polymorphus*, mais la production de l'acide est plus lente ; avec du tournesol de même alcalinité, il faut, par exemple, environ trois fois plus de temps pour obtenir le virage rouge après l'ingestion, chez le *S. Ræselii* que chez le *S. polymorphus*, ce qu'il est très facile de constater puisque ces deux animaux vivent très souvent dans les mêmes aquariums.

Des *Paramecium*, des *Amphileptus*, des *Leucophrys*, etc., m'ont donné également la réaction acide que j'ai pu mettre en évidence avec du tournesol sensible, même chez les *Euplotes* à qui elle était refusée jusqu'à présent.

A part la *Vorticella microstoma*, aucun péritriche ne m'a manifesté, par ce procédé, une sécrétion acide dans ses vacuoles digestives ; il m'a même semblé que le tournesol était nuisible à ces animaux ; des *Carchesium*, des *Epistylis*, préparés en goutte sus-

pendue avec du tournesol, ont montré, au bout de peu de temps, un ralentissement dans le mouvement des cils et sont morts avec les vacuoles et le noyau bleus.

Chez les Infusoires cités plus haut, qui m'ont donné des résultats positifs, comme les *Stentor*, *Paramecium*, *Stylonychia*... etc..., j'ai pu remarquer, par la juxtaposition de deux animaux différents sur un même porte-objet, que les vacuoles rouges de ces animaux avaient la même nuance; il est assez difficile de faire la comparaison chez les animaux colorés comme les *Stentors verts* et *bleus*, mais c'est au contraire très facile chez les animaux hyalins. Or, le tournesol présente, faiblement il est vrai, cette particularité précieuse de donner des teintes rouges différentes avec les différents acides; il est donc probable que dans tous les cas où nous avons obtenu des résultats positifs, l'acide sécrété est le même, et nous pouvons ajouter, pour les Infusoires étudiés, les conclusions suivantes à celles que nous avons déjà établies pour le *S. Polymorphus* :

1^o Chez plusieurs espèces d'Infusoires, il se produit une sécrétion d'acide fort dans les vacuoles digestives.

*
* *

2^o La sécrétion de l'acide est plus ou moins rapide suivant les espèces.

*
* *

3^o L'acide semble le même pour toutes les espèces observées.

*
* *

Malheureusement, il faut en ajouter une quatrième : chez plusieurs espèces, l'emploi du tournesol ne met en évidence aucune sécrétion acide, les grains ingérés étant rejetés bleus ou même tuant rapidement l'animal. Car, si le tournesol a des avantages et

donne des indications sur la nature des acides, il a aussi des inconvénients. Il arrive lentement à la neutralité et ne donne aucune indication avant de l'avoir atteinte ; c'est pour cela que son emploi a fait obtenir des résultats peu complets. Ainsi, M. METCHNIKOFF (37) a vu, dans les leucocytes de la larve du *Triton taeniatus*, que : « dans quelques-uns de ces macrophages, il se trouvait, à » côté d'un grain rouge de tournesol, plusieurs grains bleus de la » même substance, ce qui prouve que la production du suc acide » intracellulaire peut se localiser dans une partie restreinte de la » cellule. » C'était peut-être plutôt que les grains de tournesol observés ayant été ingérés à des époques différentes. L'un d'eux pouvait déjà être rouge tandis que les autres n'avaient pas encore été amenés à la neutralité.

C'est encore à cette absence d'indications avant la disparition complète de l'alcalinité qu'est due l'erreur de M. GREENWOOD (32). Ayant toujours vu les Amibes rejeter le tournesol à l'état bleu, cet observateur a naturellement été amené à méconnaître chez ces êtres la production d'un acide. L'emploi, au lieu de tournesol, de la tropéoline et du violet de méthyle ne lui a pas donné de meilleurs résultats.

Aucun des inconvénients que je viens de signaler au sujet de l'emploi du tournesol ne se présente quand on se sert de l'*Alizarine sulfoconjuguée*. Cette matière colorante est très précieuse pour l'étude des solutions alcalines faibles, et, par conséquent, des sécrétions acides dans les vacuoles des Protozoaires qui ne se manifestent au début que par une diminution d'alcalinité. Cette substance a été fournie par M. EHRLICH à M. METCHNIKOFF qui me l'a procurée et auquel j'exprime ici ma reconnaissance pour les conseils bienveillants qu'il m'a donnés dans le cours de ces expériences.

II. — ÉTUDE DE LA DIGESTION INTRACELLULAIRE AU MOYEN DE L'ALIZARINE SULFOCONJUGUÉE.

A. — Propriétés de l'Alizarine sulfoconjuguée.

L'Alizarine sulfoconjuguée se présente à l'état solide sous l'aspect d'une poudre brune ; son pouvoir colorant est considérable ; l'eau

distillée en dissout environ un cinq centième de son poids et cette solution saturée a une couleur brun orangé assez foncée. Elle conserve très longtemps sa limpidité dans un flacon bien bouché à l'abri de l'air impur du laboratoire.

Cette liqueur neutre brun orangé vire au violet en présence des bases alcalines ou alcalino-terreuses ; elle vire au jaune clair en présence des acides sulfurique, chlorhydrique, azotique....., etc.. parmi les acides organiques, des acides oxalique, lactique...., etc., et des sels acides. Il faut faire une exception pour l'acide urique qui donne une coloration rose vague.

Pour étudier d'une façon précise les propriétés du réactif, j'ai fait deux solutions équivalentes à volumes égaux, d'acide sulfurique et de potasse, renfermant chacune 18 centièmes d'équivalent par litre. Dans un vase de verre à fond plat posé sur une feuille de papier blanc, j'ai introduit d'abord 200 centimètres cubes d'eau distillée et 10 centimètres cubes de la solution titrée d'acide sulfurique, puis, quelques gouttes de la solution d'alizarine sulfo-conjuguée. J'ai obtenu ainsi un liquide jaune limpide.

Ce liquide est resté jaune quand j'y ai fait couler goutte à goutte la solution de potasse, jusqu'au moment où j'en ai ajouté 9^{cc}, 9. Une goutte d'environ un dixième de centimètre cube de plus fait passer la liqueur au brun orangé ; une de plus, au rose.

Voilà, en ce point, un virage très net dont peuvent se servir les chimistes, mais ce n'est pas cette propriété commune au tournesol et à l'alizarine sulfoconjuguée qui fait de ce dernier corps un réactif très précieux pour nous.

Continuons à laisser tomber goutte à goutte la solution de potasse : nous voyons la couleur passer petit à petit par des nuances intermédiaires très nombreuses, du rose au violet ; les nuances intermédiaires qui se succèdent sans interruption se distinguent très facilement l'une de l'autre par juxtaposition. Au bout de 10 à 11 gouttes, nous arrivons à un violet que nous ne pouvons plus dépasser quelque grande quantité de potasse que nous ajoutons.

J'appellerai cet intervalle du rose au violet la *zone sensible de l'alizarine*. Dans tout cet intervalle, nous avons un moyen très sûr de suivre une sécrétion alcaline dans le voisinage de la neutralité à condition de conserver toujours comme terme de comparaison une des nuances intermédiaires rose violacé.

Opérons maintenant en sens inverse ; partons du violet et laissons tomber goutte à goutte la solution titrée d'acide sulfurique ; dès que nous aurons atteint la limite inférieure de la zone sensible de l'alizarine, nous verrons l'addition d'une goutte modifier légèrement la teinte, et une dizaine de gouttes nous ramènera à la teinte rose limite par toutes les nuances intermédiaires dont nous avons tout à l'heure parcouru la série en descendant. Une goutte de plus donnera la teinte orangée qui est très passagère et est simplement du rose jaune ; une dernière goutte donnera du jaune.

Je partage cette gamme du violet au rose obtenue en versant une douzaine de gouttes d'acide en six teintes :

Violet, 1, 2, 3, 4, Rose,

dont chacune correspond à l'addition de deux gouttes de notre solution acide. L'expérience montre qu'elles sont distinctes et facilement reconnaissables par juxtaposition, et pourtant le poids d'acide contenu dans les deux gouttes de solution qui permettent de passer de l'une à l'autre est bien faible. Examinons, en effet, notre première expérience du passage du jaune au violet. Au moment où nous arrivons à la teinte orangée, il y a dans le vase d'expérience 200^{cc} d'eau et 10^{cc} de chaque liqueur titrée, soit 220^{cc}. Les deux gouttes dont l'addition fait passer du rose à la teinte 4 contiennent un poids de potasse équivalent au poids :

$$\frac{2}{10000} \times 0,180 \times 40 = \frac{2 \times 0,720}{1000} \text{ grammes d'acide}$$

sulfurique anhydre.

Nous versons ces deux gouttes dans un liquide dont le poids est 220 grammes. La proportion des poids est :

$$\frac{2 \times 0,720}{220000} = \text{environ } \frac{1}{150000}$$

c'est-à-dire qu'il suffit d'une addition de $\frac{1}{150000}$ d'acide sulfurique anhydre à une liqueur contenant de l'alizarine dans la zone

sensible, pour en faire passer la nuance à la nuance immédiatement supérieure.

Voici, dès lors, d'une manière générale, le procédé que j'ai suivi pour utiliser l'alizarine sulfoconjuguée dans l'étude de la réaction des vacuoles digestives des Protozoaires ; je ne parle pas des dispositifs spéciaux à chaque cas que j'exposerai ultérieurement.

L'eau dans laquelle vivent les Protozoaires est le plus souvent légèrement alcaline et donne à l'alizarine sulfoconjuguée une teinte de la zone sensible. L'alizarine forme dans cette eau, quand on l'abandonne dans un verre de montre, de petits grumeaux qui, en peu de temps, deviennent tout à fait violets par l'action de l'ammoniaque de l'air du laboratoire. Quand on conserve ce verre de montre pendant deux ou trois jours recouvert d'un verre semblable, la matière colorante y forme de longues aiguilles violet foncé. Suivant le cas, ce sont ces grumeaux rose violet, ou ces aiguilles violettes qui sont ingérées par les Protozoaires.

Qualité très précieuse, les variations de couleur de l'alizarine sont au moins aussi sensibles au microscope qu'à l'œil nu. Ainsi, voici une expérience qui rend compte des résultats énoncés plus haut, sans qu'il soit besoin de grand soin pour la faire.

Sur une lame porte-objet, on dépose une goutte d'alizarine violette à côté d'une goutte d'acide chlorhydrique étendu ; les deux gouttes se mélangent lentement par diffusion, et l'on constate au microscope l'existence, de droite à gauche :

1° D'une région jaune limitée par une mince ligne orangée ;

2° D'une large région rose à teintes dégradées vers le violet quand on la parcourt de droite à gauche ;

3° D'une région violette qui s'étend à gauche jusqu'à l'extrémité de la goutte. Cette simple préparation montre donc le virage brusque du jaune à l'orangé et au rose, et au contraire le virage successif du rose au violet, c'est-à-dire la zone sensible.

L'alizarine sulfoconjuguée teint en violet les Infusoires morts, et le noyau se colore alors plus fortement que le reste du protoplasma.

Quand on fait une préparation de *Carchesium* en goutte suspendue avec de l'alizarine sulfoconjuguée, le pied ramifié se colore très vite en violet, sans que l'animal en souffre le moins du monde. Le protoplasma du corps reste d'ailleurs incolore (en dehors des vacuoles d'ingestion, naturellement). La coloration est peut-être encore plus rapide chez les *Epistylis*.

Je me contente de signaler en passant ces faits qui viennent s'ajouter aux phénomènes déjà nombreux de coloration des Infusoires vivants décrits par M. CERTES.

Le pouvoir colorant de l'alizarine sulfoconjuguée pour les êtres vivants ne se borne pas aux Protozoaires. La membrane basale de l'Hydre grise se colore aussi très fortement en violet, sans que l'animal semble souffrir. Enfin, dans une préparation contenant de l'alizarine sulfoconjuguée violette, j'ai vu les deux fentes latérales du petit turbellarié sans yeux appelé *Stenostomum* fortement colorées en rose clair.

Je vais maintenant passer en revue les différents phénomènes que l'emploi de l'alizarine sulfoconjuguée permet de mettre en évidence chez les Rhizopodes et les Infusoires ciliés; la sensibilité de ce réactif nous permettra de répondre à toutes les questions que nous nous sommes posées à la fin de l'introduction, et même de découvrir de nouveaux phénomènes intéressants.

Je commencerai l'exposé des résultats par ceux que j'ai obtenus chez les Rhizopodes.

B. — Rhizopodes.

J'ai étudié la digestion intracellulaire chez deux espèces d'Amibes; l'une à pseudopodes courts et massifs, *Amæba spumosa* GRUBER (1), existant dans une infusion de foin ordinaire, l'autre ayant de longs pseudopodes très extensibles et très fins répondant à la description de *Amæba tentaculata* LEIDY (2), dont j'ai trouvé un très grand

(1) GRÜBER. *Zeit. f. wiss. Zool.*, 1885, p. 218.

(2) LEIDY. *Proc. roy. Acad. of Nat. hist. Philadelphie*. 1874, p. 168.

nombre dans une infusion de débris organiques exotiques que m'a obligeamment procurée M. CERTES ; cette dernière infusion m'a été d'autant plus précieuse que, comme je le montrerai tout à l'heure, les études à faire sont très difficiles avec une infusion pauvre en Amibes. Je vais m'occuper particulièrement de cette espèce sur laquelle j'ai pu faire des observations réitérées.

J'ai repris d'abord la question de la réaction des vacuoles, car les inconvénients que j'ai signalés plus haut dans l'emploi du tournesol ne permettaient pas de considérer comme définitifs les résultats, d'ailleurs négatifs, de M. GREENWOOD (32, 33).

Le procédé le plus simple pour élucider cette question consiste à faire absorber aux Amibes de l'alizarine violette, ayant à peu près l'alcalinité de la base de la zone sensible ; pour cela, il suffit de mettre en contact avec une solution d'alizarine devenue violette par la simple exposition à l'air, quelques gouttes de l'infusion à Amibes qui est d'ordinaire assez alcaline pour que le violet persiste ; si l'addition de ce dernier liquide rendait rosée la solution initiale, on ramènerait rapidement au violet par l'approche d'un bouchon de flacon à ammoniacque. Puis, de temps en temps, on puise une goutte du mélange au moyen d'une pipette, on la place sur le porte-objet et au microscope on y cherche une Amibe. Au début, toutes celles que l'on trouve sont claires et dépourvues de vacuoles colorées au milieu de la solution violette.

Au bout de quelques heures, au contraire, presque toutes les Amibes présentent des vacuoles d'une couleur rose très distincte de la couleur violette de la goutte. Ceci démontre qu'il y a production d'acide autour du grumeau d'alizarine ingéré, car nous sommes certains, dans les conditions où nous nous sommes placés, que l'alizarine était violette au moment où elle a été ingérée. Cette façon de procéder permet d'éviter une observation longue et fastidieuse, nécessaire si l'on partait d'une teinte de la zone sensible ; il faudrait en effet, dans ce cas, observer l'ingestion, car l'ammoniacque de l'air, se dissolvant dans la goutte, pourrait faire rapprocher du violet l'alizarine extérieure, pendant que celle de la vacuole soustraite à la même action resterait plus rose et pourrait faire croire à une sécrétion acide, même s'il n'y en avait pas. Cette cause d'erreur est éliminée quand on part du violet, mais il faut bien se garder quand on opère ainsi, en négligeant, pour ainsi dire, les

qualités les plus précieuses de l'alizarine, d'alcaliniser de façon à dépasser trop notablement la limite de la zone sensible. Par rapport à cette limite, l'alizarine se comporte en effet comme le tournesol par rapport à la neutralité et présente les mêmes inconvénients.

Pour être bien sûr que la matière rose incluse est de l'alizarine, il suffit d'écraser l'Amibe, ou de déposer au bord du couvre-objet une goutte d'ammoniaque.

Voilà donc un procédé bien simple et qui réussit toujours quand on prend la précaution que j'ai indiquée d'atteindre sans la dépasser la limite de la zone sensible. Il est bon de conserver deux ou trois jours à l'abri de l'air l'infusion colorée ; au bout de ce temps, l'alizarine se trouve presque entièrement rassemblée au fond du verre de montre sous forme de longues aiguilles violettes formant çà et là des enchevêtrements bizarres. En prenant avec une pipette une goutte du liquide du fond de la préparation, on trouvera les Amibes rassemblées aux environs des amas aciculaires, ce qui évitera une longue recherche. De plus, à ce moment, presque tous les individus posséderont des vacuoles roses.

Je dis des vacuoles roses, et non pas jaunes, car en partant du violet comme nous l'avons fait, il est rare que l'Amibe conserve assez longtemps l'alizarine ingérée pour que celle-ci devienne jaune. Et ceci nous prouve combien les observateurs qui se servaient de tournesol avaient peu de chances de ne pas constater la production d'acide, puisque, dans tous les cas, nous constatons cette production sans que la neutralité soit dépassée ou même atteinte dans la vacuole. Il est bien établi actuellement que l'alcalinité diminue dans un grain ingéré.

Ici se pose la question de savoir si une matière non nutritive, ingérée, amène une sécrétion et la formation d'une vacuole autour d'elle. M. GREENWOOD (32) prétend qu'il n'en est jamais ainsi ; ces deux questions sont facilement résolues par l'emploi de l'alizarine sulfoconjuguée dans sa zone sensible. Tout à l'heure il suffisait d'observer un instant pour constater la présence d'une vacuole rose, et l'Amibe n'avait pas le temps d'être gênée par le couvre-objet ; maintenant, nous devons suivre un phénomène pendant longtemps ; il faut donc observer l'Amibe en goutte suspendue de façon à avoir des résultats normaux et non pathologiques.

Dans un verre de montre, nous versons quelques gouttes de

l'infusion contenant nos Amibes, et nous ajoutons une goutte de la solution neutre d'alizarine au cinq centième. Le liquide tout entier prend la teinte 2. Il s'agit de conserver cette teinte sensible comme point de départ dans la préparation en goutte suspendue; pour cela, il faut laver, avec de l'eau acidulée à l'acide chlorhydrique, une lame à cuvette et un couvre-objet; on dépose sur le couvre-objet une goutte de l'infusion colorée, on le retourne brusquement et on le place sur la lame à cuvette, après avoir enduit de vaseline les bords de cette dernière; l'air emprisonné autour de la goutte est ainsi débarrassé de son ammoniaque, et, par conséquent, il n'y a pas à craindre que la nuance se rapproche du violet; quelques vapeurs d'acide chlorhydrique peuvent, s'il y en a beaucoup, amener la teinte de la nuance 2 à la nuance 3, mais on peut, en essuyant bien, éviter cet inconvénient qui n'est pas sérieux puisqu'il s'agit simplement d'avoir une teinte sensible dans la goutte.

Ceci fait, cherchons une Amibe et suivons-la au microscope: au bout d'un temps plus ou moins long, nous la voyons entourer de ses pseudopodes un grumeau d'alizarine. Ici, il faut être attentif; quelquefois ce phénomène n'a pas de suites, mais quelquefois aussi, sans qu'on puisse bien suivre le phénomène optiquement, on voit que brusquement, le corps extérieur a passé dans l'intérieur de l'Amibe et y est situé dans une vacuole, *toujours très nette à ce moment*. Il est probable que les pseudopodes, s'étant touchés en un point, se sont anastomosés brusquement, enfermant le grain de matière colorante dans une vacuole parfaitement ronde et remplie, en apparence, d'eau empruntée au milieu extérieur.

Dans cette vacuole, le grumeau conserve, quelquefois assez longtemps, 2 à 3 minutes au moins, la couleur qu'il avait dans le liquide extérieur, et cela, quelle que soit cette couleur, car nous pouvons répéter l'expérience en partant de l'une quelconque de nos teintes sensibles, et nous arrivons au même résultat. La réaction du liquide de la vacuole, au début, est donc toujours la même que celle du milieu extérieur.

Ceci ne peut s'expliquer que par deux hypothèses: ou bien, le liquide de la vacuole est de l'eau introduite avec le grumeau coloré, ou bien le protoplasma a la propriété de sécréter en son intérieur un liquide ayant toujours au début la même réaction que le liquide ambiant. Cette seconde hypothèse est peu vraisemblable, et d'ailleurs

une expérience très simple permet de la rejeter ; en effet, si elle était vraie, on devrait, en changeant la réaction du liquide extérieur, faire également changer celle de la vacuole. Or, si l'on refait l'expérience précédente en remplaçant par de l'eau acidulée à l'acide sulfurique la vaseline qui borde la cuvette, on peut, dès que la vacuole est formée, rendre violette l'alizarine de la goutte en saturant l'acide sulfurique qui entoure la chambre par un excès d'ammoniaque. Le liquide de la vacuole reste parfaitement rose, ce qui réduit à néant l'hypothèse d'une sécrétion initiale de même alcalinité que le liquide extérieur. Il ne reste donc plus que la première hypothèse, et l'on ne peut nier par conséquent que le contenu de la vacuole au début soit de l'eau extérieure ingérée avec le grumeau coloré. Il n'y a pas de raison pour que le phénomène soit autre avec un grain d'alizarine qu'il ne l'est avec un grain quelconque, et il faut admettre que l'eau extérieure est toujours ingérée en certaine quantité avec les aliments.

Revenons à notre première préparation bordée à la vaseline, et observons-la attentivement ; au bout de deux à trois minutes, un léger virage vers le rose devient constatable grâce à la constance de l'alcalinité extérieure qui nous donne une coloration fixe comme terme de comparaison. Pendant plusieurs heures, on constate une modification de la coloration dans la vacuole, modification qu'il devient de moins en moins facile de distinguer à mesure que l'on s'approche du rose, car on y est plus loin du point de repère qui est voisin du violet.

Il m'a été donné, quelquefois, de voir cette coloration passer à l'orangé et au jaune, après quoi, aucune nouvelle modification de nuance n'a plus lieu ; mais en général, l'expulsion de la matière colorante arrive avant que la neutralité complète soit atteinte ; alors il est très intéressant de voir, surtout quand on opère en milieu violet, la matière rejetée reprendre brusquement la couleur de l'alizarine extérieure.

Dans cette expérience, nous avons assisté à une diminution progressive de l'alcalinité dans la vacuole, diminution qui peut aller jusqu'à la neutralité complète, et même aboutir à une acidité réelle ; nous pouvons même faire un calcul approximatif de la quantité d'acide sécrétée dans une vacuole pendant le passage du violet à l'orangé ou à l'un des états intermédiaires.

Soit d le diamètre de la vacuole ; il varie de 1 à 7 ou 8 μ ; le

volume de la vacuole est $\frac{1}{6} \pi d^3$; or, la quantité d'acide sulfurique anhydre nécessaire pour faire passer une liqueur du violet limite au rose limite est $\frac{5}{150000}$. Donc la quantité d'acide sécrétée pendant les plusieurs heures que dure le virage progressif est :

$$\frac{1}{6} \pi d^3 \frac{5}{150000} = \text{environ } \frac{d^3}{60000}$$

c'est-à-dire une fraction infiniment petite de milligramme, que la sensibilité de notre réactif nous permet d'apprécier, et jusqu'à un certain point de mesurer. Dans le cas où elle n'est pas interrompue par une expulsion, la sécrétion se manifeste pendant plusieurs heures par le passage progressif de l'alizarine de sa couleur initiale au jaune ; mais une fois la coloration jaune atteinte, nous ne pouvons plus suivre la sécrétion, car la couleur du grumeau ne change plus quelle que puisse être l'acidité.

En observant plusieurs fois le phénomène que je viens de décrire et que chacun peut reproduire aisément, j'ai remarqué que la couleur de l'alizarine se modifie de la même façon, qu'elle soit ou non accompagnée de matières nutritives.

Je me trouve ici en contradiction absolue avec M. GREENWOOD (32) qui dit en insistant sur ce fait que les matières solides non nutritives ingérées, ne déterminent pas de sécrétion : il est vrai que cet auteur n'a pu avec le tournesol brut obtenir aucune indication de réaction, même dans le cas de l'ingestion d'une matière alimentaire ; les phénomènes optiques, les seuls qu'il ait pu observer, l'ont conduit à affirmer qu'il n'y a pas de vacuole autour des substances ingérées non nutritives.

Je crois pouvoir affirmer qu'il y a toujours sécrétion, au moins d'acide. Que la sécrétion soit plus complète quand il y a des substances nutritives dans la vacuole, aucun fait ne m'autorise jusqu'à présent à le nier, mais au point de vue de l'acidité, les sécrétions sont identiques dans les deux cas.

Quant à l'existence d'une vacuole autour de tous les grains ingérés quels qu'ils soient, elle est indéniable au moment où l'on vient d'observer l'ingestion, car ses bords sont excessivement nets, ce

qui est naturel puisque nous avons démontré la présence constante de l'eau extérieure à ce moment. Par conséquent la vacuole est une sphère d'une réfrangibilité notablement distincte de celle du protoplasma ambiant ; mais nous savons que pendant le séjour de cette vacuole au milieu du protoplasma, il se fait dans son intérieur des modifications dont nous avons mis l'une en évidence par le virage progressif de l'alizarine sulfoconjuguée ; dans ces conditions, il n'y a rien d'étonnant à ce que les propriétés physiques du contenu de la vacuole se modifient aussi, et, en effet, j'ai constaté fort souvent que ses bords deviennent de moins en moins nets, jusqu'à ne plus pouvoir être distingués, ce qui prouve que la réfrangibilité de son contenu se rapproche de plus en plus de celle du protoplasma. Ceci explique en même temps l'erreur commise par les observateurs qui voyant des corps englobés depuis longtemps non entourés d'une aire circulaire claire, ont cru que ces corps étaient en contact direct avec le protoplasma. L'emploi de l'alizarine prouve la persistance de la vacuole ; en effet, un grumeau ingéré qui est devenu rose, ne redevient jamais violet pendant son séjour dans l'Amibe, comme cela arriverait s'il se trouvait fortuitement en contact avec le protoplasma alcalin. Au contraire, le grumeau présente toujours la teinte la plus voisine du rose qu'il ait acquise dans l'intérieur de l'Amibe, au moment où il est rejeté par elle.

Ce phénomène de l'éjection est très intéressant, et va nous donner de nouveaux renseignements sur les modifications physiques du contenu de la vacuole.

M. GREENWOOD a considéré ce phénomène et d'ailleurs tous ceux de la digestion intracellulaire comme régis par une certaine sélection. De même que cet observateur a considéré les matériaux non nutritifs comme dépourvus de vacuoles et par conséquent, d'après les idées anciennes, comme ne déterminant pas de sécrétion autour d'eux, de même il a vu dans l'éjection un acte voulu par l'Amibe : « Une Amibe prit des grains d'amidon ; quatre jours après elle ingéra » des Monades, et peu après avoir ingéré les Monades elle rejeta » les grains d'amidon non modifiés, lesquels n'avaient jamais été » entourés de vacuoles marquées et ne furent pas accompagnés » de fluide quand ils furent expulsés ». Voilà donc une Amibe qui, après avoir ingéré des matières certainement alimentaires s'empresse d'en rejeter d'autres d'un caractère nutritif douteux.

Un peu plus haut, M. GREENWOOD constate avec LEIDY (20), que l'éjection des matières solides non nutritives, n'est pas accompagnée de ce fluide visqueux qui est rejeté avec les substances nutritives.

Je crois que ces diverses observations ne sont pas convenablement interprétées, parce qu'il n'y est pas tenu compte de l'âge des diverses vacuoles au moment de l'éjection. D'ailleurs, il n'était guère possible d'avoir d'indications sur cet âge sans l'emploi de colorants sensibles, sauf dans les premières heures de l'ingestion, où la netteté des bords de la vacuole décroît rapidement. Au milieu d'un bain d'alizarine sulfoconjuguée violette, on peut au contraire constamment juger de l'âge des vacuoles d'une même Amibe d'après leur couleur.

J'ai vu, dans une Amibe, une vacuole d'un rose presque violet, rejetée avant une autre d'un rose très vif; je ne sais pas si la vacuole violette contenait des matières nutritives, mais j'ai observé que la vacuole rose en contenait. Il y avait entre ces deux vacuoles une différence caractéristique : la première était à bords bien nets, on voyait que c'était encore presque une goutte d'eau; l'autre, au contraire, avait une réfrangibilité voisine de celle du protoplasma. Ces deux vacuoles furent rejetées de deux façons bien distinctes.

La première creva pour ainsi dire à la surface du protoplasma et laissa sortir son contenu comme un grain isolé; l'autre, au contraire, fut abandonnée très doucement; ses bords tout à l'heure peu visibles, le devinrent brusquement beaucoup; l'Amibe sembla avoir abandonné une sphère glutineuse contenant des débris de bacilles avec un grain d'alizarine, sphère qui se délita petit à petit.

L'explication de ce phénomène me semble simple. Si j'appelle a la tension superficielle du liquide de la vacuole au contact du protoplasma, et r le rayon de la vacuole qui est sphérique, le liquide contenu subit et résiste à une pression :

$$p = \frac{2a}{r}$$

r étant très petit, cette pression peut être très grande si a a une valeur non négligeable. Or, a doit varier avec la composition du liquide de la vacuole, et précisément, le phénomène que nous avons observé nous indique le sens de cette variation.

La vacuole jeune, contenant un liquide si voisin de l'eau que le grain coloré semble rejeté seul et sans liquide, est expulsée avec éclat, ce qui indique qu'elle est le siège d'une forte pression.

La vacuole vieille, contenant un liquide à réfrangibilité voisine de celle du protoplasma, et qui, rejeté dans l'eau, forme une sphère visqueuse autour du grain coloré, est abandonnée doucement, ce qui indique qu'elle est le siège d'une pression insensible.

Le rayon étant sensiblement le même dans les deux cas, nous voyons que α a considérablement diminué du premier au second cas.

Ce phénomène, rapproché de celui de la variation de réfrangibilité, nous porte à admettre que les sécrétions dont la vacuole digestive est le siège transforment son contenu en une substance de plus en plus voisine du protoplasma, puisqu'elle s'en rapproche par sa réfrangibilité et sa tension superficielle.

J'explique maintenant facilement l'observation de LEIDY confirmée par M. GREENWOOD que j'ai citée plus haut. Ces deux observateurs ont assisté à l'éjection de substances non nutritives récemment ingérées, et il est tout naturel que dans ces conditions, ils aient vu ces substances rejetées sans accompagnement de fluide visqueux.

D'ailleurs, un simple raisonnement montre que les corps non nutritifs ont plus de chance d'être rejetés que ceux qui le sont. Je compare, en effet, au cas de l'ingestion d'un simple grain d'alizarine ou de tournesol, l'un des cas très simples qu'a observés LEIDY (1). Dans le premier cas, la variation de tension superficielle est due seulement aux sécrétions dont la vacuole est le siège ; dans le second intervient en outre la désagrégation et la dissolution dans la vacuole des matières albuminoïdes ingérées, ce qui doit faire plus rapidement rapprocher la tension superficielle du liquide de celle du protoplasma, c'est-à-dire faire plus rapidement diminuer la pression. Or, ce doit être un danger très sérieux, que cette pression interne, pour le

(1) LEIDY (20). Il a observé deux cas :

1° Capture d'un *Urocentrum* par l'Amibe. Il fut d'abord reconnaissable pendant quelque temps dans la vacuole par ses caractères de structure ; au bout de quelque temps toute trace d'individualité avait disparu.

2° Ingestion d'une *Amœba verrucosa* par une *Amœba proteus* bien plus grande. Apparence d'une vacuole autour de l'Amibe et division de celle-ci en 4 parties. Observation non terminée.

maintien de la vacuole à l'intérieur de l'Amibe. Il est tout naturel que, poussée par les mouvements du protoplasma au voisinage de la limite extérieure du corps, cette vacuole se crève plus facilement quand elle est le siège d'une forte pression.

Il faut d'ailleurs remarquer que c'est surtout quelques instants après l'ingestion que l'Amibe abandonne les matières ingérées, ce qui s'explique maintenant très bien. Si une matière nutritive ou non reste quelques heures dans l'Amibe elle a des chances pour y prolonger fort longtemps son séjour.

CARTER cite même le cas d'un Infusoire ingéré vivant dans une vacuole très nette, et abandonné encore vivant dans le liquide externe.

Je reviendrai sur le phénomène de sécrétion d'acide après que j'aurai passé en revue ce qui se passe dans les vacuoles des Infusoires ciliés.

J'établis dès à présent certaines conclusions relatives aux Amibes :

1^o Les Amibes ingèrent indistinctement les matières solides, nutritives ou non, ce qui n'est pas étonnant, si l'on admet comme DE BARY pour les Myxomycètes, que l'ingestion est le résultat normal du stimulus au point de contact.

*
**

2^o Ces matières ne sont jamais en contact direct avec le protoplasma, mais sont contenues dans des vacuoles.

*
**

3^o Le contenu des vacuoles est, au début, de l'eau du milieu extérieur; il s'y produit dans tous les cas, même sans que la vacuole contienne de matières nutritives, une sécrétion acide qui neutralise l'alcalinité de l'eau et finit même par lui donner une acidité constatable.

*
* *

4° Le liquide de la vacuole est aussi le siège de modifications physiques. Sa réfrangibilité et sa tension superficielle se rapprochent de celles du protoplasma.

*
* *

5° L'éjection est un phénomène purement physique et accidentel, mais elle est plus facile et plus fréquente pour les corps non nutritifs que pour les véritables aliments.

*
* *

C. — Infusoires ciliés.

Les Infusoires ciliés sont bien plus faciles à étudier que les Amibes ; beaucoup d'entre eux sont visibles à l'œil nu et faciles à isoler, et d'autre part, les phénomènes de digestion intracellulaire sont généralement bien plus marqués chez eux. J'ai étudié ce qui se passe dans les vacuoles d'un grand nombre de Ciliés, je me propose d'exposer d'abord pour un type spécial la solution des questions que nous avons déjà élucidées chez les Rhizopodes, puis de considérer systématiquement les variations de ces phénomènes dans la série des Infusoires.

Alors que le tournesol nous a presque toujours donné des résultats négatifs ou nuls avec les *Péritriches*, l'alizarine sulfoconjuguée donne avec les animaux de ce groupe des indications très claires, et j'ai choisi l'un d'eux comme type.

Les *Carchesium* sont des *Péritriches* coloniaux à pied ramifié et rétractile ; un individu ou un groupe d'individus vit très bien détaché du reste de la colonie et peut être conservé bien vivant en goutte suspendue pendant plusieurs jours. Je me propose d'abord d'étudier la réaction des vacuoles digestives chez ces animaux.

Pour cela, j'introduis dans un verre de montre quelques rameaux bien vivants de *Carchesium* et j'ajoute à l'eau de ce récipient

quelques gouttes de la solution d'alizarine ; je prends, comme précédemment, les mesures suffisantes pour que la liqueur ait, au début de l'expérience, la teinte violette, limite de la zone sensible. Au bout de quelques minutes, j'aspire un des rameaux avec une pipette et j'en fais une préparation en goutte suspendue.

Il peut se présenter deux cas :

Ou bien, par suite de la présence d'une quantité considérable de bactéries dans l'eau de l'aquarium, les échantillons de *Carchesium* observés sont depuis assez longtemps bourrés de vacuoles pleines de ces bactéries et présentent ainsi une opacité caractéristique ; dans ce cas, on peut attendre parfois très longtemps sans voir se former dans la préparation en goutte suspendue aucune vacuole colorée, quoique le mouvement ciliaire continue à produire un tourbillon préoral très net ; il y a une sorte de pléthore ; l'animal repu ne peut plus prendre de nourriture, phénomène très intéressant qui sera expliqué par d'autres.

Ou bien, ces animaux, ayant eu à leur disposition une petite quantité de nourriture, ont un protoplasma très clair ; dans ce cas, un rameau puisé au bout de 7 à 8 minutes dans le verre de montre et préparé en goutte suspendue présente, au contraire, un spectacle très curieux. Chaque individu possède déjà, en son intérieur, trois ou quatre vacuoles d'un rose différent, quelquefois disposées à partir du fond de l'œsophage en ligne qui se courbe le long des parois, la plus rose étant la plus éloignée de l'œsophage devant lequel tourbillonne un grumeau violet qui attend l'ingestion.

Cette disposition linéaire des vacuoles, facile à constater à cause de la coloration de ces dernières, fait bien comprendre l'erreur d'EHRENBERG (1) qui, guidé par une idée préconçue, a cru voir toutes ces vésicules stomacales pendre à un tube intestinal. Mais cette disposition ne dure pas longtemps, on ne peut la remarquer que chez un être affamé où les vacuoles se forment successivement très vite.

Si l'on attend, au contraire, 40 à 50 minutes avant de transporter le rameau plongé dans l'alizarine en goutte suspendue, on assiste à un spectacle différent. Chaque individu est porteur d'un plus ou moins grand nombre de vacuoles colorées dispersées dans sa masse ; j'en ai vu jusqu'à sept à la fois, colorées de diverses teintes sensibles, ou jaunes ; il peut y en avoir plusieurs roses et plusieurs

jaunes, si l'on a attendu assez longtemps; il y a rarement une vacuole orangée et il n'y en a jamais plus d'une à la fois, ce qui s'explique par la faible augmentation d'acidité nécessaire pour passer de l'orangé au jaune. Cette grappe d'animaux à vacuoles bigarrées, avec le pied ramifié coloré, est réellement curieuse à voir.

On peut conserver la préparation plusieurs jours à la chambre humide (ce qui vaut mieux que d'enduire de vaseline les bords de la cuvette), cependant, il m'a semblé qu'à la longue l'alizarine ingérée devient nuisible à l'animal; au bout de deux ou trois jours, en effet, un certain nombre d'individus, précisément ceux qui contenaient le plus de vacuoles colorées, sont rétractés sur leur pied, arrondis en boule et colorés en violet rosé. Ils sont morts, tandis que d'autres individus du même rameau, ayant ingéré l'alizarine plus tardivement ou en moins grande quantité, ont encore un protoplasma très clair avec quelques vacuoles roses et jaunes. Cependant, la nocuité de l'alizarine est bien moindre pour ces espèces que celle du tournesol bleu, puisqu'elles donnent très facilement le jaune en partant du violet, tandis que je n'ai jamais pu y mettre en évidence la réaction acide avec le tournesol bleu qui amène, au contraire, la mort assez rapide des individus.

Une observation patiente au microscope permet de voir le phénomène de l'ingestion et de suivre le sort d'une vacuole colorée; il ne faut guère que 25 à 30 minutes pour qu'un grumeau d'alizarine ingéré avec la teinte du violet limite, devienne jaune dans une vacuole. Voilà une sécrétion d'acide très rapide, en comparaison de celle que nous avons observée chez les Rhizopodes. Ici, nous avons sous les yeux des grumeaux dont la couleur varie constamment avec une vitesse assez considérable; il est donc bien certain que c'est de l'alizarine, même si l'on n'a pas observé l'ingestion, car le virage progressif dans la zone sensible est aussi caractéristique que le virage brusque au violet par un excès d'ammoniaque.

Comme nous l'avons fait pour les Amibes, nous pouvons nous assurer que l'eau extérieure est toujours ingérée en même temps que les aliments; pour cela, il suffit de préparer un rameau de *Carchesium* avec de l'alizarine à teinte sensible en goutte suspendue dans une chambre fermée à la vaseline; tout grumeau ingéré conserve environ une demi-minute la teinte de l'alizarine exté-

rière, et cette teinte ne se modifie pas, si, brusquement, on rend violette l'alizarine extérieure par l'introduction d'ammoniaque dans la chambre. C'est donc bien l'eau extérieure qui remplit, au début, la vacuole d'ingestion, le fait est démontré expérimentalement.

L'ingestion de l'eau extérieure que l'expérience précédente met hors de doute, a été niée par beaucoup d'observateurs, quoique depuis fort longtemps DUJARDIN (2) l'ait admise comme la seule chose possible ; il a décrit le phénomène de l'ingestion par les Ciliés d'une façon saisissante et très caractéristique que je reproduis ici, car il est impossible de le raconter plus fidèlement :

« Le courant produit dans le liquide (par le mouvement vibratile) vient heurter incessamment le fond de la bouche qui est occupé seulement par la substance gélatineuse vivante de l'intérieur ; il la creuse en forme de sac ou de *tube* fermé par en bas et de plus en plus profond, dans lequel on distingue par le tourbillon des molécules colorantes le remous que le liquide forme au fond. Les particules s'accumulent ainsi visiblement au fond de ce tube, sans que l'on puisse voir en cela autre chose que le résultat physique de l'action même du remous. En même temps que le tube se creuse de plus en plus, ses parois formées, non par une membrane, mais par la substance glutineuse seule, tendent sans cesse à se rapprocher en raison de la viscosité de cette substance et de la pression des parties voisines ; enfin, elles finissent par se rapprocher tout à fait et se soudent vers le milieu de la longueur du tube, en interceptant toute la cavité du fond sous la forme d'une *vésicule remplie d'eau et de matières colorantes*. C'est une véritable vacuole, une cavité creusée dans une substance homogène, mais puisqu'elle renferme les aliments entrés par la bouche, et que ses parois, formées d'une substance vivante, ont la faculté de digérer le contenu, on peut, si l'on veut, la nommer estomac. »

A part cette erreur, que la digestion des matières ingérées est faite par le contact des parois protoplasmiques, cette description est aussi satisfaisante que possible.

Revenons à notre préparation ; l'eau extérieure est ingérée contenant généralement des bactéries en même temps que l'alizarine, mais il arrive assez souvent aussi que le grumeau coloré est ingéré seul, et dans ce cas, j'ai constaté que les variations d'alcalinité sont

les mêmes; le grumeau devient jaune aussi vite qu'en présence de substances nutritives.

Nous sommes en présence d'animaux bien plus compliqués que les Rhizopodes, et voilà néanmoins deux conclusions communes aux deux groupes :

1^o L'eau extérieure est ingérée avec les matières solides.

*
* *

2^o Une sécrétion acide a lieu dans la vacuole, que celle-ci contienne ou ne contienne pas de substances nutritives.

*
* *

Nous trouvons une première différence dans la forme des vacuoles ; chez les Rhizopodes, quels que fussent les changements de position de l'être, la vacuole d'ingestion présentait toujours un contour apparent circulaire ; elle était sphérique, parce que la pression également exercée partout sur ses parois rencontrait de tous côtés une résistance identique ; le protoplasma était homogène. Chez le *Carchesium*, pendant que la vacuole reste dans le voisinage du fond de l'œsophage elle n'est pas absolument sphérique. Son contour apparent, quand l'animal est vu de profil est une ellipse peu allongée mais ayant cependant nettement comme grand axe le prolongement de celui de l'entonnoir œsophagique ; au contraire, au bout de quelque temps, quand la vacuole s'est éloignée du fond de l'œsophage, elle est bien nettement sphérique jusqu'à ce que ses bords deviennent peu apparents.

Cette remarque, appuyée du fait que plusieurs vacuoles formées à peu d'intervalle sont disposées en file par rang d'ancienneté à partir du fond de l'œsophage, tend à faire croire que dans cette région le protoplasma n'est pas une substance homogène, mais qu'il a subi une différenciation puisqu'il ne présente pas les mêmes propriétés dans toutes les directions.

Les vacuoles semblent d'ailleurs chez les *Carchesium* assujetties

à parcourir un certain trajet déterminé dans l'intérieur du corps, et il n'arrive jamais de les voir rejeter accidentellement au bout de très peu de temps comme cela avait lieu chez les Amibes.

Nous reviendrons sur ce phénomène et sur celui de l'éjection après avoir parcouru la série des Ciliés chez lesquels il y a certaines différences importantes à signaler dans les phénomènes de digestion.

J'ai fait des observations sur un grand nombre de Périritriches.

L'*Epistylis*, qui est un Périritriche colonial comme le *Carchesium*, mais qui en diffère par la non rétractilité des pédoncules, est encore bien plus remarquable que le précédent par les phénomènes de pléthore. Le corps de certains individus est tellement rempli de vacuoles digestives qu'il devient presque complètement opaque. On se demande comment cet animal qui continue à faire tourbillonner l'eau avec ses cils (probablement plutôt pour sa respiration que pour sa nutrition) pourrait ingérer de nouveaux aliments. Les observations que j'ai relatées plus haut font comprendre que la présence d'une grande quantité de vacuoles s'oppose à de nouvelles ingestions ; en effet, une vacuole nouvellement formée doit suivre, au moins dans les premiers temps, un parcours déterminé ; s'il y a un trop grand nombre de vacuoles, il y a encombrement, et, la dernière vacuole formée restant trop près de l'œsophage, le *tube* de DUJARDIN ne peut plus acquérir une longueur suffisante, et par conséquent pas isoler sa partie profonde.

Il est à remarquer que, chez l'*Epistylis*, les vacuoles récentes sont moins allongées que celles du *Carchesium*. Dans tous les cas, la pléthore, beaucoup plus fréquente chez l'*Epistylis*, fait de cette dernière espèce un type moins bon pour l'étude de la digestion. En partant de l'alizarine violette, on obtient avec cette espèce facilement la teinte rose mais rarement la teinte jaune ; la sécrétion acide y est certainement moins intense que chez le *Carchesium*.

Son intensité est variable chez les Vorticelles. La *V. convallaria* et la *V. microstoma* donnent une coloration jaune à l'alizarine violette, à peu près aussi vite que le *Carchesium*. Il n'en est pas de même de la *V. nebulifera* chez laquelle je n'ai jamais pu voir de

vacuole jaune en partant du violet ; l'animal meurt au bout d'un à deux jours n'ayant eu que des vacuoles roses.

Chez les espèces où cette particularité se présente, on pourrait croire que la sécrétion acide dans la vacuole cesse dès que son contenu est devenu trop peu alcalin, c'est-à-dire que de l'eau non alcaline n'excite plus la sécrétion. Je me suis facilement assuré que ce n'est pas vrai, en nourrissant ces animaux avec de l'alizarine teinte 4 ; dans ces conditions, j'ai obtenu des vacuoles jaunes, ce qui prouve que le contenu de la vacuole peut devenir effectivement acide ; il faut donc attribuer le résultat obtenu en partant du violet à la lenteur de la sécrétion qui permet à l'alizarine ingérée de tuer l'animal avant d'avoir dépassé la neutralité.

J'ai été conduit à adopter pour l'exposition des phénomènes observés dans la série, la classification des Infusoires en *Ciliés à tourbillon* et *Ciliés capteurs* proposée par M. MAUPAS (36).

Les *Ciliés à tourbillon* sont ceux qui, comme les Vorticelliens, produisent au moyen de leurs cils un mouvement de l'eau voisine de leur extrémité orale, et obtiennent ainsi deux résultats, celui de renouveler l'eau autour d'eux et d'assurer ainsi leur respiration, et celui d'ingérer comme nous l'avons expliqué plus haut les matières solides suspendues dans le liquide. On conçoit facilement que ce mode d'existence soit le seul possible pour les espèces fixes, et, en effet, toutes les espèces fixes l'emploient, mais il y a aussi des espèces mobiles dans cette catégorie.

Parmi les espèces fixes autres que les Vorticelliens, nous trouvons les *Stentors*, qui, s'ils se meuvent quelquefois à travers le liquide, vivent en réalité presque toujours collés aux parois des vases, et, préparés en goutte suspendue, prennent généralement au bout de peu de temps un point d'attache pour pouvoir étendre leur long corps tubulaire. C'est surtout le *Stentor Ræselii* qui se fixe rapidement en goutte suspendue ; grâce à cette particularité, on peut facilement observer l'ingestion et étudier le contenu des vacuoles. On peut ainsi compléter les résultats déjà donnés chez ces êtres par le tournesol et voir que la diminution d'alcalinité dans les vacuoles est progressive et due à une sécrétion ; le *St. polymorphus* et le *St. cæruleus* ingèrent moins bien l'alizarine que le tournesol et en semblent d'ailleurs incommodés.

Les changements de couleur de l'alizarine, qu'il est nécessaire de

suivre quand on ne se propose pas seulement de constater l'existence d'une sécrétion acide, sont bien plus difficiles à observer chez les Ciliés mobiles.

J'ai constaté l'existence d'une sécrétion acide chez tous les Ciliés mobiles à tourbillon que j'ai étudiés, en examinant en goutte suspendue ces animaux mis au préalable en présence d'alizarine violette ; j'en ai toujours vu traverser le champ porteurs d'une ou plusieurs vacuoles roses, ce qui suffit à la démonstration. Mais pour me rendre compte de la rapidité de la sécrétion chez les différentes espèces, j'ai dû isoler en goutte suspendue un individu de chacune d'elles, ce qui n'est possible que pour les espèces de forte taille visibles à l'œil nu. L'animal isolé, il est facile de se rendre compte du temps nécessaire pour que l'alizarine ingérée passe d'une teinte à une autre.

Chez le *Paramecium bursaria*, il faut environ une heure pour qu'un grumeau violet limite devienne jaune ; il faut un peu moins de temps chez le *P. aurelia*, mais il en faut beaucoup plus, trois heures environ, chez le *Colpoda cucullus*.

Il est très difficile d'observer la sécrétion acide chez le *Spirostomum ambiguum*, quoique cette sécrétion soit très rapide (environ trois quarts d'heure pour passer du violet au jaune) ; mais ces animaux portent très peu de vacuoles même dans un milieu très nutritif, et dans un bain d'alizarine violette il faut en observer un très grand nombre pour en trouver un qui possède une vacuole colorée. Ces animaux se colorent uniformément d'une teinte violette légère, sans paraître en souffrir ; j'ai pu en conserver plusieurs jours dans cet état.

Je n'ai jamais suivi le sort d'une vacuole chez le *Strombidium sulcatum* et les *Euplotes* ; j'ai simplement constaté chez ces Infusoires l'existence d'une sécrétion acide.

Il est encore nécessaire d'examiner longuement les vacuoles roses pour savoir si la sécrétion acide se produit en dehors du cas de la présence de matières nutritives. Chez les animaux sédentaires cette étude est facile ; pour ceux qui se meuvent rapidement, il faut employer des dispositions particulières. Si l'animal est assez gros, on le place sur un porte-objet dans une goutte d'eau suffisante pour

qu'il ne soit pas écrasé par une lamelle posée avec précaution ; puis on aspire une partie de cette eau avec un morceau de papier buvard, et on arrive tout doucement à aplatir l'animal et à ralentir suffisamment son mouvement sans le tuer. On peut ainsi observer à un fort grossissement les vacuoles de l'animal vivant. Quand on ne tient pas à réaliser cette dernière condition, ou quand on a affaire à un Infusoire de petites dimensions, il est plus simple de tuer brusquement l'animal en exposant un instant la goutte à des vapeurs d'acide osmique, et de recouvrir ensuite d'une lamelle avec précaution. L'acide osmique qui se dissout en très faible quantité dans la goutte, ne modifie pas la couleur de l'alizarine extérieure, et l'on peut tout à son aise observer le contenu des vacuoles roses.

Chez toutes les espèces précédentes, j'ai constaté que la sécrétion acide a lieu même quand la vacuole ne contient pas de matière nutritive, et toujours avec la même rapidité. On ne peut donc attribuer aux Infusoires à tourbillon, une sélection particulière, pour sécréter ou ne pas sécréter d'acide dans les vacuoles qui contiennent ou ne contiennent pas d'aliment.

Quant à l'ingestion, je crois pouvoir affirmer qu'elle se fait également sans choix ; souvent, à la vérité, on voit chez un *Paramecium*, un *Stentor*, une *Vorticella*, toutes les vacuoles du corps contenir des bactéries, des diatomées ou des morceaux d'oscillaire, mais il faut remarquer qu'alors, le milieu liquide dans lequel vivent ces animaux ne contient pas en suspension d'autres espèces d'éléments solides que celles dont nous voyons des échantillons dans les vacuoles ; introduisons dans ce milieu des grains de tournesol, des grumeaux d'alizarine sulfoconjuguée, ou des globules gras, nous constatons immédiatement l'ingestion de ces diverses matières, pêle-mêle ou isolément dans des vacuoles nouvelles.

J'insiste sur ces remarques pour montrer que l'on ne doit pas donner une valeur absolue aux classifications faites au point de vue des aliments chez les Infusoires à tourbillon, et considérer les uns comme des herbivores, les autres comme omnivores, les autres comme carnassiers.

Il est hors de doute, d'après les expériences de M. MAUPAS (36), que les différentes espèces se développent mieux et plus vite dans des milieux contenant certaines algues ou certains animaux, et que telle nourriture est plus profitable à telle espèce d'Infusoire. Mais,

cela n'empêche pas les animaux de cette espèce d'ingérer des matériaux de nature différente quand il s'en trouve dans le liquide où ils vivent. Par exemple, tout le monde sait avec quelle voracité les Paramécies, considérées à un point de vue général comme herbivores par M. MAUPAS, ingèrent les globules du lait.

Il n'en est pas de même des Infusoires classés par M. MAUPAS dans le groupe des Capteurs, qu'il décrit ainsi qu'il suit :

« La bouche est presque toujours dépourvue d'appendices vibratoires spéciaux, et quand il en existe ils ne jouent qu'un rôle accessoire ; ils sont remplacés souvent par des appareils de préhension de natures diverses tels que les lèvres mobiles et prenantes des *Ophryogènes*, des *Glaucomes*, des *Leucophrys*, ou bien les armatures dentaires en nasse des *Chilodon*, des *Nassules* et des *Prorodon*, tantôt par des armes de projection (trichocystes) servant à immobiliser les proies qui sont ensuite englouties par dilatation de la bouche..... Lorsqu'il leur arrive de rencontrer une proie ou un objet quelconque, ils le saisissent, l'avalent rapidement et reprennent leur course. »

J'ai eu occasion d'observer des *Glaucomes*, des *Prorodon*, des *Nassules* et des *Coleps*.

Contrairement à ce qui se passe chez les Infusoires à tourbillon quand ils sont mobiles, on peut ici observer souvent l'ingestion, car l'animal s'arrête pour manger ; on peut ainsi assister à une véritable préhension des aliments. Mais les animaux de ce groupe avalent très rarement la nourriture qu'on leur présente quand elle ne leur plaît pas, c'est ainsi qu'il est difficile de leur faire avaler l'alizarine sulfoconjuguée. J'ai néanmoins pu vérifier l'existence d'une sécrétion acide chez les quatre genres que j'ai étudiés. Les vacuoles du *Coleps hirtus* sont d'ailleurs le siège d'une formation d'acide très prononcée ; l'alizarine violette y devient jaune en une demi-heure.

En tuant brusquement à l'acide osmique les animaux porteurs de vacuoles roses et les examinant à un fort grossissement, je n'ai jamais vu que les grumeaux d'alizarine sulfoconjuguée aient été ingérés seuls. Dans toutes les vacuoles qui en contenaient il y avait en outre soit une diatomée, soit un morceau d'oscillaire, soit un

Flagellate, et, dans tous les cas, que l'aliment concomitant fût de nature animale ou végétale, le virage au rose ou au jaune de la matière colorante prouvait l'existence d'une sécrétion acide. Pas plus que les animaux moins élevés en organisation étudiés jusqu'à présent, les Capteurs ne jouissent donc de la propriété de digérer les aliments de diverses natures dans des milieux de réaction différente.

Puisque je n'ai jamais vu l'alizarine seule dans une vacuole, je suis en droit de conclure que l'ingestion chez les Capteurs est régie par une certaine sélection. Voici la première fois que nous constatons un phénomène de ce genre, qui indique une organisation plus élevée. Une matière non nutritive n'est pas ingérée seule : mais cette observation n'est pas du même genre que celle de M. GREENWOOD (32), qui a émis l'idée qu'une matière non nutritive *ingérée* seule ne détermine pas de sécrétion chez un Rhizopode. Au contraire, dans tous les cas où nous avons pu le constater, nous avons remarqué, chez tous les Protozoaires, qu'une matière quelconque, ingérée dans une vacuole, détermine dans cette vacuole une production d'acide.

Chez les Capteurs, la classification en Herbivores, Omnivores et Carnassiers sera possible, puisque nous avons constaté que ces animaux choisissent leur nourriture.

La présence d'un anus fixe chez les Infusoires ciliés, fait de l'éjection, chez ces animaux, un phénomène moins simple que chez les Amibes. Les travaux de MM. BÜTSCHLI, BALBIANI et FABRE DOMERGUE ont montré, à ce propos, une grande complexité d'organisation chez les Ciliés :

« Chez les *Oxytriches*, les bols alimentaires se rapprochent peu » à peu de l'anus pour être expulsés au dehors à un moment donné. » Chez le *Didinium nasutum*, le bol alimentaire suit un trajet » toujours le même et se rapproche peu à peu de l'anus. M. BALBIANI, » qui a fait cette observation, n'a pu déceler de parois au tube » digestif ainsi tracé. » (35).

Nous avons décrit une différenciation partielle du même genre, manifestée par l'allongement des vacuoles récentes chez les Péri-triches. Dans tous les cas, l'éjection n'est plus ici un phénomène de

hasard comme chez les Rhizopodes et ne peut avoir lieu qu'après un séjour minimum assez considérable de l'aliment dans le corps de l'animal ; il y a ici une véritable *défécation*, dans laquelle M. FABRE DOMERGUE ne voit qu'un processus dû simplement à un stimulus produit par le contenu des vacuoles sur le Protoplasma.

Jusqu'à présent, nous nous sommes occupés d'Infusoires vivant librement dans l'eau. Je n'ai jamais pu déceler nettement les phénomènes de sécrétion dans les vacuoles digestives chez un Infusoire parasite, le *Nyctotherus cordiformis*, qui vit en troupes nombreuses dans les mucosités du rectum de la grenouille, en compagnie de *Opalina ranarum*, espèce sans bouche.

Les *Nyctotherus* et les *Opalina* vivent bien pendant deux ou trois jours quand on dilue dans de l'eau le contenu du rectum de la grenouille. Leur mouvement ciliaire n'est pas ralenti, et cependant, il est impossible dans ces conditions de faire avaler au *Nyctotherus* des grumeaux d'alizarine ou des grains de tournesol.

Si on remplace l'eau par du bouillon de grenouille concentré, fait à chaud, il n'y a pas non plus ingestion ; dans le bouillon fait à froid additionné de tournesol bleu, j'ai puisé certains individus contenant des corps qui ressemblaient beaucoup à du tournesol rouge ; une addition d'ammoniaque à la préparation ne ramenait pas au bleu ces corpuscules brun rouge.

Enfin, j'ai injecté dans le rectum d'une grenouille vivante du tournesol ou de l'alizarine ; le lendemain de l'injection du tournesol, je trouvais dans le rectum, des *Nyctotherus* portant des corpuscules brun rouge dans des vacuoles à contenu gras ; une addition d'ammoniaque ne donnait pas de virage bleu et je n'avais pas pu observer l'ingestion. Le lendemain de l'injection d'alizarine, je trouvais des individus porteurs de vacuoles roses et même jaunes, qui, évidemment, contenaient de l'alizarine, mais il était impossible de savoir avec quelle teinte ces grumeaux avaient été ingérés, puisque dans la masse glaireuse très peu fluide où grouillaient les *Nyctotherus*, on voyait des grumeaux d'alizarine de toutes les couleurs, du violet jusqu'au jaune. Toutes ces couleurs persistaient si l'on ajoutait de l'ammoniaque à la préparation, il est donc probable que cette

matière visqueuse ne se laisse pas pénétrer par ce réactif, ce qui expliquerait le résultat négatif obtenu avec le tournesol.

Cette espèce échappe par conséquent à nos procédés d'investigation ordinaires ; une chose intéressante facile à constater, c'est que le *Nyctotherus* ingère directement la matière visqueuse dans laquelle il vit, absolument comme les Infusoires libres ingèrent l'eau, et dans les vacuoles, cette matière glaireuse vient en contact direct avec le protoplasma comme l'eau ingérée chez les autres espèces. Quand on transporte des *Nyctotherus* dans l'eau, ils n'y ingèrent plus rien ; jamais on n'y trouve une vacuole contenant un aliment quelconque entouré d'eau.

C'est donc seulement pour les espèces libres que nous pouvons poser ici les conclusions suivantes :

1° Chez tous les Infusoires étudiés, les matières solides ingérées sont toujours accompagnées dans la vacuole d'ingestion d'une certaine quantité de l'eau extérieure.

*
* *

2° Les Infusoires à tourbillon ingèrent indistinctement toutes les matières solides existant en suspension dans le liquide où ils vivent. L'ingestion est limitée par une sorte de pléthore qui, dans certains cas, semble s'opposer mécaniquement à la formation de nouvelles vacuoles.

Les Infusoires capteurs semblent au contraire faire un choix dans leur ingestion ; ils n'avalent de substance non nutritive qu'avec une matière alimentaire quelconque, à laquelle la première était peut-être adhérente.

*
* *

3° Dans tous les cas, chez tous les Infusoires étudiés, la vacuole digestive est le siège d'une sécrétion acide qui

neutralise d'abord l'alcalinité de l'eau ingérée et qui continue quand la neutralité est atteinte, de façon à donner au contenu de la vacuole une acidité effective. Cette sécrétion acide se manifeste avec la même intensité dans les vacuoles contenant des matières solides animales, végétales ou minérales.

*
* *

4° Il y a des différences très considérables dans la rapidité de la sécrétion de l'acide chez les diverses espèces, et dans la nocuité pour chacune d'elles des substances chimiques ingérées, ce qui paraît indiquer l'existence de différences notables dans la constitution des protoplasmas.

Chez toutes les espèces pour lesquelles le tournesol nous a donné des résultats, on peut ajouter que l'acide sécrété semble le même et que c'est un acide fort.

*
* *

5° La vacuole d'ingestion n'est pas toujours sphérique, mais s'allonge quelquefois dans le prolongement de l'entonnoir œsophagique.

*
* *

6° Il est possible d'établir dans la série des Infusoires un ordre de complexité croissante d'organisation, d'après l'ingestion, et d'après le séjour et le parcours de la vacuole dans l'organisme, jusqu'à la défécation.

*
* *

Le fait général chez les Rhizopodes et les Infusoires, de l'ingestion de l'eau dans une vacuole et de la sécrétion d'un acide dans

cette vacuole, est très remarquable ; en effet, au moins chez les Rhizopodes, la vacuole est une simple cavité creusée dans la masse du protoplasma, et qui doit sa forme sphérique à la tension superficielle au contact de cette substance et de l'eau. Or, le protoplasma est alcalin. Il est donc très curieux de voir une eau primitivement alcaline le devenir de moins en moins, puis même acquérir une réaction acide caractérisée par le simple contact du protoplasma qui borde la vacuole. Comme ce phénomène se passe dans une vacuole quelconque, creusée à un endroit quelconque du protoplasma, au moins chez les Rhizopodes, on ne peut y voir une propriété locale, et le phénomène ne peut s'expliquer que par une dialyse. Rien n'empêche de concevoir dans le protoplasma alcalin la présence d'un sel quelconque, ayant comme les sels en général un acide beaucoup plus rapidement diffusible que la base. La paroi de la vacuole, formée simplement d'une surface protoplasmique nue au contact de l'eau sert de membrane dialysante, et dans ces conditions une vacuole creusée en un point quelconque du protoplasma est le siège d'une sécrétion acide. Ceci explique parfaitement que tout se passe de la même façon, que la vacuole contienne une matière solide animale, végétale ou minérale, pourvu qu'elle soit pleine d'eau, puisque c'est le seul contact de l'eau avec le protoplasma bordant la vacuole qui détermine la dialyse. Cette dialyse qui se fait dans la vacuole n'a pas lieu à la surface extérieure du Rhizopode, ce qui est facile à expliquer, car la vacuole de dimensions tout à fait capillaires présente des conditions de diffusibilité très spéciales comme nous le prouveront tout à l'heure plusieurs phénomènes.

Il ne faut pas s'étonner non plus si des Infusoires vivant dans un milieu gras ou glaireux comme les *Nyctotherus*, et ayant dans leurs vacuoles, au lieu d'eau, cette matière visqueuse en contact direct avec le protoplasma, présentent des phénomènes de dialyse différents.

Maintenant que nous avons constaté la réaction acide de la sécrétion des vacuoles, nous allons chercher à obtenir sur cette sécrétion d'autres renseignements par l'étude des phénomènes de digestion que l'on peut y observer chez les Protozoaires, soit de leurs aliments naturels soit de substances nouvelles expérimentalement introduites dans les infusious.

III. — MODIFICATIONS GÉNÉRALES DES SUBSTANCES
INGÉRÉES PAR LES PROTOZOAIRES.

Je vais passer en revue séparément les phénomènes de digestion chez les Amibes et chez les Infusoires ciliés ; dans chaque groupe, je commencerai par l'examen des résultats d'observation pure, puis j'exposerai ceux de la nutrition artificielle.

A. — Amibes.

Plusieurs observateurs ont décrit l'ingestion par des Amibes de matière protoplasmique dépourvue de membrane de cellulose. J'ai déjà cité le cas rapporté par LEIDY (20). « Un *Urocentrum* ingéré » complètement fut d'abord visible dans une vacuole et reconnais- » sable par ses caractères de structure ; au bout de quelque temps, » toute trace d'individualité avait disparu. »

CARTER (10) mentionne des cas analogues ; dans toutes ses observations on le trouve préoccupé de l'idée que les Rhizopodes ont une volonté ; il décrit ainsi les mouvements raisonnés d'un *Actinophrys* privé de nourriture, qui guette, pour les dévorer, les spores de *Pythium* et de *Spirogyra* à leur sortie de la cellule mère. Il décrit d'une façon assez peu claire l'ingestion d'un jeune Acinétién par une Amibe ; il dit que l'Acinétién est divisé en deux et que chaque partie est entourée par une vacuole, mais il semble ressortir de sa description que cette division a suivi l'ingestion, et qu'il s'est alors formé deux vacuoles, et cela est contraire à toutes mes observations.

Au contraire, WALLICH (11) qui accorde également aux Rhizopodes un instinct fort développé et ne voit qu'un accident dans la présence des corps inorganiques à l'intérieur de leur protoplasma, a vu une Amibe déchirer d'avance un grand *Actinophrys* et en ingérer séparément les divers fragments.

Dans l'infusion de débris exotiques dont j'ai parlé plus haut, existaient une grande quantité de petits Acinétiens et j'ai à rapporter trois observations d'ingestion de ces êtres par l'Amibe étudiée. Deux fois j'ai pu suivre dans la vacuole alimentaire la déformation du

corps ingéré dont les contours sont restés assez nets près de deux heures ; puis, les bords de la vacuole devinrent moins visibles, en même temps que son contenu prenait une apparence plus homogène, si bien qu'ayant interrompu l'observation dans le premier cas, je ne pus retrouver l'Acinétiën. En observant sans interruption j'ai dû, au bout d'environ cinq heures, renoncer à suivre le sort de la vacuole car ses bords étaient très effacés et d'ailleurs son contenu ne se distinguait pas facilement du protoplasma. La poursuite de l'observation eût été possible si l'être protoplasmique ingéré avait lui-même été porteur de vacuoles contenant des matières insolubles, ce qui n'a jamais lieu chez les Acinétiens. Je n'ai jamais eu l'occasion de voir les Amibes engloûtir des Ciliés ou des Flagellates ; je ne puis donc pas affirmer qu'il n'y a pas à un moment donné expulsion d'une partie réliquate quelconque, mais il me semble possible que cela n'ait pas lieu. Nous avons vu, en effet, que non seulement la réfrangibilité, mais encore la tension superficielle du liquide de la vacuole se modifient profondément, et que par conséquent à un moment donné il peut y avoir mélange de son contenu avec le protoplasma ambiant quand la tension au contact des deux substances devient nulle. Dans tous les cas, ce qui nous intéresse actuellement, nous constatons une transformation évidente de l'être ingéré, transformation qui ne peut être attribuée à un acide agissant seul.

Les *Protococcus* verts deviennent bruns quelque temps après l'ingestion, sans que l'on puisse constater aucune modification dans leur forme extérieure ; ils conservent cette coloration brune jusqu'à leur éjection. Cette modification de la chlorophylle a été déjà constatée par LEIDY qui a vu une diatomée ingérée verte devenir brune dans les vacuoles d'un *Dinamoeba mirabilis*. Elle ne donne d'ailleurs aucune indication nouvelle sur la nature de la sécrétion dans la vacuole, car la coloration brune de la chlorophylle s'explique par la simple action d'un acide.

Mais l'observation de l'ingestion d'une diatomée m'a donné un autre résultat plus intéressant. Le corps de la diatomée s'éclaircit, pendant que le liquide environnant s'épaissit et que les bords de la vacuole deviennent moins nets. Le phénomène se termine par l'expulsion de la coque siliceuse vido non modifiée. Voici encore une digestion du protoplasma par le liquide de la vacuole, lequel, pénétrant dans la diatomée, a dissous son contenu.

Sauf quant au mode d'ingestion, je rapproche cette observation de celle de HAECKEL (12) : « Un *Protogenes primordialis* prit un » *Ceratium* vivant et l'entoura complètement ; le lendemain, la » coquille du *Ceratium* était vide, le Rhizopode, sphérique, rempli » d'une substance granuleuse sombre restait à quelque distance de » cette coquille. »

M. GREENWOOD (32) a observé des phénomènes du même genre : « La sécrétion n'est probablement pas acide ; elle ne peut apparem- » ment pas agir sur les membranes de cellulose, mais, par diffusion » à travers la tunique d'organismes inclus, elle agit sur le proto- » plasma contenu dans cette tunique. »

La manière dont la diatomée dont je parlais plus haut est rejetée, est très remarquable. Elle est abandonnée lentement pendant la reptation de l'Amibe, comme si elle restait adhérente au corps solide sur lequel rampe l'animal, et elle paraît d'abord entourée d'une sphère visqueuse qui disparaît bientôt. Il me semble probable que cette sphère glutineuse se compose des substances de la vacuole qui sont restées le plus adhérentes à la coquille, et qu'avant cette expulsion, une partie des substances dissoutes a pu être diffusée dans le corps protoplasmique.

Quant à la cellulose, il est bien difficile de constater chez elle une modification quelconque, et presque tous les observateurs sont d'avis qu'elle n'est pas attaquée dans la vacuole digestive ; une observation très longue ferait peut-être découvrir des modifications, car M. METCHNIKOFF a vu des bactéries disparaître complètement dans le corps des leucocytes ; le protoplasma était d'abord attaqué, puis la membrane se déformait, et le contour de la bactérie finissait par s'effacer complètement.

Des expériences de nutrition artificielle des Rhizopodes ont déjà été faites par plusieurs expérimentateurs, principalement avec des grains d'amidon et des globules gras. M. MEISSNER (34) a vu que l'amidon ingéré reste inattaqué ; M. GREENWOOD (32), dit dans la conclusion de son premier mémoire, que : « la formation de la » sécrétion n'est pas déterminée par les corps tels que les grains » d'amidon, qui semblent sans usage pour la nourriture. » J'ai facilement démontré que la première partie de cette affirmation n'est pas acceptable, en ajoutant à l'infusion d'Amibes une goutte de solution d'alizarine violette, tenant en suspension des grains d'amidon

de riz. Les vacuoles digestives contiennent au bout de peu de temps des groupes de 4 à 5 grains d'amidon baignés dans un liquide qui devient rapidement rose.

Quant aux grains d'amidon eux-mêmes, je n'ai jamais pu constater la moindre déformation de leurs bords, et d'ailleurs, à n'importe quel moment, l'addition d'eau iodée au bord de la préparation colore ces grains en bleu violet, au milieu de l'Amibe qui devient d'un jaune brun. Il me semble donc que ces grains ne subissent aucune modification dans les vacuoles des Amibes ; mais cette expérience est intéressante par un autre côté ; d'abord elle montre que les Rhizopodes absorbent en très grande abondance des matières qui semblent sans usage pour leur nourriture, par le seul fait que leur forme en rend l'ingestion facile, ensuite elle permet d'observer aussi souvent que l'on veut le phénomène de l'ingestion ; les pseudopodes s'étendent vers un groupe de quelques grains d'amidon qui semblent s'enfoncer par eux-mêmes dans l'Amibe marchant vers eux, puis, brusquement il y a anastomose des pseudopodes et l'on voit les grains dans une vacuole sphérique ; j'insiste sur ce phénomène que j'ai déjà décrit, car il est très important ; la formation brusque de cette vacuole dès qu'il y a anastomose des pseudopodes, dépend évidemment de la valeur de la tension superficielle au contact du protoplasma et de l'eau.

Pour les globules gras, MM. MEISSNER et GREENWOOD ont obtenu également des résultats négatifs ; cependant, M. GREENWOOD dit que ces corps subissent peut-être un commencement de modification chez l'*Actinospherium*. Quoique cette nourriture ne soit pas habituelle aux Rhizopodes, il est très important de savoir si la sécrétion acide a lieu dans une vacuole qui en contient, car un alcali peut agir tout seul sur elle. En refaisant l'expérience par l'alizarine comme nous l'avons fait pour l'amidon, avec une goutte de lait, nous voyons que la sécrétion acide a lieu. Mais il est essentiel de remarquer que dans la vacuole les globules gras sont groupés par 4 ou 5, *au milieu d'une goutte d'eau*, et que par conséquent le liquide en contact avec le protoplasma bordant la vacuole, est de l'eau et non une substance grasse, ce qui différencie ce cas de celui du *Nyctotherus*. Dans tous les cas, les Amibes n'ont pas, comme les animaux supérieurs, la propriété de sécréter un liquide alcalin autour des aliments de nature grasse.

Les observations précédentes nous démontrent donc que :

1° Les Rhizopodes étudiés, transforment profondément dans leurs vacuoles le protoplasma d'origine animale ou végétale.

*
* *

2° Ils transforment la chlorophylle en une substance brune; mais leur action sur la cellulose, si elle existe, est trop lente pour être observée facilement.

*
* *

3° Ils semblent n'avoir aucune action sur les grains d'amidon et les globules gras, quoiqu'ils les ingèrent en grande abondance, mais une sécrétion acide se fait autour de ces matières dans leurs vacuoles.

*
* *

B. — Infusoires ciliés.

C'est un fait connu depuis longtemps que beaucoup d'Infusoires peuvent digérer des matières albuminoïdes. Parmi les observations récentes faites à ce sujet, je citerai celles de MM. MEISSNER et FABRE-DOMERGUE.

M. MEISSNER (34) se contente de constater que l'albumine animale ou végétale est facilement absorbée par les Infusoires.

M. FABRE-DOMERGUE (35) donne une observation plus détaillée du phénomène : « A peine la proie est-elle tuée que la digestion » commence, et l'on voit peu à peu la masse du corps prendre, sous

» l'action des liquides digestifs qui l'imbibent, une coloration grise
» et une opacité caractéristique. Les parois de la vacuole alimentaire
» se resserrent progressivement sur le bol qu'elles contiennent et,
» au moment de la défécation, celui-ci se trouve réduit à plus d'un
» dixième du volume primitif et composé de granules réunis par un
» magma muqueux et filant. »

J'ai fait moi-même plusieurs observations d'ingestion d'Infusoires par des Infusoires ; le type le plus commode pour cette étude est le *Stentor Roeselii*, car sa transparence et sa fixité permettent de suivre facilement chez lui le sort d'une vacuole ; de plus, il ingère souvent des Flagellés ou des Ciliés.

Dans le cas de l'ingestion d'une proie dépourvue de matières solides internes, il est très difficile de suivre jusqu'au bout le sort de la vacuole, car ses bords deviennent rapidement peu distincts, quoique jamais autant que chez les Rhizopodes. Mais le plus souvent, j'ai vu l'animal ingérer des proies dont les vacuoles contenaient des débris de bactéries ou de diatomées ; la forme spéciale de ces débris permet toujours de reconnaître la vacuole, même après une interruption dans l'observation, et de suivre son sort jusqu'à la défécation. J'ai vu, dans ces conditions, le *Stentor* rejeter une masse globuleuse, petite, contenant les débris alimentaires qui existaient dans les vacuoles de la proie. Je pense que ce sont les granules de M. FABRE-DOMERGUE. Dans tous les cas, cette masse globuleuse muqueuse avait des bords moins nets avant qu'après l'éjection, et son volume était inférieur à celui de la vacuole initiale.

J'ai également vu plusieurs fois des Infusoires chasseurs rejeter de semblables petites masses visqueuses contenant des débris organiques, et quoique n'ayant jamais pu suivre le sort d'une vacuole chez ces êtres rapides, je crois pouvoir conclure, par analogie, que ces petites sphères de dimensions exiguës sont l'excrément provenant de l'ingestion d'un Protozoaire.

La chlorophylle d'une diatomée verte devient rapidement brune dans une vacuole de *Paramecium*, de même, les *Protococcus* ingérés par des Infusoires sont rejetés avec une coloration brune. J'ai déjà fait remarquer, à propos des Rhizopodes, que cette modification de la chlorophylle ne donne aucune nouvelle indication sur

la nature de la sécrétion dans les vacuoles, puisqu'elle s'explique par la seule production d'acide.

M. FABRE-DOMERGUE (35) n'admet pas cette modification qui m'a semblé très générale et considère la chlorophylle comme restant inattaquée dans les vacuoles des Infusoires : « La chlorophylle des » algues vertes, celle des diatomées également, ne subit guère de » modification ; le protoplasma seul, qui se trouve en connexion » avec elle, est assimilé, et la chlorophylle est précipitée sous la » forme de globules *verts* qui sont rejetés sans altération au » dehors. » Je n'ai jamais constaté de cas semblable ; j'ai vu des cellules vertes de *Protococcus* rejetées sans avoir été modifiées, étant restées trop peu de temps dans la vacuole pour que l'acidité de celle-ci soit devenue suffisante ; mais je n'ai jamais vu la chlorophylle rester inattaquée, quand le protoplasma de la cellule verte était assimilé.

Le même savant ajoute d'ailleurs : « Il n'en est pas de même de » la matière colorante vert bleuâtre des oscillaires ; STEIN (8) a » observé qu'elle passe du vert au bleu et du bleu au rouge ; à cette » phase, elle n'est point dissoute, mais rejetée sous forme de flo- » cons et de granulations très abondants. » Je crois le phénomène plus complexe que cela et je vais le prouver en exposant tout au long une observation que j'ai faite un grand nombre de fois sur des *Glaucoma*, des *Nassules*, des *Amphileptus*, etc.

Dans la mare carrée du Jardin des Plantes où M. le Professeur CORNU a bien voulu m'autoriser à recueillir des débris végétaux, j'ai trouvé un très grand nombre d'espèces de Ciliés avec des oscillaires et des diatomées. La plupart des individus que j'y ai puisés étaient bourrés de vacuoles appartenant à plusieurs types. Les uns contenaient un fragment d'oscillaire vert bleu dans une eau incolore ; d'autres un fragment d'oscillaire vert dans un liquide bleu clair ; d'autres un fragment d'oscillaire brun en liquide incolore ; enfin, d'autres se composaient d'une sphère brun rougeâtre formée d'un amas de corps à forme assez indistincte ; je ne parle pas de celles qui contenaient des diatomées toujours reconnaissables à leur enveloppe siliceuse inattaquée.

Je me suis rendu compte de la signification de ces diverses apparences en observant l'ingestion d'un fragment d'oscillaire par un *Stentor* hyalin et en suivant le sort de la vacuole.

Je décris d'abord le phénomène de l'ingestion. Le filament, entraîné par le courant du tourbillon œsophagien, vint se lancer avec force contre le fond du tube de DUJARDIN (2) et se trouva immédiatement inclus dans une vacuole à contours très nets, remplie d'une eau incolore. Chose curieuse, que j'ai observée souvent chez tous les Infusoires de cette mare, le filament ingéré était incurvé, quelquefois fortement, dans cette vacuole, et la déformait jusqu'à lui donner une forme ellipsoïdale irrégulière, due à l'équilibre entre deux forces antagonistes, l'élasticité du fragment d'oscillaire et la tension superficielle de la paroi. Si, interrompant à cet endroit l'observation, j'écrasais le corps de l'Infusoire, je voyais le filament se redresser, ce qui était une nouvelle preuve de l'existence d'une tension non négligeable dans la vacuole.

Je reprends ma première observation : très rapidement, l'eau incolore de la vacuole prend une belle coloration bleu clair, pendant que le fragment d'oscillaire devient vert ; c'est la phycocyanine de l'algue qui s'est répandue par diffusion dans le liquide de la vacuole, laissant la chlorophylle au protoplasma. Ceci nous prouve deux choses : 1^o que chez les Cyanophycées, quoique non localisée dans des chromoleucites, la chlorophylle fait, bien plus que la phycocyanine, corps avec le protoplasma, et que celle-ci mérite bien, par conséquent, le nom de pigment surajouté ; 2^o que, ce que j'ai avancé plus haut, les conditions de diffusion sont très particulières dans la vacuole d'ingestion, puisque la phycocyanine s'y sépare de l'oscillaire beaucoup plus vite que dans les conditions ordinaires.

La vacuole reste dans cet état pendant un temps variable avec les espèces : environ une heure chez le *Glaucoma* ; puis, petit à petit, le liquide de la vacuole se décolore, pendant que la chlorophylle de l'algue brunit ; cette décoloration de la phycocyanine et cette modification dans la couleur de la chlorophylle se manifestent lorsque l'acidité devient sensible dans la vacuole ; il faut, en effet, plus de temps pour cela que pour voir devenir jaune l'alizarine qui avait, au début, l'alcalinité du milieu extérieur.

La chlorophylle continue à brunir et conserve définitivement une couleur brun rougeâtre ; elle reste toujours cantonnée dans les cellules de l'oscillaire et ne diffuse jamais dans le milieu ambiant.

Au bout d'un temps assez long, le filament d'oscillaire se dissocie

par suite de la dissolution de la matière qui maintenait ses cellules adhérentes les unes aux autres. Maintenant, l'ensemble de toutes ces cellules forme une masse sphérique dans laquelle les contours de chacune d'elles conservent un grand nombre d'heures une grande netteté ; mais plus tard, les contours deviennent de moins en moins distincts, et il n'y a plus dans la vacuole qu'une sphère brune à peu près homogène au moment de la défécation. La chlorophylle n'a servi, pendant le phénomène, que de témoin à la sécrétion acide ; elle est rejetée sans être absorbée.

Ceci posé, je reviens à l'observation de STEIN rapportée par FABRE-DOMERGUE : « STEIN a observé qu'elle passe du vert au bleu. » Il faut plutôt dire que le pigment se dédouble en chlorophylle qui reste dans la cellule et en phycocyanine qui est diffusée dans la vacuole. « Puis du bleu au rouge. » Ceci ne me semble pas exact ; le pigment bleu est décoloré, et c'est la chlorophylle pure, qui, sous l'action de l'acide sécrété, devient brun rouge.

Je considère donc comme bien établi que la chlorophylle subit une modification de couleur et n'est pas absorbée.

De plus, dans l'observation précédente, nous avons constaté d'abord une digestion de la matière réunissant les cellules et l'oscillaire, ensuite une déformation allant jusqu'à la disparition complète, des membranes cellulaires de cette algue.

Ce résultat m'empêche d'adopter la manière de voir de M. FABRE-DOMERGUE, qui considère la cellulose comme complètement inattaquée : « J'ai nourri, dit cet observateur, des Paramécies avec » des *Micrococcus prodigiosus*, et j'ai toujours vu les bactériacées » sortir intactes de la vacuole alimentaire ; au contraire, la masse » muqueuse qui les entoure est digérée rapidement. »

Je rapproche cette digestion du mucus zoogléaire, que j'ai d'ailleurs observée moi-même en colorant ce mucus, de celui de la dissolution de la matière qui relie entre elles les cellules de l'oscillaire.

Quant à la membrane même des bactéries, je crois qu'il faut une observation très longue pour affirmer qu'elle ne subit pas de modification, car cette modification, si elle existe, doit être lente. Dans des *Epistylis* bien nourris, présentant cette pléthore dont j'ai parlé, j'ai comparé le contenu des vacuoles à bords nets et celui des vieilles vacuoles ; ces vacuoles ne renferment généralement que des bactéries, et la netteté des contours de ces bactéries semble

différente dans les diverses vacuoles ; mais l'opacité des masses bactériennes enlève toute précision à cette observation. J'ai au contraire observé des phénomènes très clairs de transformation dans un aquarium contenant des Stentors bleus, qui avait été envahi par une Sulfobactérie, le *Thiocystis violacea* de WINOGRADSKY (1). Cette algue était devenue la seule nourriture des Infusoires du bocal ; chaque *Stentor* portait 10 à 12 vacuoles contenant chacune un assez grand nombre de ces *Thiocystis*, formant une masse sphérique au centre de la vacuole. Les plus récemment ingérés présentaient au milieu d'une eau limpide la couleur vineuse caractéristique de cette plante, et chaque individu conservait ses contours très nets.

On sait que cette sulfobactérie se présente généralement en groupes de quatre. Dans les vacuoles un peu plus anciennes, les contours de ce groupe carré restaient assez nets, mais les quatre individus devenaient de moins en moins distincts les uns des autres ; en même temps, la couleur devenait rose jaunâtre et se répandait dans tout le liquide de la vacuole. Enfin, dans d'autres vacuoles dont le contenu était encore plus jaune, non seulement les corps des quatre bactéries groupées avaient conflué, mais encore le contour extérieur du groupe devenait très peu net, à peine distinct, il finissait même par disparaître complètement.

Le même phénomène se passait chez des *Paramecium aurelia* vivant dans le même bocal.

Nous avons constaté deux faits : 1^o le changement de couleur du pigment de l'algue, qui se diffuse petit à petit dans le liquide de la vacuole, phénomène qu'il est facile de reproduire *in vitro* avec des acides dilués et qui rentre par conséquent dans ceux dont l'explication nous est devenue très facile ; 2^o la digestion complète de la membrane d'enveloppe des sulfobactéries, phénomène bien plus important pour nous. Que la digestion du protoplasma intérieur ait lieu d'abord, par passage du liquide de la vacuole à travers la membrane cellulaire, comme le croient plusieurs auteurs pour toutes les cellules végétales, cela est fort probable, mais nous ne pouvons plus nier une action énergique quoique lente du liquide sécrété sur

(1) WINOGRADSKY, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bacterien. — Leipzig, 1888.

les matières cellulósiques, puisque nous avons constaté des modifications profondes dans la membrane cellulaire de l'oscillaire et du *Thiocystis*.

Les matières grasses ne sont pas l'aliment ordinaire des Infusoires vivant librement dans l'eau ; néanmoins, comme je l'ai déjà exposé pour les Rhizopodes, leur ingestion peut donner des indications sur la nature de la sécrétion dans les vacuoles.

M. MEISSNER (34) a vu les globules d'une émulsion d'huile rester inattaqués dans le corps des Infusoires. M. FABRE-DOMERGUE (35) a également nourri des Paramécies avec du lait, et a constaté que ces êtres rejettent les globules gras sans modification apparente ; néanmoins, il considère comme probable le dédoublement d'une partie de la graisse en acides gras et glycérine : « Je ne doute pas, ajoute-t-il, que l'on arrive à déceler une zone acide autour des bols » alimentaires grassex. » J'ai, en effet, décelé cette zone acide, mais je ne la considère pas le moins du monde comme provenant d'un dédoublement de la graisse. J'ai nourri des Infusoires avec du lait étendu, additionné d'alizarine sulfoconjuguée, comme je l'ai déjà décrit pour les Amibes, et j'ai obtenu le même résultat ; chaque vacuole contient 8 à 10 globules gras baignés dans un liquide aqueux dont la couleur varie peu à peu du violet au rose, absolument comme dans le cas d'un aliment quelconque ou d'alizarine ingérée seule. La marche de la réaction me fait conclure par analogie qu'elle est due à une sécrétion acide du protoplasma ambiant, et non à un dédoublement du corps gras dans un milieu alcalin. Au contraire, cette formation d'acide autour des globules gras semble diminuer les chances de digestion de ces globules, quoique ne rendant pas cette digestion complètement impossible. Dans tous les cas, je n'ai observé optiquement aucune modification dans la nature des globules ingérés et mon observation corrobore celles de MM. MEISSNER et FABRE-DOMERGUE.

C'est sur les Paramécies que j'ai obtenu ce résultat, et il est excessivement remarquable chez ces animaux ; en effet, les Paramécies ingèrent une telle quantité de ces globules gras qui leur semblent inutiles, qu'il n'y a peut-être pas de moyen plus pratique que le précédent pour montrer les modifications de l'alizarine dans les vacuoles. J'ai vu l'un de ces êtres contenir au bout d'une heure 27 vacuoles colorées de teintes intermédiaires entre le violet et le

rosé. De même que chez les Amibes, la conformation et le poids de l'aliment semblent influencer beaucoup plus sur l'ingestion que sa valeur nutritive; et il paraît que les globules du lait réalisent au plus haut point les conditions qui rendent l'ingestion facile; cette observation corrobore par conséquent les raisons que nous avons déjà de considérer l'ingestion comme un simple phénomène physique et non comme le résultat d'un acte volontaire.

Les Stentors fournissent à ce que je viens d'avancer une preuve nouvelle; car ils ingèrent en quantité considérable les globules de lait qui leur sont non seulement inutiles, mais même nuisibles; ils meurent rapidement quand ils en ont ingéré beaucoup.

Je répète que les résultats précédents sont applicables aux Infusoires de l'eau seuls, et je mets à part le *Nyctotherus* chez lequel la vacuole est pleine de graisse.

Il nous reste à étudier l'action du liquide des vacuoles sur l'amidon. MM. MEISSNER et FABRE-DOMERGUE se sont déjà occupés de cette question. M. MEISSNER a constaté que : « un grand nombre » d'Infusoires changent, quand toute nourriture leur est ôtée, » l'amidon ingéré en une substance qui rougit par l'iode, » et les figures de son mémoire montrent en effet des grains d'amidon teints en rose violet uniforme.

J'ai étudié ces phénomènes chez le *Stentor caeruleus*, le *St. polymorphus* et le *Paramecium aurelia*. Avec l'amidon de riz, même au bout de quatre à cinq jours, je n'ai pu constater aucune modification des grains; ces grains étant toujours en fort grand nombre dans une vacuole et les vacuoles étant très nombreuses, je répète, à ce propos, l'observation que je faisais tout à l'heure; voilà des corps inutiles qui sont ingérés en très grande quantité probablement parce que leurs dimensions sont favorables, et cela est d'autant plus croyable que les grains d'amidon de riz ont, à très peu près, en moyenne, le même diamètre que les globules du lait.

Il n'en est pas de même des grains d'amidon de pomme de terre qui, beaucoup plus gros, sont ingérés en moins grand nombre et semblent attaqués par le suc vacuolaire. Au bout de 24 heures, chez le Stentor, l'iode m'a donné la coloration violet rose que figure M. MEISSNER. Cette coloration n'est caractéristique que par comparaison avec la teinte violet bleu que prennent les grains d'amidon non ingérés. Au bout d'un certain temps, j'ai constaté un crevas-

sement du grain, sans diminution dans ses dimensions, ce qui s'explique par une action plus lente sur la couche superficielle plus résistante. M. MEISSNER a observé des phénomènes du même genre. La modification de l'amidon semble, d'ailleurs, avoir intéressé toute la masse du grain, puisque ce grain ne donne plus la croix noire de polarisation chromatique quand on l'observe entre un polariseur et un analyseur ; le grain tout entier a, par conséquent, perdu sa biréfringence.

Il est possible que la digestion de l'amidon ait lieu d'une façon différente chez les diverses espèces d'Infusoires. M. FABRE DOMERGUE a, en effet, vu chez d'autres espèces le grain d'amidon se dissoudre progressivement de la périphérie au centre et diminuer peu à peu. Il a, d'ailleurs, eu aussi des résultats différents par l'emploi de l'Iode : « Les grains d'amidon étaient colorés en bleu » foncé, et autour de chaque bol alimentaire apparaissait une zone » rouge qui indiquait manifestement une réaction chimique entre le » protoplasma et le bol alimentaire. » Je n'ai jamais rien observé de semblable chez les espèces que j'ai étudiées.

Enfin, je me suis assuré, en nourrissant plusieurs Infusoires avec de l'amidon en suspension dans une solution d'alizarine, que la sécrétion acide a lieu dans les vacuoles à amidon, comme en général.

Voici, en résumé, ce que nous avons observé chez les Infusoires vivant en liberté dans l'eau :

1^o Une digestion incontestable des matières albuminoïdes animales et végétales.

*
* *

2^o Une transformation de la chlorophylle qui devient brune et est rejetée dans l'acte de la défécation, sans s'être jamais répandue dans le liquide vacuolaire.

*
* *

3^o Une diffusion suivie de décoloration, de la phycocya-

nine des oscillaires dans la vacuole d'ingestion, et une transformation en jaune du pigment du *Thiocystis violacea* qui se diffuse dans la vacuole.

*
* *

4° Une dissolution de la matière gélatineuse qui forme la zoogléa des bactéries, et de celle qui réunit entre elles les cellules de l'oscillaire.

*
* *

5° Une digestion de la membrane cellulaire de l'oscillaire et du *Thiocystis violacea*.

*
* *

6° Nous avons constaté que les globules du lait sont inattaqués, et que leur vacuole est le siège de la sécrétion ordinaire d'acide.

*
* *

7° Les grains d'amidon de riz restent inattaqués, même quand ils restent trois ou quatre jours dans une vacuole; les grains d'amidon de pomme de terre perdent assez vite leur biréfringence, et sont transformés en une substance qui devient rose violet par l'iode. Les vacuoles à amidon sont également le siège de la sécrétion d'acide ordinaire.

*
* *

8° L'ingestion très abondante des grains d'amidon de riz et des globules du lait, matières inutiles, semblent prouver

que l'ingestion des corps étrangers dépend plutôt des propriétés physiques de ces corps que de leur valeur comme aliment.

*
* *

Ces résultats ne me permettent pas d'adopter la première conclusion de M. FABRE-DOMERGUE : « La digestion des substances alimentaires s'effectue chez le Cilié par le même processus chimique » que chez tous les animaux étudiés jusqu'ici à ce point de vue. » La digestion des graisses, par exemple, se fait, en général, chez les animaux supérieurs au moyen d'une sécrétion spéciale dans un milieu alcalin, tandis que chez les Infusoires, nous assistons à une sécrétion acide dans tous les cas.

IV. — NATURE DE LA SÉCRÉTION EFFECTUÉE DANS LES VACUOLES DES PROTOZOAIRES.

Nous avons observé des phénomènes très complexes dans les vacuoles des Protozoaires. Si quelques-uns de ces phénomènes, par exemple la modification de la chlorophylle et des fragments des algues ingérées, peuvent s'expliquer par la seule formation d'un acide dans la vacuole d'ingestion, il en est d'autres, comme la digestion du protoplasma et de la cellulose, qui prouvent l'existence dans cette vacuole, concurremment avec l'acide, d'une ou plusieurs diastases. Nous ne possédons pas de réactifs colorés sensibles aux diastases et nous ne pouvons par conséquent pas démontrer leur existence par un virage comparable à celui que nous avons employé pour les acides ; mais comme chacune d'elles est caractérisée par les phénomènes de dissolution et de dédoublement qu'elle produit sur certains corps, nous pouvons affirmer leur présence là où nous constatons ces phénomènes de dédoublement ou de dissolution.

L'existence d'une ou plusieurs diastases dans la vacuole d'ingestion est démontrée par les observations du chapitre précédent ; il est même possible que ces diastases soient différentes avec les

espèces. Par exemple, à propos de l'amidon, M. FABRE DOMERGUE a décrit des phénomènes différents de ceux que M. MEISSNER et moi avons constatés en opérant sur d'autres Infusoires. Je me propose maintenant de savoir d'où viennent ces diastases.

Nous avons vu un acide se déverser petit à petit dans le liquide vacuolaire, de façon à saturer ce liquide et à le rendre ensuite réellement acide. Or, cet acide vient d'un protoplasma dont la réaction est franchement alcaline, et, par conséquent, dans lequel il ne préexistait pas à l'état libre ; c'est donc la formation d'une vacuole au milieu du Protozoaire qui a déterminé la mise en liberté d'une certaine quantité d'acide probablement combiné auparavant.

Je me propose de rechercher s'il en est de même pour les diastases, c'est-à-dire si elles se forment seulement quand une vacuole se creuse dans le Protozoaire, ou si elles font constamment partie des albuminoïdes dont le mélange constitue le protoplasma.

Il existe déjà dans la science des données à ce sujet, chez les Myxomycètes. DE BARY (28) y a démontré la présence d'une diastase avant que l'on eût soupçonné l'acidité des vacuoles digestives. M. KRUKENBERG (1) ayant vérifié que cette diastase pouvait digérer des albuminoïdes en milieu acide, et seulement en milieu acide, considéra sa présence comme inutile dans un protoplasma qu'il savait alcalin. C'est M. METCHNIKOFF (37) qui a démontré l'utilité de cette diastase en mettant en évidence la sécrétion d'un acide dans les vacuoles d'ingestion.

Il a montré en même temps que ces vacuoles d'ingestion étaient à proprement parler des vacuoles digestives, en faisant absorber par un plasmodé de *Physarum* fixé sur le porte-objet, la poudre rouge du sclérote de *Phlebeomorpha rufa*. Ces cellules rouges deviennent orangées, jaunes, puis incolores, et leurs contours de plus en plus diffus ; il y a donc véritablement digestion.

Mais chez les Myxomycètes, il y a dans le plasmode à certains moments des vacuoles si nombreuses que l'extrait glycérique de ce plasmode peut contenir en quantité constatable une diastase provenant uniquement du suc vacuolaire, et nullement du protoplasma lui-même. Or, M. METCHNIKOFF désirant montrer que la diastase

(1) KRUKENBERG, Untersuchungen des physiologischen Instituts der Un. Heidelberg, Bd. II, 1882.

n'apparaît point comme un corps de luxe et sans fonction, a fait l'observation suivante : « Avant de former ses sporanges, le plasmodium cesse de prendre des corps étrangers et rejette ceux qui » étaient englobés auparavant. Pendant cet arrêt dans la fonction » digestive, la production de pepsine cesse complètement, ainsi que » j'ai pu m'en convaincre sur la *Spumaria*. »

Cette observation qui peut prouver une variation avec l'époque, dans la composition du protoplasma de la *Spumaria* peut aussi s'expliquer, il me semble, par le fait que la diastase existe seulement dans les vacuoles digestives, et non dans le protoplasma, et ne peut par conséquent pas être mise en évidence dans l'extrait glycérique d'un plasmode dépourvu de vacuoles.

J'ai fait sur le *Stentor caeruleus* une expérience qui ne peut s'expliquer que par cette seconde hypothèse de l'absence de la diastase dans le protoplasma dépourvu de vacuoles. J'ai choisi dans un groupe de ces *Stentors* plusieurs individus dépourvus de vacuoles digestives, condition souvent réalisée dans un bocal où la nourriture était peu abondante. Étant données les fortes dimensions de ces animaux, il m'a été facile, après en avoir plongé un dans une goutte de glycérine acidulée de le transporter sur une lamelle couvre-objet, accompagné d'une gouttelette liquide n'ayant que trois à quatre fois son volume. J'ai fait une autre préparation semblable mais avec une forte goutte du même liquide autour du *Stentor*, et deux autres identiques aux précédentes avec de la glycérine neutre. J'ai retourné les quatre lamelles sur des lames à cuvette induites de baume de Canada et j'ai porté à l'étuve.

Si la diastase qui dissout les albuminoïdes existait dans le protoplasma dépourvu de vacuoles, elle devrait y exister en quantité notable, puisqu'un Infusoire peut digérer à la fois dans un très grand nombre de vacuoles dont le volume total est souvent au moins aussi considérable que celui du protoplasma interposé ; par conséquent, dans l'expérience précédente, cette diastase répandue dans une goutte de glycérine acide ayant seulement 3 à 4 fois le volume de l'Infusoire, aurait été capable de digérer cet Infusoire au moins partiellement, tandis que la digestion aurait été moins accusée dans la goutte plus grosse de la deuxième préparation et nulle dans les deux autres où la glycérine était neutre. Or, j'ai conservé ces quatre préparations à l'étuve pendant plusieurs semaines sans constater

dans aucune d'elles la moindre modification du protoplasma du *Stentor*.

Il ne semble donc pas probable que la diastase peptique soit répandue uniformément dans le protoplasma, car on ne peut songer à admettre chez un Protozoaire une complication assez grande pour que le ferment digestif d'un de ces animaux soit impuissant à en digérer la propre substance. Nous verrons d'ailleurs que ce n'est pas vrai. Seulement, ce qui enlève de sa valeur à l'expérience précédente, comme à toutes les expériences *in vitro* que nous pourrons faire, c'est que nous n'y réalisons pas les conditions toutes spéciales de la vacuole, et que cela seul peut suffire à expliquer notre résultat négatif.

Dans la vacuole, il y a deux choses à considérer : l'eau extérieure ingérée comme nous l'avons démontré, et la sécrétion provenant du protoplasma ambiant. C'est dans ce mélange que les phénomènes de digestion décrits au chapitre précédent nous ont prouvé l'existence de diastases. Nous pouvons nous proposer de chercher la part qui revient à chacun des deux éléments dans l'accomplissement de la digestion intracellulaire.

L'eau extérieure contient un grand nombre d'algues, bactériacées ou autres, et nous savons que plusieurs d'entre elles sécrètent des diastases ; il est probable par conséquent que le rôle digestif de cette eau varie avec les cas ; ce qui est intéressant pour nous, c'est de rechercher la valeur digestive de l'eau des bocalx contenant les Infusoires chez lesquels nous avons vu des phénomènes de digestion intracellulaire. J'ai fait l'expérience suivante avec le liquide d'un bocal contenant une très grande quantité de Paramécies.

En faisant passer, par aspiration, un peu de l'eau de ce bocal sur un tampon de coton serré placé dans un tube de verre, j'ai obtenu un liquide dépourvu de Paramécies ; c'est sur ce liquide acidulé que j'ai opéré ; mais comme il fallait toujours observer par comparaison, j'ai mené de front avec l'expérience faite sur l'eau, l'expérience faite sur les Paramécies elles-mêmes. Je me suis proposé d'obtenir un extrait glycérique aussi concentré que possible des corps de ces Infusoires. Voici le procédé qui m'a donné le meilleur résultat. Je prends un tube de verre, cylindrique, de 60 à 70 centimètres de long, et je fais un étranglement à 2 centimètres environ de l'une de ses extrémités. Par l'extrémité la plus rapprochée, je tasse dans

cet étranglement un tampon de coton bien serré, et je place devant lui un petit tampon plus lâche de la même substance. Par l'extrémité opposée, j'aspire rapidement le liquide de l'aquarium ; les corps des Paramécies adhèrent au petit tampon ; je vide l'eau aspirée par l'extrémité la plus éloignée du tampon et je recommence à faire passer l'eau de l'aquarium sur le coton ; je refais la même chose jusqu'à ce que, l'obturation se produisant, l'aspiration devienne pénible, ce qui arrive au bout de 7 à 8 opérations. J'extrais avec une pince fine le petit tampon surajouté et je le dépose dans un verre de montre à l'abri des poussières. En changeant les deux tampons, je recommence la même pratique huit fois. J'obtiens ainsi 8 tampons chargés de Paramécies déposés en ordre dans 8 verres de montre. A la fin de cette opération, les premiers tampons obtenus sont déjà secs. Je répands sur le premier une goutte de glycérine fortement acide ; je presse plusieurs fois ce tampon avec une pince à bords plats, puis je reprends le liquide exprimé, et ainsi de suite jusqu'à ce que je puisse croire que j'ai extrait tout ce qu'il y a de soluble dans le coton. Je mouille alors avec ce premier liquide le second coton, auquel je fais subir la même opération qu'au premier, et ainsi de suite jusqu'au huitième. J'ai ainsi exprimé dans une goutte de liquide peu considérable le suc d'une quantité très grande de Paramécies, c'est-à-dire les parties solubles du protoplasma et le liquide des vacuoles. Dans l'expérience que j'ai faite, ces vacuoles étaient très nombreuses, comme cela a toujours lieu chez les Protozoaires vivant en grande abondance dans un milieu très riche en aliments.

La goutte d'extrait glycérique observée au microscope se montrait chargée d'un grand nombre de débris de corps de Paramécies.

C'est encore sur des corps de *Stentor caeruleus* que j'ai éprouvé l'action digestive de mes différents liquides ; j'ai fait comme précédemment en goutte suspendue sur des lames à cuvette bordée de baume de Canada les préparations suivantes :

- a. — Un *Stentor* dans une goutte du liquide filtré du bocal, acidulé à l'acide chlorhydrique.
- ô. — Un *Stentor* dans la goutte d'extrait glycérique acidulé dont je viens de décrire la préparation.

c. — Un *Stentor* dans une goutte d'extrait glycérique acidulé de coton propre.

d. — Un *Stentor* dans une goutte de glycérine acidulée pure.

Dès le lendemain, on constate une différence entre la préparation *b* et les autres ; de plus, les débris de corps de Paramécies de la goutte, deviennent de moins en moins nets ; dans la suite des jours la modification du *Stentor* de cette préparation s'accroît mais ne dépasse pas une certaine limite, et les corps des Paramécies disparaissent presque complètement.

On constate une digestion moins accentuée dans la préparation *a*, mais cette digestion est assez facilement constatable, par comparaison, avec les préparations *c* et *d*, dans lesquelles le *Stentor* n'a subi aucune modification.

Cette expérience très grossière prouve que l'eau extérieure joue dans certains cas un petit rôle dans l'apport des diastases à la vacuole digestive. De plus, on voit que le suc digestif d'une espèce n'est pas incapable de digérer la substance de cette même espèce. Je ne donne pas une grande importance au résultat obtenu dans la préparation *b*, dont les défauts sautent aux yeux. Cette expérience *in vitro* ne nous donne pas sur les diastases d'aussi bons renseignements que l'observation microscopique de ce qui se passe dans les vacuoles de l'Infusoire vivant.

V. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

J'ai établi à la fin de chaque chapitre le résumé des faits principaux qui y sont démontrés, je vais maintenant tâcher de coordonner tous les résultats obtenus.

Ingestion. — Chez les *Amibes*, la formation de pseudopodes et leur anastomose brusque par contact en un point, englobe le corps étranger dans une vacuole, remplie au début de l'eau extérieure,

qui est à ce moment le siège d'une pression proportionnelle à la tension superficielle du protoplasma au contact de cette eau. Cet acte de l'ingestion est déterminé par la présence au voisinage de l'Amibe d'un corps de composition chimique quelconque, dont les dimensions seules et non la valeur nutritive semblent avoir une influence sur la plus ou moins grande facilité d'accomplissement du phénomène. Ainsi, l'Amibe ingère des grains solides de certaines dimensions, inutiles à sa nourriture, en quantité plus considérable que d'autres plus grands qui lui seraient utiles.

La façon dont se passe le phénomène montre que la facilité d'ingestion dépend de la tension superficielle au contact du protoplasma et du liquide. De cette tension superficielle dépend également le sort du corps ingéré pendant les premiers instants qui suivent son ingestion ; c'est-à-dire, en résumé, que si cette tension est faible, les corps étrangers en suspension dans l'eau ont plus de chances d'être ingérés et d'être conservés dans le corps de l'Amibe, au moins pendant les premiers instants, et qu'ils en ont moins dans le cas contraire, quelle que soit leur valeur nutritive. Or, nous avons vu dans la vacuole, que la simple sécrétion d'un acide et d'une diastase fait décroître rapidement la tension superficielle du protoplasma au contact du liquide intérieur ; il est donc permis de penser que la présence de certaines diastases dans le liquide ambiant peut être favorable ou défavorable à l'ingestion et qu'il y a une analogie entre ce phénomène et l'action des diastases vaccinales sur la phagocytose.

Chez les Infusoires à tourbillon, comme chez les Amibes, les dimensions des corps suspendus dans l'eau semblent seules intervenir dans l'acte de l'ingestion ; d'ailleurs, les phénomènes qui se passent dans le tube à parois gélatineuses de DUJARDIN, et la formation d'une vacuole par suite de l'anastomose qui survient entre les différents points de la région moyenne de ce tube, ont une grande analogie avec ceux que nous avons constatés chez les Amibes ; le courant déterminé par les cils apparaît comme un perfectionnement destiné à rendre l'ingestion plus facile, en déterminant sur la matière gélatineuse du fond de l'œsophage une pression antagoniste de celle qui résulte de la tension superficielle.

Chez les Infusoires capteurs, au contraire, nous trouvons une complexité beaucoup plus grande ; il y a une véritable préhension

régie par un instinct qui se traduit par la non ingestion des substances indigestibles.

Vacuoles. — Dans tous les cas, la vacuole apparaît au début comme le résultat de l'introduction dans le protoplasma d'une goutte liquide du milieu extérieur contenant en suspension certains corps solides ; cette vacuole n'a, par conséquent, pas plus de parois propres qu'une goutte d'eau englobée dans l'huile, et elle mérite bien par cela même le nom de vacuole.

Les phénomènes dont cette vacuole est le siège sont peut-être différents suivant que le milieu extérieur n'est pas aqueux comme chez le *Nyctotherus cordiformis* chez lequel nous n'avons obtenu aucun résultat bien net, ou que ce milieu est au contraire aqueux, comme chez tous les autres Protozoaires que nous avons étudiés ; nous ne nous occuperons que de ce dernier cas.

Formée comme nous venons de l'expliquer, la vacuole remplie d'un liquide ayant à peu près la même densité que le protoplasma, est naturellement sphérique quand le protoplasma est homogène, et cela a lieu chez les Amibes ; chez les Infusoires, au contraire, on constate une différenciation progressive, un tracé de plus en plus complet de la marche à suivre par la vacuole, et dans certains cas nous avons vu la vacuole prendre une forme ellipsoïdale. Il faut remarquer que l'ellipsoïde est allongé dans le sens de l'axe de l'œsophage, et que, par conséquent, la tension est plus faible dans la direction de cet axe que dans toute autre direction, ce qui est une bonne condition pour l'ingestion.

La vacuole, grâce à ses petites dimensions, constitue un milieu où la diffusion est très particulièrement rapide ; la phycocyanine de l'oscillaire s'y répand avec une vitesse étonnante. C'est un phénomène du même genre qui détermine la sécrétion d'acide dans la vacuole, sécrétion absolument générale chez tous les Protozoaires étudiés, vivant dans l'eau. Cette sécrétion neutralise peu à peu l'alcalinité de l'eau ingérée, et finit par donner au liquide de la vacuole une acidité constatable, quand cette vacuole est conservée assez longtemps sans être rejetée. La formation de cet acide a lieu dans les vacuoles contenant, outre l'eau d'ingestion, des matières albuminoïdes, celluloses, amyloïdes, grasses ou minérales. Ce phé-

nomène si général s'explique fort bien si l'on considère la surface de contact de l'eau et du protoplasma, comme une membrane dialysante qui, grâce aux conditions particulières de diffusibilité existant dans la vacuole, laisse passer rapidement dans celle-ci l'acide d'un ou plusieurs sels existant dans le protoplasma alcalin.

Peut-être doit-on considérer comme un phénomène de même nature la sécrétion des diastases dont nous avons constaté la présence par leurs effets dissolvants ; les expériences que j'ai relatées à ce sujet ne me permettent pas, par leurs résultats négatifs, d'émettre une opinion fondée. L'expérience faite sur le Stentor bleu est moins probante chez cet être qu'elle ne l'aurait été sur une Amibe (où elle est impossible), car il y a peut-être chez le Stentor une localisation de la fonction peptogène, comme il y a une spécialisation du trajet de la vacuole alimentaire chez certains Ciliés.

Dans tous les cas, sans entrer dans aucune considération théorique sur l'origine des diastases chez les Infusoires, nous pouvons affirmer les résultats positifs suivants :

Tous les Protozoaires étudiés digèrent les albuminoïdes animaux et végétaux ; leur sécrétion vacuolaire brunit la chlorophylle sans la dissoudre. Quelques Infusoires modifient profondément dans leurs vacuoles l'amidon de pomme de terre, digèrent la matière zoogléaire et les membranes cellulaires de certaines bactériacées et cyanophycées, décolorent la phycocyanine et transforment en matière jaune bien soluble le pigment du *Thiocystis*.

La vacuole subit aussi des modifications physiques importantes dépendant des modifications chimiques que nous venons d'énumérer.

La réfrangibilité du contenu devient de plus en plus voisine de celle du protoplasma ; il en est de même de sa tension superficielle. Ces deux phénomènes sont plus rapides quand il y a dans la vacuole des substances albuminoïdes.

Assimilation. — Elle est peut-être directe dans le cas de l'ingestion d'une substance albuminoïde pure sans partie insoluble chez tous les Protozoaires étudiés ; c'est-à-dire que dans ce cas, la vacuole finit peut-être par faire complètement corps avec le protoplasma, après que par suite des modifications chimiques dont elle a

été le siège, les propriétés physiques de son contenu lui ont permis de se mélanger complètement avec ce dernier. Dans ce cas, en effet, il est impossible de dire qu'une partie du corps ingéré reste non dissoute et est rejetée, car on ne peut pas suivre le phénomène jusqu'à la fin.

Il n'en est pas de même d'un corps albuminoïde accompagné de substances insolubles, comme, par exemple, une cellule végétale, ou un Infusoire contenant des matières minérales dans ses vacuoles. Dans ce cas, il semble qu'une partie de la substance dissoute se mélange au protoplasma voisin, et qu'une autre partie, moins bien liquéfiée, reste adhérente aux parties solides indigestes et est rejetée avec elles.

Défécation. — On ne peut pas donner ce nom au phénomène de rupture brusque chez une Amibe d'une vacuole récente, qui, étant le siège d'une forte pression, est amenée par les courants protoplasmiques au voisinage de la paroi extérieure du corps.

Il n'y a même pas, à proprement parler, défécation des résidus solides des matières ingérées depuis longtemps; ces matières semblent abandonnées simplement, par un phénomène d'adhérence, par l'Amibe qui rampe à la surface d'un corps quelconque; elles sont entourées, au moment de leur abandon, d'une sphère glutineuse qui se délite petit à petit.

Il n'en est pas de même des Infusoires ciliés chez lesquels il y a un anus fixe et une véritable défécation. Cette défécation est peut-être quelquefois déterminée par les phénomènes de pléthore que j'ai décrits, mais elle peut, dans tous les cas, avoir lieu, même quand le corps de l'Infusoire est peu chargé de vacuoles.

Enfin, je dois dire en terminant que la digestion intracellulaire est véritablement pour les Protozoaires un moyen de nutrition; l'observation directe nous a prouvé, dans certains cas, une véritable assimilation, mais la démonstration la plus nette de la valeur de ce procédé nutritif a été donnée par M. MAUPAS dans ses essais de culture des Infusoires.

Paris, le 1^{er} Février 1891.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

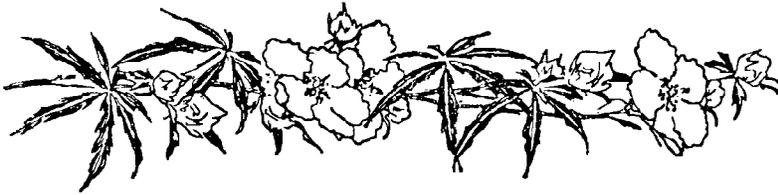
Je donne ici une liste des ouvrages dans lesquels on peut trouver, non pas, sauf dans les derniers, des études systématiques en vue de la digestion chez les Protozoaires, mais quelques résultats épars ayant rapport à cette question.

1. CHR. FR. EHRENBURG. Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig, 1838.
2. F. DUJARDIN. Histoire naturelle des Infusoires. Paris, 1841.
3. G.-W. FOCKE. Physiologische Studien. Brême, 1847-54.
4. A. KÖLLIKER. Das Sonnenthierchen, *Actinophrys Sol.* *Zeit. f. w. Zool.* 1. 1848.
5. M. PERTY. Zur Kenntniss der Kleinsten Lebensformen. Berne, 1852.
6. L. AUERBACH. Über die Einzelligkeit der Amöben. *Zeit. f. w. Zool.* VII. 1856.
7. CLAPARÈDE et LACHMANN. Études sur les Infusoires et Rhizopodes. Genève, 1858-61.
8. FR. STEIN. Der Organismus der Infusionsthierchen. Leipzig, 1859-78.
9. HERTWIG et LESSER. Über Rhizopoden und denselben nahestehenden Organismen. *Zeit. f. w. Zool.* Vol. X. Suppl. 1860.
10. H.-J. CARTER. On *Amœba princeps* and its reproduction cells compared with *Æthelium*, *Pythium*, *Mucor* and *Achlya*. *Ann. of Nat. Hist.* V. XII. 1863

11. G.-C. WALLICH. On the value of distinctive characters in *Amœba*. *Ann. of Nat. Hist.* XII. 1863.
12. E. HÆCKEL. Uben den Sarkodekörper der Rhizopoden. *Z. f. w. Zool.* XV, 1865.
13. E. HÆCKEL. Monographie der Moneren. *Jen. Zeit.* Vol. IV. 1867.
14. O. BÜTSCHLI. Notiz über das Vorkommen einen dem Amyloid verwandten Substanz in einigen niederen Thieren. *Arch. f. Ana. u. Ph.* 1870.
15. R. GREEF. *Pelomyxa palustris (Pelobius)*, ein Amæbenartiger Organismus des süßen Wassers. *Arch. f. mik. An.* 1874.
16. F.-E. SCHULTZE. Rhizopodenstudien. *Arch. f. mik. An.* 1874-77.
17. CIENKOWSKY. Über einige Rhizopoden und verwandte Organismen. *Arch. f. mik. An.* Vol. XII. 1876.
18. TH.-W. ENGELMANN. Protoplasma und Flimmerbewegung, dans le : *Handb. der Physiol. de HERMANN.* Vol. I, 1879.
19. O. BÜTSCHLI. BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. 1880.
20. J. LEIDY. Fresh water Rhizopods of North America.
21. F.-J. PARKER. On the Histology of *Hydra fusca*, *Proc. Roy. Soc.* 1880.
22. RAY LANKESTER. Sur l'endoderme du *Limnocodium*. *Q.j. of Micr. Sc.* XXI.
23. KRUKENBERG. Grundzüge einer vergl. Phys. der Verdauung. Heidelberg, 1882.
24. E. METCHNIKOFF. Zur Lehre über die intracellulare Verdauung der Thiere. *Zool. Anz.* 1882.
25. ARN. BRASS. Biologische Stüdien. Halle, 1883.

26. A. GRÜBER. Über die Einflusslosigkeit des Kerns...., etc....
Biol. Centr. 1883.
27. FROMANN. Untersuchungen über Struktur..., etc.... des Protoplasma. *Jen. Z.* 1884.
28. DE BARY. Pilze Mycet. u. Bacterien. 1884.
29. A. GRÜBER. Die Protozoen des Hafens von Genua. Halle, 1884.
30. A. GRÜBER. Studien über Amöben. *Zeit. f. w. Zool.* 1885.
31. BRANDT. Faune et Flore du golfe de Naples. 1885.
32. M. GREENWOOD. On the digestive process in some Rhizopods.
Journ. of. phys., VII, 1886.
33. M. GREENWOOD. On the digestive process in some Rhizopods.
Journ. of. phys., VIII, 1887.
34. M. MEISSNER. Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Protozoen. *Zeit. f. w. Zool.* 1888.
35. FABRE-DOMERGUE. Études sur les Infusoires ciliés. *Ann. Sc. Nat.* 1888.
36. E. MAUPAS. *Arch. Zool. exp. et gén.*, 1888, p. 186.
37. E. METCHNIKOFF. Recherches sur la digestion intracellulaire.
Ann. Inst. Past., 1889.





SUR LES PERCEPTIONS DERMATOPTIQUES,

RÉSUMÉ HISTORIQUE ET CRITIQUE,

PAR

VICTOR WILLEM,

Docteur en Sciences, Assistant de Zoologie à l'Université de Gand.

I. — Fréquence des perceptions dermatoptiques chez les animaux aveugles.

Des phénomènes démontrant une perception de la lumière par des animaux privés d'organes visuels ont attiré, depuis longtemps, l'attention des naturalistes. Déjà en 1744, TREMBLEY remarquait que les Hydres se rassemblent dans les régions éclairées des vases où on les renferme (1). Depuis cette époque, de nombreuses observations, sur des animaux appartenant à presque tous les groupes zoologiques, se sont ajoutées aux anciennes expériences de TREMBLEY et ont mis hors de doute qu'il peut exister une sensibilité pour la lumière en l'absence d'organes visuels différenciés.

C'est ainsi que les déplacements des Protozoaires sous l'influence

(1) TREMBLEY. *Mémoires pour servir à l'histoire d'un genre de polypes d'eau douce*, etc. 1^{er} Mémoire, pages 11 et 66. Leyde, 1744.

des rayons lumineux ont été signalés par HÆCKEL (1), par POUCHET (*Glenodinium*) (2) et ont été soigneusement étudiés par W. ENGELMANN (*Paramœcium*, *Euglena*) (3).

D'après LOEB (4), la direction des rayons lumineux a une influence prépondérante sur l'orientation des colonies de *Sertularia*. W. RAPP (*Veretillum*) (5), H. G. BRONN (*Edwardsia*, *Cerianthus*) (6), JOURDAN (*Paractis striata*) (7) ont observé la contraction rapide que provoque la lumière chez des Alcyonaires et chez plusieurs formes d'Actinies. SARS (8) a vu les larves de *Cyanea* se rassembler de préférence du côté éclairé d'un aquarium. Suivant W. MARSHALL, (9) les larves d'un Spongiaire, la *Reniera filigrana*, se groupent, au contraire, dans les endroits les plus obscurs.

D'après GRABER (10), certains Bryozoaires d'eau douce, comme les *Cristatella*, recherchent la lumière, tandis que d'autres formes, comme les *Paludicella*, paraissent l'éviter.

W. HOFFMEISTER (11), CH. DARWIN (12), BRIGDMAN et NEWMANN (13)

(1) HÆCKEL. *Ueber Ursprung und Entwicklung des Sinneswerkzeuge*. (Kosmos, Bd. IV, 1880 ; cité par GRABER).

(2) POUCHET. *D'un œil véritable chez les Protozoaires*. (Comptes rendus de la Société de biologie, 8^e série, t. I, 1884).

(3) ENGELMANN. *Ueber Licht und Farbenperception niederster Organismen*. (Archiv für die gesammte Physiologie de Pflüger, Bd. XXIX, 1882).

(4) LOEB. *Weitere Untersuchungen über den Heliotropismus der Thiere und seine Uebereinstimmung mit dem Heliotropismus der Pflanzen*. (Idem, 47^{ter} Band, 1890).

(5) RAPP. *Untersuchungen über den Bau einiger Polypen des Mitteländischen Meeres*. (Nova Acta Academiæ Naturæ Curiosorum, t. XIV, Pars II. Bonnæ, 1829).

(6) BRONN. *Die Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs*, 2^{ter} Band, page 2. Leipzig, 1859.

(7) JOURDAN. *Recherches zoologiques et histologiques sur les Zoanthaires du Golfe de Marseille*. (Annales des sciences naturelles, Zoologie, 6^e série, t. X, 1880).

(8) D'après GRABER. *Fundamentalversuche über die Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit augenloser und geblendeter Thiere*. (Sitzungsberichte d. K. Akad. d. Wissensch. Wien, 1883).

(9) MARSHALL. *Die Ontogenie von Reniera filigrana*. O. SCHM. (Zeitschrift f. wiss. Zoologie, 27^{ter} Bd, 1882).

(10) GRABER. *Fundamentalversuche... etc.*, p. 205.

(11) HOFFMEISTER. *Die bis jetzt bekannten Arten aus der Familie der Regenwürmer*, p. 18. Braunschweig, 1845 (d'après GRABER).

(12) CH. DARWIN *The formation of Vegetable Mould through the Action of Worms, with Observations on their Habits*. London, 1881.

(13) BRIGDMAN and NEWMANN. (The Zoologist, Vol. 7, 1874), d'après GRABER.

et GRABER (1) ont constaté que le lombric est sensible à la lumière et cherche à la fuir. LOEB (2) a démontré que l'orientation des tubes de *Spirographis* et de *Serpula* est une conséquence de l'action prolongée des rayons lumineux.

Successivement POUCHET (3) (larves de Diptères), F. PLATEAU (Myriopodes) (4) et LOEB (larves de Muscides) ont démontré, chez des Arthropodes aveugles, l'existence de perceptions lumineuses.

H. DE LACAZE-DUTHIERS (5) a observé la rétraction du pied du Dentale sous l'influence d'un rayon de soleil ou de la lumière d'une bougie ; J. A. RYDER signale la rétraction du bord du manteau d'*Ostrea* (6) ; B. SHARP, celle du siphon de *Solen vagina* (7), quand une ombre passe sur ces organes ; R. DUBOIS, celle du siphon de *Pholas dactylus* dans des conditions analogues (8).

Beaucoup de ces phénomènes n'ont été signalés qu'incidemment par des auteurs qui, ordinairement, ne se sont pas préoccupés d'en faire une étude approfondie. C'est principalement après les recherches de POUCHET (1871-72) et surtout après les expériences de GRABER (1883-84), que la question des perceptions lumineuses par les animaux aveugles, — perceptions dermatoptiques, ou encore

(1) GRABER. *Fundamentalversuche...* etc.

Id. *Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Tiere*. Prag und Leipzig, 1884.

(2) POUCHET. *De l'influence de la lumière sur les larves de Diptères privées d'organes extérieurs de la vision*. (Revue et Magasin de Zoologie pure et appliquée, 1871-72).

(3) F. PLATEAU. *Recherches sur la perception de la lumière par les Myriopodes aveugles*. (Journal de l'anatomie et de la physiologie de Pouchet, t. XXII, 1886).

Id. *Observations sur les mœurs du Blaniulus guttulatus*. (Comptes rendus de la Soc. entom. de Belgique, 1887).

(4) LOEB. *Untersuchungen über den Heliotropismus der Thiere und seine Uebereinstimmung mit dem Heliotropismus der Pflanzen*. Würzburg, 1890.

(5) DE LACAZE-DUTHIERS. *Histoire de l'organisation et du développement du Dentale*. Troisième partie. (Ann. des Sciences nat. Zoologie. 4^e série, t. VIII, p. 25, 1857).

(6) RYDER. *Primitive visual organs*. Science. Vol. II, 1883, (d'après SHARP).

(7) SHARP. *On the visual organs in Lamellibranchiata*, Mittheilungen a. d. zool. Station zu Neapel, 5^{ter} Band, 1884.

(8) R. DUBOIS. *Sur le mécanisme des fonctions photodermatique et photogénique dans le siphon du Pholas dactylus*. (Comptes rendus de l'Académie de Paris, T. CIX, n° 6, 5 août 1889).

photodermatiques, comme on les a appelées — a fait l'objet de travaux spéciaux d'une importance remarquable. C'est, en grande partie, de ces travaux que résultent les connaissances que nous possédons actuellement sur ces sensations spéciales. Je me propose de résumer ces notions dans les pages qui vont suivre.

En 1871-72, comme je l'ai dit plus haut, G. POUCHET publia ses observations sur la sensibilité que présentent vis-à-vis de la lumière quelques larves de Diptères privées d'organes extérieurs de la vision (1).

Dans la plupart de ses essais, l'expérimentateur déposait au centre d'un carré de papier collé sur une table horizontale placée devant une fenêtre, un certain nombre d'asticots, ou de larves d'*Eristalis tenax*. Dans ces conditions, la grande majorité des animaux circulant sur le papier, du centre vers la périphérie, progressent vers l'intérieur de la chambre et atteignent la limite du carré du côté opposé à la fenêtre. En opérant avec la lumière d'une lampe mobile, l'observateur constate que le déplacement de la source lumineuse est chaque fois suivi d'un changement correspondant de la direction primitivement suivie par les animaux en expérience.

Après l'amputation des deux proéminences céphaliques qui, de chaque côté, portent à leur sommet les deux organes antennoïdes (2), — les seuls organes sensoriels différenciés connus chez ces larves, à l'époque où écrivait POUCHET — les asticots montrent la même répulsion pour la lumière. Il y a lieu, dans ces conditions, de se demander, avec l'auteur, « si la perception de la lumière se fait par les bourgeons oculaires flottant dans la cavité viscérale ou par quelque organe ignoré ou bien si toute la couche hypodermique n'est pas sensible à la lumière ? » L'auteur ne conclut dans aucun

(1) G. POUCHET. *De l'influence de la lumière*, etc. L'auteur signale aussi, en note, quelques expériences faites avec des Balanes, en observant des animaux chez lesquels le mouvement de protraction et de retrait des appendices flabelliformes était bien rythmé. Il suffisait d'avancer la main au-dessus du Crustacé pour voir le mouvement s'arrêter pendant un certain temps.

(2) Ces organes antennoïdes — antennes et palpes maxillaires, d'après WEISMANN — sont deux papilles sensorielles surmontant la portion distale de chaque maxille (proéminence céphalique, de POUCHET); chaque papille est terminée par un « eye-like organ », que NEWPORT et THOMPSON-LONWE considèrent, probablement à tort selon moi, comme des yeux sans pigment. (Voir THOMPSON-LONWE. *Anatomy, physiology, morphology and development of the Blow-fly*, Part. I, London, 1890, page 71).

sens, mais fait remarquer à, la fin de son travail, que si l'on place le siège de ces sensations lumineuses dans les bourgeons oculaires du futur insecte parfait, encore plongés dans la cavité viscérale, on peut donner, à la rigueur, une explication satisfaisante des phénomènes signalés par lui.

Les deux mémoires de POUCHET ne paraissent pas avoir fait grande impression sur ses contemporains, car la question soulevée par cet expérimentateur est restée intacte, jusqu'au moment où la publication des travaux de GRABER (1883-84) a ramené l'attention des naturalistes sur ce genre de recherches nouvelles et intéressantes.

Entre temps, néanmoins, avaient paru (1882) les remarquables recherches d'ENGELMANN sur la perception de la lumière et des couleurs chez les organismes inférieurs (1), qu'il convient de signaler et de résumer ici. Laissant de côté l'action de la lumière sur les mouvements des Diatomacées et des Oscillarinées, qui ne touche que fort indirectement à notre sujet, je rendrai seulement compte des résultats obtenus par ENGELMANN dans ses études sur *Paramœcium bursaria* et *Euglena viridis*.

Quand, dans le milieu où vit *Paramœcium bursaria*, la tension de l'oxygène est normale, ces Protozoaires se montrent relativement tranquilles et ne réagissent pas sous l'action de la lumière. Mais la tension de l'oxygène vient-elle à diminuer, aussitôt s'observent des déplacements plus ou moins rapides des Paramœcies ; leur signification devient compréhensible, si l'on admet que ces organismes pourvus de chlorophylle cherchent, pour s'y cantonner, une région où l'éclairage provoque une production interne d'oxygène suffisante pour combler le déficit de l'oxygène extérieur. Présentant des mouvements rapides dans une lumière faible, les Paramœcies s'arrêtent lorsque l'éclairage devient assez intense ; exposées à la lumière d'un spectre microscopique, elles se rassemblent dans la zone où a lieu la plus grande production interne d'oxygène, c'est-à-dire dans la région rouge. Quand, au contraire, la tension de l'oxygène extérieur augmente, on observe les phénomènes inverses : les Paramœcies fuient la lumière, les rayons rouges et se réfugient dans l'obscurité ou dans les zones du spectre où la production interne d'oxygène est plus faible que dans la région rouge.

(1) ENGELMANN. *Ueber Licht- und Farbenperception niederster Organismen*, op. cit.

Les réactions de *Paramœcium bursaria* ne sont donc pas la conséquence immédiate de sensations lumineuses, mais le résultat de perceptions chimiques déterminées par le besoin respiratoire.

Tout autre est la cause des réactions provoquées chez *Euglena viridis*. Ce protozoaire recherche la lumière et manifeste une préférence fort accusée pour les rayons bleus ; le sens des déplacements provoqués par la lumière est indépendant de la tension de l'oxygène extérieur, bien que la vitesse des mouvements varie avec ce facteur. Engelmann, d'ailleurs, en faisant mouvoir le long du corps de l'*Euglena* la ligne de séparation entre la zone éclairée et la zone obscure du champ de son microscope, est parvenu à observer que la sensibilité pour les rayons lumineux ne réside pas dans la région chlorophyllienne, ni dans le flagellum, ni même dans le point oculiforme, mais dans la région transparente située à la base du flagelle. Il s'agit donc bien, dans ce cas-ci, d'une perception spécifique de la lumière semblable à la vision.

J'aborde maintenant les observations de GRABER sur le lombric (1). Ayant fait une série d'expériences en plaçant un certain nombre d'animaux dans une boîte allongée, présentant une moitié éclairée et une moitié obscure, il constata que, après un laps de temps déterminé, les vers s'étaient distribués d'une façon fort inégale dans les deux compartiments : pour un individu, en moyenne, qui se rencontrait dans la zone éclairée, il s'en trouvait cinq dans l'obscurité. Cette sensibilité du lombric pour la lumière est même très développée, comme le prouve une série d'essais effectués en exposant les animaux à deux éclairages d'intensité peu différentes. Elle ne réside pas exclusivement dans l'extrémité antérieure du corps, comme le soutenaient HOFFMEISTER et DARWIN ; des individus auxquels on ampute l'extrémité orale manifestent encore une perception de la lumière.

Deux années après, parurent les recherches de F. PLATEAU sur

(1) GRABER. *Fundamentalversuche über Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit...*
etc.

Id. *Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Tiere.*

Je parlerai plus loin des autres résultats obtenus par l'auteur relativement à la question qui nous occupe.

les Myriopodes aveugles (1). Cet habile expérimentateur démontra, en observant les allures d'animaux placés dans un cristallisoir partiellement obscurci, et en faisant usage, dans d'autres expériences, de la méthode photokinétique employée par GRABER, que les Myriopodes Chilopodes aveugles (2) perçoivent la lumière du jour et savent choisir entre cette lumière et l'obscurité. Par des procédés simples et ingénieux, en comparant les résultats fournis par *Cryptops punctatus* et *Geophilus longicornis* à ceux donnés par *Lithobius forficatus*, il reconnut que chez les Myriopodes Chilopodes munis d'yeux et chez les Chilopodes aveugles, il faut, en général, un temps assez long pour que ces animaux s'aperçoivent qu'ils ont passé d'une obscurité relative ou complète à la lumière du jour ; la durée de cette période latente n'est pas plus longue chez les Myriopodes aveugles que chez les autres.

Il me reste à signaler, dans ce chapitre, les recherches récentes de J. LOEB (3). Ce n'est pas ici le lieu de discuter ni les conclusions émises par ce naturaliste, ni l'ensemble de ses expériences, dont certains résultats semblent au premier examen en contradiction avec les idées généralement admises sur les réactions provoquées par la lumière chez les animaux. Le sens de ces réactions, d'après lui, serait déterminé, *d'une manière fatale*, non par l'intensité de la lumière, mais par la *direction* des rayons lumineux. Dans un ensemble de recherches incontestablement originales et intéressantes, l'auteur cherche à démontrer une identité complète entre les phénomènes qui se manifestent chez les animaux sous l'influence de la lumière et l'héliotropisme des végétaux.

Étudiant ces phénomènes chez les larves de Muscides, il rapporte une expérience où ces animaux, considérés comme préférant l'obscurité à la lumière, quittent cependant, sous l'influence d'une cause qui les pousse à se diriger dans le sens des rayons lumineux, la région la moins éclairée d'un vase pour pénétrer dans une zone

(1) F. PLATEAU. *Recherches sur la perception de la lumière par les Myriopodes aveugles*, op. citat.

(2) Il démontra plus tard qu'il existe, de même, des perceptions dermatoptiques chez un Myriopode Chilognathe, le *Blaniulus guttulatus*.

(3) J. LOEB. *Untersuchungen über den Heliotropismus der Thiere*... op. citat.

Id. . *Weitere Untersuchungen über den Heliotropismus der Thiere*... op. citat.

soumise à la lumière directe du soleil. Cette sensibilité réside dans le pôle oral et est surtout développée chez la larve adulte.

C'est aussi la direction des rayons lumineux qui détermine l'orientation des tubes des Annélides tubicoles : une fois fixé par son extrémité postérieure à un objet solide, le corps de *Spirographis Spallanzanii* se fléchit de façon à exposer à la lumière, perpendiculairement à la direction des rayons, la couronne tentaculaire. Le même phénomène s'observe chez *Serpula uncinata* ; mais comme le tube calcaire habité par ce ver est rigide, c'est la portion antérieure du tube seule qui s'incurve pendant le temps que dure sa production.

Au point de vue de l'influence de l'éclairage, les colonies de *Sertularia* se comportent identiquement comme des organismes végétaux qui présenteraient la même forme extérieure.

Que l'on accepte ou non, dans leur intégrité, les idées émises par LOEB, il reste acquis néanmoins, par ses expériences, qu'un certain nombre d'animaux aveugles sont sensibles à la lumière.

II. — Les perceptions dermatoptiques chez les formes pourvues d'organes visuels.

Les perceptions dermatoptiques n'existent pas seulement chez les animaux dépourvus d'organes visuels différenciés ; elles se manifestent encore chez les espèces qui possèdent des yeux distincts. C'est un fait intéressant que GRABER a mis le premier en lumière par des expériences sur des blattes et des tritons aveugles (1).

GRABER étudiait, par la méthode photokinétique, de jeunes *Triton cristatus*, auxquels, après avoir arraché les yeux, il emplissait les orbites et recouvrait toute la tête de cire noire ; malgré cette mutilation, les animaux manifestaient encore une préférence fort accusée pour l'obscurité. Il en était de même pour des *Blatta germanica*, dont la tête avait été recouverte d'un épais capuchon opaque de cire noire.

(1) GRABER. Ouvrages cités.

F. PLATEAU (1) a cherché à expliquer, par les sensations dermatoptiques, le vol vertical ascendant des Insectes (Hyménoptères, Diptères et Lépidoptères) que l'on aveugle, soit en recouvrant tous les yeux de couleur noire, soit en coupant les cordons nerveux qui aboutissent à ces yeux. Ces animaux, qui se laissent ordinairement attirer par l'éclat d'une source lumineuse, seraient entraînés à s'élever d'une manière anormale par la perception, dermatoptique, de la clarté qui émane du ciel. L'auteur s'appuie sur les deux faits suivants : 1° dans le jour, et à l'air libre, quelque soit l'état du ciel, la lumière vient d'en haut; 2° la nuit, les lépidoptères nocturnes aveuglés ne s'élèvent pas verticalement, mais plongent vers le sol ou fuient horizontalement.

GRABER avait suggéré l'hypothèse que la perception de l'ultra-violet, reconnue par LUBBOCK (2) chez les fourmis, rentre dans la catégorie des sensations dermatoptiques. FOREL (3), dans le but de vérifier cette supposition, fit un certain nombre d'essais comparatifs avec des fourmis (*Camponotus ligniperdus* et *Formica fusca*) normales et des individus dont il avait enduit les yeux d'un vernis presque opaque. Il conclut de ces expériences que les fourmis aux yeux vernis se montrent presque indifférentes aux rayons ultraviolets, évités par les exemplaires intacts et que les perceptions dermatoptiques sont plus faibles chez ces fourmis que chez les animaux étudiés par GRABER.

Moi-même (4), j'ai démontré, par la méthode photokinétique, l'existence de semblables perceptions chez un certain nombre de Gastropodes Pulmonés : *Helix aspersa*, *Helix nemoralis*, *Arion empiricorum*, *Limax agrestis*, *Limax variegatus*, *Limax arborum*, *Limnæa stagnalis*. La grandeur des réactions produites par

(1) F. PLATEAU. *Recherches expérimentales sur la vision chez les Arthropodes*, III^e partie. *Bullet. de l'Acad. de Belgique*, 3^e série, t. XV, 1888, et V^e partie, *ibid.*, t. XVI, 1888.

(2) LUBBOCK. *Observations on ants, bees and wasps*. Part V, ants. (*Linnean Society's Journal-Zoology*. Vol. XIV).

(3) FOREL. *Expériences et remarques critiques sur les sensations des insectes*. II^e Partie, *Recueil zoologique suisse*, IV, n^o 2, 1887.

(4) Je n'ai pas encore publié l'ensemble de mes recherches sur la vision des Gastropodes Pulmonés ; il en est paru un résumé dans les *Comptes rendus de l'Acad. de Paris* : V. WILLEM. *La vision chez les Gastropodes Pulmonés*. C. R., tome CXII, n^o 4 26 janvier 1891.

la lumière chez des individus auxquels on ampute les yeux varie suivant l'espèce considérée. J'ai tenté d'estimer approximativement la valeur des perceptions dermatoptiques comparée à celle des sensations dues aux organes visuels. Ayant fait pour cela des expériences comparatives avec des individus normaux et des animaux auxquels j'avais amputé les yeux, j'ai trouvé que, chez *Helix aspersa*, mollusque lucifuge, les perceptions dermatoptiques provoquent, en une période de quinze minutes, une réaction photokinétique d'une valeur égale sensiblement à la moitié de celle que produirait l'ensemble des perceptions lumineuses chez les mêmes individus normaux. Chez *Helix nemoralis*, mollusque leucophile, dans les mêmes conditions, le rapport de ces réactions n'est que de 1/8. Ce résultat tend à faire préjuger, ce qui n'est aucunement absurde, que les téguments sont plus sensibles à la lumière chez les animaux leucophobes que chez les espèces leucophiles.

Il ressort de ce qui précède qu'on a constaté des perceptions dermatoptiques chez des animaux appartenant à presque tous les groupes zoologiques (1) ; chez toutes les formes à téguments minces,

(1) Voici la liste des animaux chez lesquels on a nettement reconnu l'existence de ces perceptions :

- Protozoaires : Protozoaires indéterminés (HAECKEL) ; *Euglena* (ENGELMANN) ; *Glenodinium* (POUCHET).
- Célestérés : Larve de *Reniera filigrana* (MARSHALL) ; *Hydra* (TREMBLEY) ; *Veretillum* (RAPP) ; *Edwardsia* (BRONN) ; *Cerianthus* (BRONN) ; *Paractis striata* (JOURDAN) ; *Sertularia* (LOEB) ; larves de *Cyanea* et d'autres Méduses (SARS).
- Bryozoaires : *Cristatella* (GRABER ?) ; *Paludicella* (GRABER ?).
- Vers : *Spirographis Spallanzanii* (LOEB) ; *Serpula uncinata* (LOEB) ; *Lumbricus agricola* (HOFFMEISTER, DARWIN, GRABER).
- Arthropodes : Balane (POUCHET) ; *Cryptops punctatus* ; *Geophilus longicornis* ; *Blaniulus guttulatus* (PLATEAU) ; larves de Diptères (POUCHET, LOEB) ; *Camponotus ligniperdus* ; *Formica fusca* (FOREL) ; *Blatta germanica* (GRABER).
- Mollusques : *Ostrea* (RYDER, PATTEN) ; *Solen vagina* (SHARP) ; *Mactra*, *Pinna*, *Avicula*, *Cardium* (PATTEN) ; *Pholas* (VALLANT, R. DUBOIS) ; *Dentalium* (DE LACAZE-DUTHIERS) ; *Helix aspersa*, *H. nemoralis* ; *Arion empiricorum* ; *Limax agrestis*, *L. variegatus*, *L. arborum* ; *Limnaea stagnalis* (WILLEM).
- Vertébrés : *Triton cristatus* (GRABER).

pourrait-on dire, qu'on s'est donné la peine d'étudier à ce point de vue.

FOREL a même cherché leur existence chez l'homme, mais avec un résultat négatif : « un homme aveugle, passant de chambres claires à des chambres obscures, remarque le moindre air, la moindre différence de température, mais au point de vue de la lumière, se montre de l'ineptie la plus complète » (1).

III. — Siège et nature de ces perceptions.

Les recherches que j'ai résumées succinctement démontrent que chez beaucoup d'animaux s'observent des perceptions de la lumière indépendantes de l'existence de tout organe qu'on puisse assimiler à un œil, si rudimentaire qu'il soit ; perceptions qui peuvent coexister avec celles que fournissent des appareils optiques différenciés, et qu'on doit forcément admettre comme se produisant par l'intermédiaire de la totalité des téguments. D'où le nom qu'on leur a donné, de perceptions *dermatoptiques* ou *photodermatiques*. Cela n'exclut pas d'ailleurs, à mon avis, la possibilité d'une certaine localisation de cette sensibilité dans des régions spéciales de la surface de la peau.

Quels sont, dans les téguments, les éléments excités par les rayons lumineux ? Sont-ce les cellules de l'épithélium superficiel, les terminaisons nerveuses périphériques ou les cellules pigmentaires qui, grâce à leur contenu, paraissent plus capables physiquement d'absorber la lumière ? Nous en sommes, actuellement encore, à ce sujet, réduits à des hypothèses. Seules, les observations de R. DUBOIS sur la fonction photodermaïque du siphon de *Pholas* (2) apportent un appoint à la résolution expérimentale du problème.

(1) FOREL. *Expériences et remarques critiques*. . . II^e Partie.

(2) R. DUBOIS. *Sur le mécanisme des fonctions photodermaïque et photogénique dans le siphon du Pholas dactylus*.

SHARP aussi attribue la perception de la lumière à des cellules pigmentées qu'il décrit dans l'épithélium superficiel de beaucoup de Lamellibranches. Mais si on admet comme exacte la description donnée par W. PATTEN des ommatidies répandues dans certaines régions du manteau des Lamellibranches, ce sont des cellules *incolors* (retino-

D'après cet auteur, il existe à la surface du siphon de *Pholas dactylus*, sous la cuticule, une couche continue d'éléments épithéliaux pigmentés qui se continuent intérieurement par des fibres musculaires. Ce système se met en rapport, plus ou moins directement, avec les éléments sensitifs de la périphérie. Quand un rayon lumineux tombe à la surface du siphon, il traverse la cuticule et exerce son action sur le *protoplasma des éléments pigmentaires*. Les modifications produites à ce moment par la radiation lumineuse déterminent aussitôt une contraction des fibres musculaires continues à ces éléments. Et c'est cette contraction de « l'appareil avertisseur » qui ébranle les éléments nerveux périphériques, comme si on excitait mécaniquement le siphon en touchant sa surface.

Ici se pose une question délicate : ces excitations que produisent les rayons lumineux sur les téguments des animaux sont-elles perçues par eux comme des sensations optiques ? Ou bien, venant peut-être de terminaisons nerveuses périphériques destinées à recevoir les impressions de toucher, de chaleur, donnent-elles naissance dans le sensorium à des sensations analogues à celles de douleur, de chaud, de froid (1) ? Il est évident que cette question, comme toute autre qui touche à la nature des sensations éprouvées par un être distinct de nous, est pratiquement insoluble.

GRABER, à la fin de son grand travail, établit que les réactions qu'il a observées chez des animaux aveugles ne proviennent pas

phores), entourées par des éléments pigmentés (réticules), qui jouent le rôle principal dans la perception des rayons lumineux. (W. PATTEN. *Eyes of Molluscs and Arthropods*. Mittheil. a. d. zool. St. Neapel, 6^{ter} Band, 1886).

Il n'est pas inutile de faire remarquer que ces ommatidies sont déjà des organes spécialisés et que les téguments de beaucoup d'animaux à perceptions dermatoptiques, comme les Arthropodes par exemple, ne présentent pas de trace d'organe visuel aussi différencié.

(1) Il peut venir à l'esprit du lecteur, qui vient de lire quelques lignes plus haut l'explication du mécanisme des excitations photodermatiques dans le siphon de *Pholas*, de supposer la question résolue et de croire que les excitations lumineuses sont suivies des mêmes sensations que certaines excitations mécaniques. Ce serait confondre une *sensation* avec une *excitation*. D'ailleurs, R. DUBOIS et RENAUT expliquent de la même manière que chez *Pholas* la production des perceptions lumineuses dans la rétine des Vertébrés. (R. DUBOIS et J. RENAUT, *Sur la continuité de l'épithélium pigmenté de la rétine avec les segments externes des cônes et des bâtonnets, et la valeur morphologique de cette disposition chez les Vertébrés*. (C. R., t. CIX, n° 20, 11 Nov. 1889).

de l'action de la chaleur, ni d'une modification dans la composition chimique du milieu ambiant sous l'influence d'un changement d'intensité de la respiration cutanée, phénomène qui serait analogue à celui qu'Engelmann a constaté chez *Paramœcium bursaria*. Il en conclut que ces réactions sont bien la conséquence d'une perception immédiate de la lumière.

Cette perception immédiate de la lumière par la peau, fait-il remarquer, n'est rien qui doive étonner. Les organes visuels n'étant que des régions spécialisées des téguments, il n'est pas absurde d'admettre que la propriété caractéristique des éléments récepteurs de l'œil existe en germe dans des cellules semblables à celles qui leur donnent naissance.

Ces considérations réservent toutefois la question que j'ai indiquée plus haut. Aussi est-ce avec raison que FOREL fait remarquer : « GRABER n'a point démontré que les sensations produites par la lumière sur la peau soient d'une qualité particulière, spéciale, différente des sensations de douleur, de chaleur, de froid, de toucher. Il n'a pas démontré que l'animal puisse à leur aide reconnaître quoique ce soit, qu'il distingue un objet bleu d'un objet rouge, par exemple. La qualité de ces sensations pourrait bien être voisine de nos sensations de froid et de chaud, et tout à fait différente de nos sensations optiques. » Et le même auteur ajoute « C'est ce qui me paraît le plus probable... En un mot, l'animal ne voit pas par la peau, il sent seulement la lumière, ses degrés et la longueur de ses ondes. » (1).

Il me paraît cependant rationnel d'admettre, contrairement à l'opinion émise par FOREL, que les excitations lumineuses, excitations normales des téguments; différant essentiellement des ébranlements dûs au contact, à la chaleur, donnent naissance dans le sensorium à des sensations qui, par le fait même que leur apparition est une conséquence fatale de ces excitations lumineuses, possèdent un caractère propre, qui les distingue des sensations de douleur, de chaud, de froid. Ce caractère en fait, en d'autres termes, de véritables sensations optiques.

On ne doit pas perdre de vue que les sensations dermatoptiques ne peuvent fournir à l'animal aucune donnée précise sur les détails,

(1) FOREL. Op. citat., page 177 du tiré à part.

ni même la forme générale des objets : l'absence d'appareil dioptrique exclut la possibilité de semblables perceptions. Elle ne peuvent donner à l'individu que la notion de l'intensité de la lumière, peut-être aussi la connaissance de sa qualité. PLATEAU a comparé ces sensations à celles que nous éprouvons quand, les paupières fermées, nous nous tournons vers une source lumineuse ou vers une région obscure : nous percevons jusqu'à un certain point les différences d'éclairage, sans pouvoir apprécier la forme des objets lumineux.

Cette compréhension des perceptions dermatoptiques éclaire d'un jour nouveau la question de l'origine des organes visuels. Nous pouvons ainsi nous représenter que, pendant l'évolution progressive des animaux, la sensibilité lumineuse, primitivement distribuée sur toute la surface du corps, s'est graduellement localisée dans des régions spéciales où, en même temps, se sont formés des appareils dioptriques de plus en plus compliqués. Et nous ne sommes plus surpris de rencontrer des organes de la vision en nombre variable, en des points divers des téguments : sur la tête, comme chez la plupart des animaux munis d'yeux, sur les bords du manteau, comme chez *Pecten*, sur la face dorsale du corps, comme chez des *Chiton* et *Onchidium*.

Avec l'apparition d'organes spéciaux de la vision, ne disparaît pas complètement la sensibilité générale, comme le montre l'existence de perceptions dermatoptiques chez la blatte, les Pulmonés, le triton ; il est permis de supposer néanmoins qu'elles diminuent d'importance au fur et à mesure qu'on s'élève dans l'échelle animale, pour disparaître chez les animaux supérieurs où s'observe le plus haut degré de la spécialisation fonctionnelle des tissus.

IV. — Perception des couleurs par les téguments.

Les perceptions dermatoptiques fournissent à l'animal non seulement la notion de l'intensité de la lumière, mais aussi celle de sa qualité. Nous possédons peu de données sur la perception des couleurs par les animaux aveugles ; nous les devons presque entière-

ment aux observations de GRABER sur le lombric, la blatte et le triton (1).

GRABER a établi que le triton aveuglé est sensible aux rayons ultraviolets, qu'il cherche à éviter.

Il a démontré par des séries d'expériences faites d'après la méthode photokinétique et en tenant compte de l'intensité des couleurs employées, que les trois formes étudiées, toutes trois lucifuges, fuient la lumière bleue et montrent une préférence manifeste pour la lumière rouge. Mis en demeure de choisir entre deux éclairages de nature différente et d'intensité assez égale, ces animaux optent toujours pour celui qui correspond aux rayons les moins réfrangibles. Plus considérable est la différence des indices de réfraction, d'autant plus intense est la réaction observée.

Si, d'autre part, on rapproche de ces données le fait, constaté par ENGELMANN qu'*Euglena*, protozoaire leucophile, préfère les rayons bleus aux autres rayons du spectre visible, on reconnaît que tous les résultats obtenus jusqu'ici par l'étude des perceptions dermatoptiques concordent pour prouver l'existence, chez les formes aveugles, d'une relation identique à celle que GRABER a constatée, chez les animaux voyants, entre ce que l'on peut appeler la « préférence pour plus ou moins d'intensité lumineuse » et le « goût pour une couleur déterminée. »

Cette relation, mise en évidence par GRABER, n'est pas le produit d'une coïncidence fortuite, puisque, sur près de quarante espèces étudiées (2), il n'a rencontré que deux exceptions. Elle jette un jour intéressant sur un caractère de la perception de la lumière, tant par les téguments que par la rétine et elle a suggéré à HANDL une hypothèse séduisante sur la nature du sentiment des couleurs chez les

(1) R. DUBOIS a bien étudié l'influence des couleurs du spectre sur la contraction du siphon de *Pholas* ; mais, outre que l'énoncé qu'il donne de ses résultats est trop peu explicite pour qu'on puisse les comparer avec ceux de GRABER, l'auteur, si je comprends bien, s'est uniquement servi des couleurs de certains spectres de diffraction et a, de la sorte, opéré avec des lumières colorées d'inégale intensité. (R. DUBOIS. *Sur l'action des agents modificateurs de la contraction photodermatique chez le Pholas dactylus*. C. R., t. CIX, n° 8, 19 août 1889).

(2) Outre les deux mémoires déjà cités, voir : V. GRABER. *Ueber die Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit einiger Meerthiere*. Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien, 91^{ter} Band, 1885.

animaux. C'est pourquoi je veux tenter d'esquisser sa signification et sa portée.

GRABER, par de nombreuses expériences faites au moyen de la méthode photokinétique, a mis en évidence les faits suivants : 1° Les animaux qui, à la lumière blanche, se montrent soit leucophiles, soit leucophobes, manifestent les mêmes tendances quand ils sont exposés à une lumière colorée: mis en demeure de choisir entre deux espaces éclairés par des rayons d'une même couleur, mais d'intensités différentes, les premiers se rassemblent dans la région la plus claire, les seconds dans la zone la plus obscure ;

2° Les animaux leucophiles choisissent, entre deux éclairages d'intensité sensiblement égale, mais de qualités différentes, celui qui correspond aux rayons les plus réfrangibles : ils préfèrent le bleu au vert, le vert au jaune et délaissent surtout le rouge. Inversement, les animaux lucifuges évitent les rayons de plus grande réfrangibilité et préfèrent le rouge à toutes les autres couleurs ;

3° Dans les deux cas, les réactions observées sont d'autant plus grandes, que les deux couleurs comparées ont des indices de réfraction plus différents.

Graber, qui admet chez les animaux un *sentiment des couleurs* (Farbengefühl) nettement distinct du sentiment de l'intensité lumineuse (Helligkeitsgefühl), se montre fort embarrassé pour concilier les deux premiers principes formulés ci-dessus. Et en effet, si pour un animal leucophile, le rouge est *par lui-même* une couleur désagréable (Unlustfarbe), un rouge vif doit provoquer chez lui une sensation plus pénible qu'un rouge plus sombre et l'on s'attend à lui voir préférer le second au premier. C'est cependant l'inverse qu'on observe. La même contradiction apparente se manifeste dans les réactions provoquées par les rayons rouges chez les formes leucophobes. Aussi GRABER lui-même, après avoir hasardé à ce sujet une explication bien peu satisfaisante, conclut-il en reconnaissant que la question reste encore pour lui fort obscure (1).

HANDL (2), après avoir signalé cette contradiction qu'entraîne l'interprétation admise par GRABER, fait remarquer qu'on peut, sans

(1) GRABER. *Grundlinien zur Erforschung* , page 246.

(2) HANDL. *Ueber den Farbensinn der Thiere und die Vertheilung der Energie in Spectrum*. Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien. 94^{ter} Band, 1886.

difficulté aucune, expliquer tous les résultats obtenus par cet auteur, en adoptant l'hypothèse qu'il développe dans son travail.

Les espèces étudiées ne seraient pas douées d'un sens des couleurs spécial (Farbensinn), mais elles possèderaient un sens de la lumière (Helligkeitssinn) d'une nature telle que *l'intensité de leurs perceptions est à peu près proportionnelle à la quantité d'énergie contenue dans les rayons lumineux qui les affectent*. Cette quantité d'énergie est proportionnelle — l'auteur le démontre mathématiquement (1) — à l'intensité de la lumière employée et de plus, toutes choses égales d'ailleurs, elle croît et décroît avec la réfrangibilité des rayons considérés.

Cette interprétation permet de comprendre pourquoi les animaux leucophiles, c'est-à-dire ceux qui recherchent la plus grande somme d'énergie lumineuse, choisissent toujours, entre deux éclairages de même nature, le plus intense et témoignent, d'autre part, une

(1) Voici, pour plus de précision, légèrement modifiée, la démonstration que HANDEL donne de ce principe : Considérons un faisceau de lumière homogène, dont la durée de vibration est T, la vitesse de propagation C et la longueur d'onde $\lambda = CT$. Chaque particule d'éther, de masse μ , est animée d'un mouvement vibratoire d'amplitude a et possède, en passant par sa position moyenne, une vitesse $v = \frac{2\pi a}{T}$. Son énergie de vibration $e = \frac{\mu v^2}{2} = \frac{2\mu\pi^2 a^2 C^2}{\lambda^2}$.

Ce faisceau, dans sa propagation, engendre dans l'unité de temps et par une unité de surface de section un volume égal à C. Si nous désignons par ρ le nombre de particules d'éther contenues dans l'unité de volume, l'espace C renfermera ρC particules en vibration, possédant une quantité totale d'énergie lumineuse $E = \rho C e = \frac{2\rho\mu\pi^2 a^2 C^3}{\lambda^2}$.

Soit n l'indice de réfraction de ces rayons pénétrant du vide dans le milieu considéré et $c = nC$, leur vitesse de propagation dans le vide. L'expression ci-dessus pourra s'écrire

$$E = \frac{2\rho\mu\pi^2 a^2 C^3}{n^3 \lambda^2} \text{ ou, en remplaçant par D le produit constant } 2\rho\mu\pi^2 C^3, E = \frac{a^2}{n^3 \lambda^2} D.$$

Comme les variations de n , quoique dépendant de celles de λ , sont très faibles vis-à-vis de celles-ci, on peut, avec une approximation suffisante, en faire abstraction, et écrire la formule :

$$E = \frac{a^2}{\lambda^2} D.$$

Cette expression montre que *l'énergie d'une quantité de lumière donnée varie proportionnellement au carré de l'amplitude vibratoire et en raison inverse du carré de la longueur d'onde*. L'énoncé qui se trouve dans le texte, moins mathématique, est aussi moins exact.

préférence manifeste pour les rayons les plus réfrangibles du spectre. Elle explique de la même manière comment la lumière provoque des réactions inverses chez les espèces leucophobes.

Une remarque néanmoins. Il ne faut pas se méprendre sur la portée de l'hypothèse ingénieuse et fort plausible, émise par HANDL. Elle ne vise pas à expliquer la nature intime de la *sensation optique* provoquée par une couleur déterminée. Tout concorde, nous l'admettons volontiers, à faire supposer que l'intensité du *sentiment agréable* ou *désagréable* provoqué chez les animaux par la lumière est en quelque sorte proportionnelle à la quantité d'énergie que possède l'agent excitateur.

Nous pouvons facilement nous représenter deux éclairages différents, obtenus en combinant pour chacun d'eux d'une manière convenable l'intensité et la qualité de la lumière, qui possèderaient la même énergie lumineuse. Du fait que le contraste de ces deux éclairages ne provoquerait pas, d'après l'hypothèse de HANDL, de réaction photokinétique chez un animal mis en expérience; du fait que les sensations produites chez cet animal par les deux lumières lui seraient également agréables ou désagréables, on ne pourrait pas conclure à l'identité de ces sensations. En d'autres termes, on ne pourrait pas s'appuyer sur l'absence de réaction extérieure pour admettre que l'individu ne perçoit pas la différence des deux lumières et est affecté d'une espèce de daltonisme.

Savoir si les animaux, soit au moyen des téguments, soit au moyen de la rétine, distinguent ou ne distinguent pas les couleurs en elles-mêmes, est une question excessivement ardue qui, à cause de la difficulté qu'on rencontre pour donner à deux éclairages de couleurs différentes une même intensité *absolue* (1), attendra probablement longtemps encore une solution définitive.

Arrivé au terme de cette étude critique, qu'il me soit permis d'adresser mes remerciements à mon professeur, M. F. PLATEAU, pour les conseils précieux qu'il m'a donnés dans le cours de ce travail.

Gand, Laboratoire de Zoologie de l'Université, 10 Février 1891.

(1) Et non une intensité jugée telle par *nos yeux*.



SUR LE MIMÉTISME
DE *THOMISUS ONUSTUS* WALCKENAER,

PAR

ÉDOUARD HECKEL,

Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Planches VII - VIII.

« On a beaucoup trop négligé jusqu'à présent,
pour l'étude de ces questions difficiles, nos
insectes indigènes dont les mœurs sont cepen-
dant plus aisément observables que celles des
espèces de la Malaisie, de l'Afrique ou de
l'Inde. »
A. GIARD.

Les phénomènes de mimétisme, qui, non seulement enlacent dans un réseau morphologique très étroit, les animaux et les végétaux respectivement entre eux, mais encore unissent dans des besoins communs de protection, les représentants de ces deux règnes, paraissent être sans limite. On peut dire, en effet, qu'ils se rencontrent partout où la vie se manifeste, soit sous une forme simple soit sous une forme complexe, à partir du moment où des individualités diverses se disputent la vie dans un milieu quelconque, sur un espace donné (1). Ces phénomènes nous révèlent une des manifestations les plus intéressantes de la corrélation qui existe entre

(1) Les études du professeur GIARD sur le mimétisme (*Arch. de zoologie expérimentale et générale*. — Vol. I, 1872, p. 56) nous ont montré, avec une grande hauteur de vue et une grande précision de détails, que ces phénomènes peuvent se rencontrer dans les termes les plus inférieurs de l'animalité : les exemples cités par SCHWEINFURTH vont, d'un autre côté, nous montrer que l'homme lui-même n'y échappe pas, même dans sa nature physique.

les deux règnes animés et des réactions du milieu animé ou inanimé sur les formes vivantes.

Quoique cotoyant de très près les phénomènes parasitaires dont l'influence morphologique ne peut plus être contestée, le *mimétisme* n'a jamais été étudié dans ses conséquences au point de vue de la production des formes. Cette étude jeune encore n'est pas sortie de la période des constatations et de l'inventaire des faits mimétiques en eux-mêmes : il convient cependant de ne pas perdre de vue que le problème de la morphologie générale doit, d'après des prévisions qui ne sont pas trompeuses, s'enrichir de trois chapitres nouveaux : 1° *l'influence mimétique*, 2° *l'influence parasitaire*, et 3° *l'influence tératologique*. J'ai montré ailleurs (*Revue scientifique*, 1880. *Tératologie et tératogénie générales*), et je n'y reviendrai pas, toute l'étendue de cette dernière influence morphogénique. Il ne paraît pas douteux, pour tous les esprits dont la vue dépasse l'horizon borné des simples constatations, que la *symbiose* vitale si bien établie et si bien connue pour quelques grands groupes végétaux (Lichens), ne sera que le point de départ de l'étude du parasitisme dans ses conséquences morphologiques. On peut prévoir déjà, par exemple, que grâce à la connaissance mieux assise dès lois de l'*irritabilité parasitaire* et de la similitude de cette action avec l'*irritabilité fécondatrice*, il pourra être établi des rapprochements de forme, de constitution et de coloris, entre les galles (pseudofruits) et les véritables fruits. Ce n'est évidemment là qu'un des côtés de cette étude, qui, ainsi comprise, promet du reste, d'être très féconde.

Quant à l'influence mimétique, on sent, d'après ce que l'on connaît déjà très bien, qu'un grand nombre de formes lui doivent leur existence. Ce n'est pas ce large côté de la question que je désire traiter aujourd'hui. Mon but est plus modeste : je veux montrer seulement quelques manières d'être nouvelles des rapports mimétiques connus entre les araignées et les organes floraux des plantes qu'elles fréquentent ou mieux qu'elles exploitent. Il s'agit d'un mimétisme de coloris et non de forme.

On peut diviser les animaux, au point de vue des relations de coloris qu'ils peuvent avoir avec leur milieu, 1° en mimétiques immédiatement variables avec la couleur de leur milieu ou avec la fonction qu'ils remplissent, 2° en mimétiques variables seulement dans certains de leurs stades évolutifs (*Larve, chrysalide, animal*

parfait) ; 3° en mimétiques fixés dans une couleur invariable (qui s'accompagne alors le plus souvent d'une forme protectrice spéciale) Les faits relevant de cette dernière catégorie abondent (*Phyllies*, *Phasmes*, *Proscopies*, etc.) et l'homme lui-même semble avoir subi cette réaction du milieu sur le coloris de la peau, comme du reste les animaux les plus inférieurs. Bien que chez lui, le mimétisme ne soit pas protecteur dans toute son évidence, il n'en existe pas moins. Voici ce que dit SCHWEINFURTH sur ce sujet (1) : « Les » Bongos ont la peau d'un brun rouge pareil à celui du terrain qu'ils » occupent ; les Dinkas (peuple voisin) d'autre part, sont noirs comme » l'alluvion de leur sol natal. Ce fait rappelle la théorie de DARWIN » sur la « *ressemblance protectrice* » qui existe entre l'aspect des » animaux et celui de leurs habitations ou de leurs refuges. Bien » que, dans le cas dont il s'agit, la ressemblance soit purement » accidentelle, nous croyons cependant qu'elle mérite d'être signalée. » Tout voyageur qui a traversé le pays des Chilloueks, celui des » Noërs et celui des Dinkas, reconnaîtra tout de suite, en arrivant » chez les Bongos, le commencement d'une nouvelle série de » peuplades d'autre race, série qui s'étend vers le Sud. De même » que les arbres et les plantes sont les enfants du sol qui les porte, » de même ici l'espèce humaine paraît être en rapport extérieur avec » le terrain qui prédomine autour d'elle. Les Chilloueks, les Noërs » et les Dinkas, nous le répétons, originaires d'un pays alluvial où » le sol est très sombre, présentent une différence marquée avec les » habitants du plateau ferrugineux, qui, malgré la diversité de » langage et de manière de vivre, sont reliés par les mêmes traits » caractéristiques ».

Plus loin, l'éminent explorateur s'exprime ainsi : « Parmi les » quelques arbustes qui fleurissent ici pendant l'hiver, se trouve » un *Echinops* avec fleurs d'un rouge pourpre, formant un magni- » fique capitule de la grosseur du poing et dont j'ai gardé un vif » souvenir. On le rencontre dans les éclaircies de la forêt, où il sort » de l'herbe et arrive à la hauteur d'un homme. Ainsi que la » rainette au milieu du feuillage et le ptarmigan (*Tetrao lagopus*) » trouvent dans la couleur qui les entoure une similitude protec-

(1) *Au cœur de l'Afrique*, Trad franç. LOREAU, 1875, T. I, p. 190.

(2) D° d° chap. VIII, p. 336.

» trice, de même un insecte bizarre, espèce de mante, dont tout le
» corps est du même rouge que celui des fleurs de notre *Echinops*,
» choisit pour habitat ces capitules splendides et confondue avec eux,
» trompe le regard le plus exercé. Cette partie de l'Afrique très
» riche en insectes de ce genre, m'en a offert une série complète,
» et chaque fois que j'ai trouvé l'un ou l'autre des membres de la
» famille, j'ai été confirmé dans l'opinion qu'ils s'efforcent tous
» d'assortir la couleur du milieu qu'ils habitent à celle de leur
» vêtement ».

Ces citations ont leur importance : elles nous montrent d'une part l'universalité du phénomène, sa diffusion sous toutes les latitudes, et, d'autre part, elles nous enseignent, au moins, par l'exemple tiré de l'homme, que la manifestation des couleurs mimétiques, c'est-à-dire protectrices, a ses premiers débuts dans une réaction réciproque, entre le milieu et l'être vivant, qui tend à les confondre en un tout de coloris harmonique.

Le changement de couleur coïncidant, chez certains animaux, avec les diverses phases de leur évolution réalisées dans les milieux différents, ne fait aucun doute. Aux exemples connus, je puis ajouter *Cochylis roserana* dont la première génération, au printemps, est à l'état de chenille verte parce que la grappe de raisin sur laquelle elle vit est de cette couleur, tandis que la deuxième génération automnale est rougeâtre parce que les fruits du raisin sont mûrs et rouges. Le *Papilio Machao* fait sa chrysalide, en général, d'un gris verdâtre ; mais cette chrysalide est complètement grise sur papier gris, verdâtre sur papier vert, et, tirant fortement sur le jaune quand elle est sur un papier de cette couleur. Entre ces diverses catégories de couleurs fixes, rapidement ou lentement changeantes, se trouve la forme de mimétisme que j'ai observée dans une araignée remarquable par la facilité avec laquelle elle revêt la livrée du milieu qu'elle fréquente. Ce n'est pas la première fois que des phénomènes mimétiques ont été remarqués parmi ces arachnides. M. le prof. PAVESI, dans un mémoire très intéressant (*Cenni sulle colorazioni et forme mimetiche utili nelle ragni* (1)), en a relevé de nombreux, sans qu'aucun d'entre eux, toutefois, se

(1) Extrait des actes de la Société italienne des Sciences naturelles, vol. XVIII, 14 pages.

rapproche de celui que je vais faire connaître ; ils appartiennent tous, en effet, à la catégorie des couleurs fixes protectrices, et ce doivent être évidemment les faits mimétiques qui, chez les araignées, constituent la catégorie la plus nombreuse (1). Toutefois, M. SIMON, le savant arachnologue, me déclare (*in litteris*) avoir observé le changement rapide de couleur dans les araignées, et particulièrement dans *Dictyna viridissima*, dont le mâle, au moment même de l'accouplement, passe du jaune verdâtre au vert vif. Nous allons voir dans *Thomisus onustus* WALCKENAER, un phénomène comparable quoique réalisé plus lentement. Cette araignée exploite si assidûment nos fleurs de *Convolvulus arvensis* L. qu'il serait difficile à une certaine époque (août et septembre) de trouver, dans certains lieux, un pied de liseron qui n'eût pas sa Thomise. Elle vit tantôt intérieurement au fond de la corolle, tantôt extérieurement, au confluent du calice et de la corolle, mais toujours dans une attitude chasseresse. Ces fleurs, on le sait, sont fréquentées par de nombreux insectes (2); mais l'habileté de notre Thomise s'exerce surtout à capter deux diptères (*Nomioides minutissimus* Rossi, *Melithreptus Origani* MEG.) qu'elle recherche avec avidité. C'est son gibier préféré, et elle peut choisir, la chasse étant fructueuse et le lieu toujours giboyeux (voir Pl. VII, fig. 2 et 5).

Or, dans nos régions, le liseron des champs très abondant et dont

(1) Aux faits déjà connus, M. A. VILLOT (de Grenoble), a bien voulu en ajouter un nouveau absolument inédit résultant de son observation personnelle. Ce naturaliste a vu en 1877 (juin), dans les bois de Vouillant, sur un épi floral de *Cephalanthera unifolia*, un *Thomisus* de couleur blanche avec une tache jaune citron sur les mandibules. A la faveur de ce mimétisme il venait de capturer un diptère du genre *Empis*. Mais M. VILLOT ignore s'il s'agit dans cette adaptation mimétique d'une espèce, d'une variété ou enfin d'un simple individu. J'ai tout lieu de croire qu'il s'agit ici de mon *Thomisus onustus* revêtant une livrée voisine de celle que je signale sous le nom de la variété incolore du *Convolvulus arvensis*.

(2) HERMANN MÜLLER dans son *Befruchtung der Blumen durch Insecten*, p. 263. cite les espèces suivantes comme fréquentant ces fleurs :

- « Hyménoptères : *Apis mellifica* L. ; *Halictus Morio* F. ; *H. nitidiusculus* K. ; *Chelostoma Campanularum* K.
- » Diptères : *Empis livida* L. ; *Helophilus florens* L. ; *Eristalis arbustorum* L. ; *Syrphus nitidicollis* MGN. ; *S. balteatus* DEG. ; *Melithreptus scriptus* L. ; *M. tennatus* MGN. ; *Sepsis*.....
- » Coléoptères : *Meligethes*..... ; *Ædemera virescens* L. ; *Leptura livida* L.
- » Hémiptères : *Nabis*.....

la floraison dure de juillet à fin septembre, présente trois variétés remarquables par la différence du coloris de la fleur. L'une d'elles a sa corolle d'un blanc uniforme (Pl. VIII, fig. 1); l'autre est douée d'une couleur corolline d'un rose clair général avec des traces de taches d'un rouge vineux à l'extérieur sur les points de torsion pré-florative (Pl. VII, fig. 3 et 4); enfin, la troisième est rose plus pâle, légèrement teintée de verdâtre à l'extérieur (Pl. VII, fig. 1). Ces variétés vivent côte à côte et entremêlées, sans prédominance accusée de l'une sur l'autre (sauf en quelques lieux spéciaux); elles s'augmentent de quelques termes de passage formant toutes les transitions plus ou moins sensibles qui conduisent de la variété rose clair à celle que j'ai considérée dans mes recherches de *Morphologie, de Tératologie et de Tératogénie* (*Bulletin de la Soc. de botanique et d'horticulture de Provence*, 1880) comme dérivée d'elle par autofécondation et conduite par le procédé autogame, de dégradation en dégradation, jusqu'à l'état complètement incolore. Cette autofécondation, j'ai à peine besoin de le dire, est le résultat de la voracité de notre Thomise qui, à certains moments, sacrifie tous les insectes visiteurs indistinctement. Or, ces trois variétés de liseron reçoivent, comme hôte assidu, trois Thomises de couleurs différentes qui revêtent très exactement celles de la corolle du liseron. J'avais considéré d'abord ces diverses Thomises comme autant de variétés, et c'était aussi l'opinion des arachnologues les plus compétents. La Thomise, propre au *Convolvulus* verdâtre extérieurement, occupe le plus souvent les parties externes de la fleur, aussi en emprunte-t-elle le coloris vert sale légèrement teinté de rouge (Pl. VII, fig. 1); la Thomise qui vit dans la fleur incolore est elle-même blanche avec une croix bleue sur l'abdomen et l'extrémité de ses pattes légèrement teintées de bleu également (Pl. VIII, fig. 1); enfin, la Thomise qui vit sur la variété à couleur rosée franche est elle-même franchement et nettement rosée sur la totalité du dos de son abdomen et de ses pattes.

Mais là ne se bornent pas les couleurs que peut revêtir notre araignée. D'abord, j'ai remarqué qu'elle peut accentuer encore sa couleur rouge en passant, par exemple, sur le *Dahlia versicolor* (variété à fleurs rouge vineux) elle devient elle-même d'un rouge très rutilant (Pl. VIII, fig. 2). Enfin, elle devient jaune quand elle habite (et le fait n'est pas rare) les fleurs de l'*Antirrhinum majus*, L. (variété *luteum*).

Je le répète, j'avais cru avoir affaire dans chacune de ces araignées revêtues d'une livrée différente à des variétés du *Thomisus onustus*. Une observation fortuite me mit sur la trace de mon erreur. J'avais renfermé dans une boîte, pour les expédier à un arachnologue, quelques-unes de mes Thomises en vue d'en faire confirmer la détermination. D'autres occupations intervenant, je les oubliai et elles restèrent là, quinze jours. Au moment de leur incarcération, elles étaient du rouge indiqué (Pl. VIII, fig. 2); au moment où je rouvris la boîte, elles étaient complètement décolorées (Pl. VIII, fig. 3). J'en pris alors une que je remis sur un *Dahlia* rouge, une autre sur un *Antirrhinum* jaune, et un troisième sur un *Convolvulus* incolore, en pleine campagne aux environs de Marseille au mois d'août, après avoir au préalable marqué mes sujets d'un point noir à l'encre sur leur dos blanc. Quatre jours après, elles avaient pris les couleurs de la plante dans laquelle elles habitaient; mais les points à l'encre noire avaient disparu, peut-être sous l'influence d'une forte pluie d'orage qui eut lieu entre temps. Ce qu'il y a de remarquable c'est de voir les araignées, dont la couleur rouge est la livrée dominante, passer avec la facilité la plus grande, à des couleurs de la série bleue (1). Il restait à rechercher par quelle adaptation organique se réalise ce mimétisme surprenant. Je laisse aux spécialistes le soin de nous renseigner sur ces points délicats de l'ordre purement anatomique qui ne sont pas de ma compétence.

Mais ce que je tiens à bien mettre en évidence, c'est que les trois variétés du *Convolvulus*, allant de l'état très coloré à l'état incolore, sont l'œuvre de l'animal qui les mime si fidèlement. A la faveur de ce déguisement rapidement acquis, il peut satisfaire sans efforts sa voracité, et, en faisant sa proie journalière des insectes fécondateurs, il assure une perpétuelle autofécondation, qui, nous le savons, finit par décolorer l'espèce et la rendre stérile dans quelques-uns de ses représentants.

Marseille, le 1^{er} Décembre 1890.

(1) Ce changement n'est pas instantané: il demande quelques jours pour se produire. Il y a dès lors tout lieu de supposer que, pour *Thomisus onustus*, ce n'est là qu'une faculté dont elle use peu. Une fois adaptée à une couleur florale, elle doit s'y fixer, à moins d'urgente nécessité.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE VII.

- Fig. 1. — *Thomisus onustus* WALCK., couleur verte jaunâtre adaptée à la couleur extérieure jaune verdâtre de la corolle du *Convolvulus arvensis* L. 1' grandeur naturelle du *Thomisus*.
- Fig. 2. — *Nomioïdes minutissimus* ROSSI ♀; 2' sa grandeur naturelle.
- Fig. 3. — Variété de *Convolvulus arvensis* L. à pétales rose pâle.
- Fig. 4. — *Thomisus onustus* WALCK., couleur rose pâle adaptée à la variété précédente du *Convolvulus* et grossi pour montrer l'intensité et la disposition de bande de couleur rose pâle.
- Fig. 5. — *Melithreptus Origani* MEG. ♀, insecte qui fréquente le plus cette fleur; 5', sa grandeur naturelle.

PLANCHE VIII.

- Fig. 1. — *Thomisus onustus*, couleur blanche adaptée à la variété blanche (incolore) du *Convolvulus arvensis*.
- Fig. 2. — *Thomisus onustus*, couleur rose très accentuée adaptée à celle des pétales du *Dahlia versicolor* fréquenté par cette araignée.
- Fig. 3. — Aspect de l'araignée séparée de la fleur depuis quinze jours.



UN MOT DE RÉPONSE A M. LÖNNBERG,

PAR

FR. SAV. MONTICELLI.

M. le D^r EINAR LÖNNBERG, dans un article (1) qu'il a eu l'obligeance de m'envoyer avec la dédicace : « sine ira et studio » montre au contraire une certaine mauvaise humeur de ce que je ne partage pas ses conclusions. Pour éviter une polémique, que d'ailleurs je n'aime pas, j'ai écrit à M. LÖNNBERG une lettre lui démontrant que sa critique était sans fondement et le priant de rectifier certaines assertions complètement fausses dans un prochain numéro du *Biologiska Föreningens Förhandlingar*.

J'ai attendu vainement pendant deux mois, sans que M. LÖNNBERG ait daigné publier un mot de réponse.

Je me vois donc forcé de lui répondre par la présente note, d'autant plus que M. LÖNNBERG m'attribue une erreur d'identification que je n'ai jamais ni pensée ni écrite.

Je me bornerai cependant, pour être bref, à reproduire simplement ici ce que je lui ai écrit.

M. LÖNNBERG me reproche principalement de ne pas avoir toujours bien compris ou bien traduit son suédois (2). Je dois avant tout

(1) Bemerkungen zum « Elenco degli Elminti studiati a Wimereux nella primavera del 1889 » dal Dott. FR. SAV. MONTICELLI, in : *Biologiska föreningens Förhandlingar*, Bd. III, oct. 1890, n° 1. — Voir ce *Bulletin*, T. XXII (4), p. 417-444, tav. XXII.

(2) Bidrag till Kännedomen om i Sverige förekommande Cestoder, in : *Bihang till Kongl. Vetensk. Akad. Handl.*, Bd. 14, Afd. IV, n° 9.

lui démontrer que ce reproche est absolument faux : en effet, dans tout son article, je ne trouve aucune indication des passages de son travail que je n'aurais pas compris ou que j'aurais mal traduits ; je vois seulement qu'il se plaint que je ne partage pas sa manière de voir sur le genre *Ptychobothrium* et sur le *Discobothrium fallax*.

Pour le premier cas, il n'est pas autorisé à croire que je n'ai pas lu sa *Motivirung* pour la création du nouveau genre : s'il s'était donné la peine de lire la page 429 de mon travail incriminé, il aurait pu s'assurer que je l'avais lue, car j'expose les raisons pour lesquelles je crois « *non giustificata a mio parere la creazione di un nuovo genere* » et je considère le cestode de *Belone* tout simplement comme un *Bothriocephalus*.

Pour le *Discobothrium*, la chose se passe dans les mêmes termes. Dans l'un et l'autre cas, M. LÖNNBERG pourra bien facilement comprendre qu'il s'agit tout simplement d'appréciations personnelles sur l'importance des caractères spécifiques et génériques, mais je n'y vois aucun malentendu de ma part et l'on ne peut dire que j'ai mal compris ou mal traduit son suédois. Je défie M. LÖNNBERG de m'indiquer où je ne l'ai pas compris ou mal traduit.

Moi, au contraire, je dois lui reprocher d'avoir fait une confusion à propos de la larve du *Bothriocephalus belones*, confusion qu'il n'aurait, je crois, certainement pas faite s'il eut daigné lire mon texte et l'explication de la planche et jeter un coup d'œil sur cette planche, ce qui lui aurait épargné l'occasion d'une critique assez aigre.

En effet, la figure que j'ai reproduite et que je considère comme larve du *Bothriocephalus belones* (voir mon article, page 428 explication de la Planche, p. 442, fig. 13) est la figure 76 de la Planche VII de WAGENER (1) que cet auteur, dans son travail, indique ainsi à la page 68 : « *Dibothrium belones* DJJ. aus *Belone*, 16 mal v. »

M. LÖNNBERG écrit et affirme que j'ai reproduit la figure de la larve de *Dibothrium* (*Belones* ?) aus *Scyllium canicula* que WAGENER a décrite à la page 44 et 68 et figurée dans la Planche VI, fig. 74, larve que je n'ai jamais cru devoir être rapportée au *Bothrio-*

(1) Entwicklung der Cestoden, Harlem 1851.

cephalus Belones et à propos de laquelle je partage les conclusions de M. LÖNNBERG.

M. LÖNNBERG voudra donc bien m'accorder que dans ce cas aussi je n'ai pas mal traduit et compris son suédois, mais que c'est lui qui m'attribue une chose que je n'ai jamais ni pensée ni écrite dans mon travail!

M. LÖNNBERG aurait aussi bien pu s'épargner « eine Lanze zu brechen » pour le D' OLSSON. Si j'ai écrit *Phyllobothrium* au lieu de *Phyllobothrioideum*, c'est par un simple *lapsus calami* et M. LÖNNBERG n'avait pas en tout cas le droit d'écrire que je ne connaissais l'ouvrage d'OLSSON que par sa citation. Si M. LÖNNBERG avait seulement pris la peine de réfléchir avant d'écrire sa note, qu'on reconnaît d'ailleurs avoir été faite avec une grande précipitation, et de lire un peu mieux mon travail ou plutôt mes travaux, il aurait bien pu s'apercevoir que je connaissais bien avant qu'il commençât à publier sur les cestodes, le travail en question d'OLSSON et dans le cas actuel, il aurait pu voir qu'à la page 434 je discute les opinions de M. OLSSON et je cite en note quelques lignes de son texte, prises à la page 42, lignes 19 et 20.

J'espère que M. LÖNNBERG sera convaincu par cette réponse publique provoquée par son silence, que je ne l'ai ni mal compris ni mal traduit et que par suite sa critique manquait totalement de base sérieuse.

Naples, le 24 Mars 1891.





RECHERCHES ANATOMIQUES
SUR UN MOLLUSQUE NUDIBRANCHE APPARTENANT
AU GENRE *CORAMBE* (1),

PAR

H. FISCHER,

Agrégé-Préparateur à l'École Normale supérieure.

Planches IX - XII.

HISTORIQUE.

Le genre *Corambe* (2) a été créé par A. BERGH en 1871 (3) pour un Nudibranche de la mer des Sargasses, bien différent par son aspect extérieur des autres représentants de ce groupe. Ses caractères sont même tellement particuliers que cet auteur a placé ce genre dans une famille spéciale, celle des *Corambiadæ*.

Cette famille et ce genre sont fondés sur une seule espèce,

(1) Travail commencé au laboratoire de la Société scientifique d'Arcachon et terminé au laboratoire de Zoologie de l'École Normale supérieure.

(2) M. BERGH a bien voulu m'informer qu'il a trouvé ce nom dans un ouvrage de G. SAND. (Histoire de ma Vie, tome IV, chap. xv, p. 140. Édition CALMANN LEVY) « . . . un personnage fantastique appelé *Corambé* (nom sans signification aucune, dont les syllabes s'étaient rassemblées dans le hasard de quelque rêve) . . . »

(3) RUDOLPH BERGH : Beiträge zur Kenntniss der Mollusken des Sargassomeeres, *Verhandlungen des k. k. zool. bot. Gesellschaft in Wien*. 1871. Band XXI, p. 1293-1297. Taf. XI, XII.

Corambe sargassicola, représentée par un exemplaire unique, dont la découverte est due au capitaine danois ANDRÉA.

L'animal, d'après R. BERGH, est de petite taille (longueur 3^{mm}) ; il ressemble dans sa forme générale à une Doris : le notæum déborde le pied de toutes parts ; il est percé de deux ouvertures livrant passage à des rhinophores complètement rétractiles ; en arrière, il est fortement échancré sur la ligne médiane. Les branchies, présentes seulement dans la région postérieure du corps, sont attachées sous le notæum. L'anus est médian, et s'ouvre au-dessous de l'échancrure du notæum, entre ce dernier et le pied.

Tels sont les principaux caractères extérieurs de cet animal. L'échancrure postérieure et médiane du notæum est un fait extrêmement rare chez les Nudibranches. La disposition des branchies est aussi tout à fait spéciale : ce genre *Corambe* constitue donc un type bien distinct des autres Nudibranches.

R. BERGH donne un certain nombre de renseignements sur l'anatomie du *Corambe* : il décrit la radule, dont chaque rangée serait formée d'une dent médiane et d'autres dents plus petites au nombre de quatre de chaque côté. Je ne m'étendrai pas davantage pour le moment sur ce travail, car j'aurai occasion d'y revenir à propos de la description de chaque organe.

Depuis sa découverte par R. BERGH, le genre *Corambe* a été signalé en Europe en 1886 par le professeur KERBERT, d'Amsterdam (1). Cet auteur donne un nom spécifique (*Corambe batava*) à la forme qu'il a trouvée dans le Zuyderzée, mais sa description est trop peu détaillée pour permettre de juger si cette espèce est distincte de la précédente et de celle que j'ai décrite ultérieurement : il indique seulement la coloration de l'animal et la forme de la ponte (2). Les échantillons trouvés par KERBERT sont d'ailleurs en très petit nombre.

(1) *Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereniging*. 2^e série, Dl. 1, Af. 2, p. 5-6.

(2) Cette espèce vit dans l'Y du Nord, au voisinage du Pampus, sous les pierres.... Les individus ont une longueur de 3 à 5^{mm}. La plupart sont ornés de taches blanches ; quelques-uns entièrement d'un brun sombre. Les œufs se trouvent abondamment sous les pierres, où ils sont déposés dans une gaîne gélatineuse en forme de spirale.... Cette forme est assez différente du *Corambe sargassicola* pour en faire une espèce nouvelle sous le nom de *Corambe batava*. (Analyse du mémoire de KERBERT, in : *Bulletin scientifique du Nord*, 1886, 2^e série, 9, p. 136).

J'ai rencontré, au contraire, en très grande abondance, des spécimens de *Corambe* dans le bassin d'Arcachon (1), en septembre 1888. Ce fait a été signalé par mon père, le D^r P. FISCHER (2). J'ai publié moi-même (3), en 1889, une courte note sur l'organisation de ce nudibranche : j'en ai indiqué les caractères extérieurs, j'ai décrit et figuré la radule, enfin j'ai donné la diagnose, que je reproduis ici, de cette forme d'Arcachon.

***Corambe testudinaria* H. FISCHER.**

Animal ellipticum, fuscum; notæum convexum, crassum, undique pedem excedens, posteriore medio margine incisum. Rhinophori retractiles, vaginis 2 postice fissis instructi; axis rhinophori appendice cylindrica productus.

Orificium genitale in latere dextro, antice inter notæum et pedem situm. Anus medianus et posticus, infra incisuram notæi situs.

Branchiæ utrinque septem (in speciminibus majoribus), posticæ-laterales, infra notæum sitæ. Lamellæ branchiales numero variables; in branchia postica 4 utrinque. Cor medianum, posticum.

Otolithi plures, ovoidei.

Formula radulæ [4 + 1 + 0 + 1 + 4] × 30. Dens medianus deficiens; dens lateralis major, basi emarginatus; parte reflexa incurva, acula, margine interno 5 — 6 denticulis brevibus, acutis, instructo.

Longitudo maxima 4^{mm}.

Latitudo maxima 3^{mm}5.

Habitat: in foliis Zosterarum (Arcachon, Gironde).

(1) Qu'il me soit permis d'exprimer, à ce propos, toute ma gratitude à M. HAMEAU, Président de la Société scientifique d'Arcachon, et à M. DURÉGNE, Directeur du Laboratoire de cette station, pour les facilités qu'ils m'ont accordées pendant mon séjour dans cette localité; j'ai pu, grâce à eux, me procurer en abondance les matériaux d'étude.

(2) *Bull. Soc. Zool. Fr.*, XIII, pp. 215 et 216, 1888.

(3) *Bull. Soc. Zool. Fr.*, XIV, p. 379-381, 1889.

On voit que par ses organes extérieurs, cet animal présente des caractères mixtes : ses rhinophores complètement rétractiles dans une cavité du notæum rappellent ceux des Anthobranches (*Doris*) ; la disposition des branchies situées de chaque côté du corps le rapproche plutôt des Inférobranches.

Pour décider si le genre *Corambe* a réellement des affinités multiples, ou bien s'il doit être rangé dans une des familles déjà décrites des Nudibranches, il était nécessaire d'en étudier l'anatomie. Je n'ai pas entrepris une monographie, mais j'ai restreint ce travail à l'étude des organes les plus importants, ceux qui sont examinés d'ordinaire par les auteurs pour fixer la position systématique des divers Mollusques. Toutefois, même réduites à ces proportions modestes, ces recherches peuvent présenter un intérêt immédiat, en raison du très petit nombre des faits que nous connaissons en ce qui concerne l'organisation des mollusques du genre *Corambe*, si différent des autres types de Nudibranches.

*
* *

PROCÉDÉS DE RECHERCHES.

J'ai poussé aussi loin que j'ai pu l'examen de l'animal vivant, et j'en ai retiré déjà quelques renseignements anatomiques.

Par la dissection j'ai étudié le système nerveux, une partie de l'appareil génital, et le bulbe buccal. J'ai préparé la radule en dissolvant la masse buccale dans la potasse concentrée.

Pour les autres organes, j'ai dû employer la méthode des coupes. Le sublimé concentré dans l'eau, ou simplement l'alcool à 90° sont les deux réactifs fixateurs qui m'ont donné les meilleurs résultats. Les animaux ont été colorés par le picrocarmin de RANVIER. J'ai aussi employé la double coloration au carmin et au bleu de méthylène qui a été indiquée dans les recherches récentes de R. PERRIER et F. BERNARD.

Après deshydratation par l'alcool absolu, l'animal a été plongé quelques heures dans le toluène, porté ensuite pendant cinq ou six

heures dans de la paraffine fusible à 50°, maintenue constamment à cette température, et enfin débité en coupes de 1/200^{me} de millimètre. Les coupes ont été collées sur les lames suivant le procédé à la gélatine décrit par les auteurs que je viens de nommer.

Pour l'examen histologique du notæum, j'ai pratiqué directement des coupes à la main sur l'animal simplement fixé par l'alcool à 90°.

*
* *

ASPECT GÉNÉRAL.

Le *Corambe* d'Arcachon se rencontre en abondance dans la zone qui affleure à marée basse : il se tient sur les *Zostères* incrustés de *Membranipora pilosa* ; jamais je ne l'ai rencontré dans d'autres conditions. Les individus sont très nombreux, et forment de petites saillies ovales, brunâtres, peu distinctes, au premier abord, des organismes (éponges ou algues) qui se rencontrent fréquemment sur ces *Membranipores*. Ils restent d'ailleurs à peu près immobiles, et c'est, je pense, pour ces divers motifs qu'ils n'avaient pas été remarqués dans cette localité, où je les ai toujours rencontrés en aussi grand nombre durant trois années consécutives.

Je n'ai pas pu déterminer exactement la raison de cet habitat : on pourrait penser que cet animal se nourrit de *Membranipores* ; cependant je n'ai pas trouvé dans son estomac de débris qu'on puisse attribuer avec certitude à un *Bryozoaire* ; mais on y remarque en abondance les mêmes *Diatomées* que sur les cellules des *Membranipores* : il est donc probable que le *Corambe* broute, en se déplaçant très-lentement, les petits organismes qui se développent sur le *Bryozoaire*.

Caractères extérieurs. — L'animal, détaché de son substratum et placé dans l'eau de mer se montre au contraire très vif dans ses mouvements. Il est assez transparent ; sa coloration générale due aux pigments du notæum et au foie, varie d'un brun assez foncé à un brun clair lavé de jaune. Au microscope on distingue très bien

les deux pigments; l'un brun, l'autre vert: le premier forme de petits îlots disposés superficiellement sur toute l'étendue du notæum; le pigment vert se montre au contraire dans les parties profondes, où il constitue une couche continue limitée à la région centrale, d'où partent des arborisations qui rayonnent vers le pourtour du notæum, à l'intérieur de son bord libre (pl. IX, fig. 1.)

Les rhinophores sont incolores.

Les tentacules buccaux (fig. 5, *t* et fig. 3) et le pied sont également incolores, mais on aperçoit en examinant l'animal par sa face ventrale, une tache trilobée fortement teintée de jaune: c'est le foie vu par transparence à travers le pied (fig. 3).

Face dorsale. — Le notæum déborde le pied de tous les côtés. Tout au plus aperçoit-on parfois la pointe des tentacules buccaux qui peuvent le dépasser en avant, et une petite partie du pied visible à travers l'échancrure postérieure. La surface du notæum est couverte de petits tubercules (fig. 7): j'indiquerai plus loin leur signification.

Dans la région antérieure du notæum sont pratiquées les ouvertures qui donnent passage aux *rhinophores*. Chacune d'elles est à l'extrémité d'un manchon cylindrique légèrement proéminent (fig. 4, α) formé par les téguments redressés en cet endroit. Les rhinophores sont rétractiles, de sorte que leur forme doit être étudiée sur l'animal vivant. L'axe du rhinophore (fig. 4, δ) se termine par un prolongement cylindrique ϵ ; il porte de chaque côté deux gaines cylindriques β , γ emboîtées l'une dans l'autre et largement fendues en arrière. La gaine interne γ s'attache sur toute sa longueur, par sa ligne médiane, à l'axe du rhinophore; au contraire la gaine externe β est libre à son extrémité distale sur une petite longueur: elle n'est donc pas soudée au prolongement cylindrique.

Les diverses régions du rhinophore sont revêtues de cellules abondamment ciliées.

Dans la figure 39 (Pl. XII) j'ai représenté de chaque côté la section de cet organe rétracté dans sa cavité. On y voit les deux gaines concentriques, qui en ce point sont réunies par leur face antérieure aux parois de la cavité. J'ai figuré le muscle rétracteur du rhinophore α qui est logé dans l'axe de cet organe.

Face ventrale. — La partie libre du notæum offre, sur sa face ventrale, un aspect tout différent de celui de la face dorsale. Au lieu d'une cuticule parsemée de tubercules, on trouve une surface lisse divisée en polygones irréguliers (fig. 8) : ces figures sont déterminées par les limites des cellules épithéliales. De place en place on distingue des cellules plus grandes que les autres, munies de longs cils vibratiles bien visibles sur le vivant, dont le rôle est probablement de renouveler l'eau qui baigne les branchies et le notæum. Ce revêtement cellulaire, composé d'éléments ciliés et d'éléments non ciliés (fig. 10) est en quelque sorte intermédiaire entre l'épithélium du notæum totalement dépourvu de cils, et celui de la sole pédieuse dont toutes les cellules sont ciliées.

La présence de grandes cellules ciliées au milieu de cellules plus petites non ciliées est un fait assez rare chez les mollusques. F. BERNARD a observé la même disposition sur les lamelles respiratoires des Patelles (1), c'est-à-dire dans une région analogue.

Le *piéd*, très développé, est séparé du notæum par un sillon circulaire profond (fig. 39-44). Il est arrondi en arrière ; en avant il présente sur la ligne médiane une forte échancrure (fig. 3), au milieu de laquelle on trouve la *bouche*, sous la forme d'une fente longitudinale située au point de confluence des tentacules buccaux.

Lorsque le pied est légèrement contracté, on aperçoit dans la région postérieure du corps les extrémités des *branchies br.* Celles-ci sont en nombre variable : sur de petits individus de 1^{mm} de long, j'en ai trouvé quatre de chaque côté ; sur les grands exemplaires de 4^{mm}, j'en ai compté jusqu'à sept. Elles sont attachées sous le notæum et pendent entre cet organe et le pied. La figure 44 montre l'insertion des branchies *br.* Chaque branchie (fig. 6) est formée par une lame portant de chaque côté des lamelles α qui alternent sur ses deux faces : les lamelles les plus développées sont les plus éloignées du point d'insertion.

La dernière branchie, c'est-à-dire la branchie postérieure, est la plus longue de toutes ; elle porte, chez les grands individus, jusqu'à quatre lamelles sur chacune de ses faces. L'avant-dernière est moins grande et a moins de lamelles, et ainsi de suite. La branchie

(1) F. BERNARD. Recherches sur les organes palléaux des Gastéropodes prosobranches. *Ann. des Scienc. nat.*, 7^e série, IX, 1890.

la plus antérieure, réduite à une petite lame, est située à peu près au milieu du corps.

Toutes sont abondamment pourvues de cils vibratiles ; un muscle rétracteur (fig. 6, β) existe sur le bord interne de chacune d'elles.

Entre les deux branchies postérieures, au fond du sillon qui sépare le notæum et le pied, sur la ligne médiane, s'ouvre l'*anus*. Immédiatement au-dessus se trouve le *pore rénal*.

A droite, en avant des branchies, au-dessous du rhinophore droit, on aperçoit les *orifices génitaux*, au nombre de deux. L'intérieur (fig. 5, φ) est destiné à la ponte ; le supérieur est situé au sommet d'une papille conduit dans le vestibule génital.

Avant d'aborder l'étude anatomique, je vais comparer, en quelques mots, cette description à celle qu'a donnée R. BERGH du *Corambe sargassicola* : la taille (longueur 3^{mm}), la couleur, la forme générale, l'aspect du notæum et des tentacules buccaux sont les mêmes. Il ne signale pas de tubercules sur le notæum ; il décrit et figure un rhinophore, lequel serait cylindrique et porterait latéralement un petit tubercule ; mais la figure montre que cet organe était très contracté par l'alcool. Il indique la position de l'orifice génital, qui est légèrement proéminent et s'ouvre en avant et du côté droit. Le pied présenterait une échancrure postérieure correspondant à celle du notæum : ce dernier fait, que je n'ai jamais observé chez le *Corambe* d'Arcachon, est peut-être le résultat de la contraction causée par l'alcool. La description des branchies me paraissant peu claire, je ne puis établir une comparaison à ce point de vue.

*
* *

DESCRIPTION ANATOMIQUE.

Histologie des téguments. — Le notæum est revêtu d'une cuticule (fig. 9, β) très épaisse (18 μ) qui se détache avec la plus grande facilité, de telle sorte que ces animaux ont des *mues*. J'ai constaté ces *mues* chez des animaux récemment capturés : je pense

donc que ce phénomène est physiologique, d'autant plus qu'il s'explique très bien par la structure du notæum.

Une coupe transversale (fig. 9) pratiquée dans cet organe montre qu'il est constitué par une substance fondamentale hyaline, à cellules rares, bordée extérieurement par un épithélium α et intérieurement par du tissu conjonctif ordinaire π .

Les cellules de l'épithélium forment une seule couche; leur protoplasme présente des granulations disposées en files perpendiculaires à la surface; le noyau est voisin de la base, qui est assez irrégulière. Ces cellules sécrètent vers l'extérieur une cuticule anhiste, dont l'épaisseur n'est pas uniforme: en certains points on distingue des saillies coniques γ : ce sont les sections des tubercules décrits plus haut et qui couvrent la surface dorsale. Ces saillies se colorent plus vivement par le bleu de méthylène que le reste de la cuticule, sauf en un endroit où cette cuticule est même souvent fendue. Ces régions de moindre résistance se correspondent d'un tubercule à l'autre et sont situées au même niveau; il est probable que l'apparition de ce clivage, qui se continue ensuite dans les parties non en saillie de la cuticule (δ), est le début du mécanisme de la mue.

Entre les cellules épithéliales, s'insinuent de place en place les cols de glandes uni-cellulaires ϵ en forme de bouteilles. Le noyau, situé au fond de la cellule, est entouré d'un protoplasme peu abondant. Au-dessus s'accumule la sécrétion sous la forme de petits amas allongés, que le carmin colore vivement. Le col de la cellule traverse toute l'épaisseur de la cuticule. Le rôle de ces glandes est imparfaitement connu: il est possible qu'elles sécrètent une substance analogue ou identique au mucus, car le notæum du *Corambe* est toujours recouvert de débris de toute espèce.

Au-dessous de la cuticule on trouve un tissu constitué par une substance fondamentale amorphe, consistante, transparente, se colorant faiblement en rose par le carmin, dans laquelle sont noyés des éléments cellulaires peu nombreux. Ces éléments sont de plusieurs sortes: on trouve des îlots de cellules à courts prolongements, fréquemment associées ζ . Il existe aussi des cellules très ramifiées η , à protoplasme finement granuleux; enfin, de grandes cellules ramifiées θ dont les prolongements, disposés perpendiculairement à la surface dorsale, sont plus ou moins ondulés

suivant l'état de contraction de l'animal. L'aspect de ces prolongements, semble indiquer qu'ils sont formés par une substance de nature conjonctive.

On trouve dans le notæum d'autres catégories d'éléments anatomiques: dans la région externe on remarque des cellules plus ou moins étoilées λ chargées de grains de pigment rouges : elles forment par leur réunion les îlots pigmentés rouges décrits plus haut. Dans les parties profondes du notæum, il existe de nombreuses granulations vertes, qui produisent les traînées que l'on observe sur le vivant. Ces granules pigmentaires sont répartis sur des cellules μ parfois très ramifiées, possédant un gros noyau. Cette disposition est très visible sur le bord du notæum, où le pigment est peu abondant ; elle est moins nette dans la partie centrale, où il forme une couche continue très dense.

Le notæum est un organe contractile, susceptible de mouvements assez étendus. On trouve, en effet, sur les bords supérieur et inférieur de cet organe, des fibres musculaires très allongées, disposées les unes transversalement *ml*, les autres longitudinalement *ml*.

Le notæum est abondamment pourvu de terminaisons nerveuses identiques à celles qui ont été découvertes par LEYDIG et CLAPARÈDE en 1857, décrites avec soin par FLEMMING chez les Gastropodes et les Acéphales, et récemment étudiées par P. GARNAULT chez le Cyclostome (1) et par F. BERNARD dans les organes palléaux des Prosobranches (2). J'ai observé des dispositions absolument conformes à la fig. 6 de la pl. VI de ce dernier auteur : on trouve des cellules multipolaires réunies entre elles par des prolongements protoplasmiques assez forts et donnant naissance vers la périphérie aux cellules neuro-épithéliales ou cellules de FLEMMING. Ces dernières sont très étirées en longueur ; elles présentent un corps fusiforme contenant le noyau, réuni par une partie effilée à la tête qui s'insinue entre les cellules épithéliales.

J'ai représenté sur la figure 9 quelques cellules multipolaires ; je n'ai dessiné que le corps ρ des cellules de FLEMMING. Celles-ci sont

(1) GARNAULT (P.). Recherches anatomiques et histologiques sur le *Cyclostoma elegans*. — *Thèse de doctorat*. 1887.

(2) F. BERNARD. Recherches sur les organes palléaux des Gastéropodes prosobranches. *Ann. des Scienc. nat.*, 7^e série, IX. 1890.

fréquemment associées par groupes ; je ne sais pas si une cellule multipolaire peut être rattachée à plusieurs cellules de FLEMMING.

On remarque enfin dans le notæum un grand nombre de canaux σ cheminant dans son épaisseur. Ce sont des lacunes sanguines qui s'y ramifient. Parfois, on observe sur les parois de ces lacunes des ornements annulaires τ qui les font ressembler à des trachées.

Sur la face inférieure, la cuticule du notæum diminue graduellement d'épaisseur ; les cellules deviennent beaucoup plus aplaties et quelques-unes d'entre elles, plus grandes que leurs voisines, portent de longs cils (fig. 10). Ce revêtement se retrouve avec les mêmes caractères sur la surface supérieure des expansions latérales du pied, ainsi que sur la base des branchies ; sur la partie active de ces organes, les cellules sont toujours aussi plates, mais le nombre des cellules ciliées devient beaucoup plus considérable.

Ces caractères histologiques permettent de considérer les branchies comme de simples dépendances des téguments ; ils montrent aussi que la face inférieure du notæum et la face supérieure du pied, ayant la même structure histologique, doivent être envisagées comme deux parties d'une seule et même surface, comparable, dans son ensemble, à la paroi latérale du corps des Nudibranches qui ne présentent pas, comme le *Corambe*, un notæum pourvu d'expansions latérales.

Le *pied* est un organe très riche en fibres musculaires. Celles-ci sont diversement orientées. De chaque côté de la ligne médiane, elles sont cependant assez bien groupées et forment deux muscles longitudinaux (fig. 39 — 42 m). Les cellules épithéliales de la face inférieure du pied (fig. 11) sont cylindriques, ciliées, et possèdent un plateau très développé dont les striations sont bien marquées. Je n'ai trouvé, dans l'intérieur du pied, aucune glande à mucus compacte : mais il existe un grand nombre de glandes unicellulaires α analogues à celles du notæum, quoique présentant un col plus court ; on trouve, en outre, des cellules beaucoup plus grandes, se colorant vivement par les réactifs, s'ouvrant à l'extérieur par un col plus allongé. Je ne sais pas si ces deux sortes de glandes unicellulaires appartiennent ou non à la même catégorie.

La sécrétion du mucus se fait donc par toute la surface de la sole pédieuse.

Appareil digestif.

La disposition du tube digestif (pl. X, fig. 12) est très simple. La partie antérieure se compose : 1° du *bulbe buccal* *b.b* très musculéux, où débouchent les canaux excréteurs d'une paire de glandes salivaires *gs* ; 2° de l'*œsophage* *œs*, qui est un conduit cylindrique régulièrement calibré.

La partie moyenne reçoit par une large ouverture (fig. 13, γ) la sécrétion du foie *f*, puis, en s'évasant, forme un estomac *e* recourbé en anse.

L'intestin *i* suit un trajet à peu près rectiligne et débouche à l'anus.

La *bouche* a été bien décrite par R. BERGH. Au point de confluence des tentacules buccaux on aperçoit un sillon longitudinal (fig. 3 *b*) : c'est la bouche, qui conduit dans un vestibule circulaire (fig. 13 et 14, α) dans lequel fait saillie le bulbe buccal. L'orifice de ce dernier (fig. 13 et 17, θ') présente deux lèvres très minces, et donne accès dans la cavité du bulbe. Cette cavité, à l'état de repos, est très étroite dans le sens transversal (fig. 14, β), mais peut être augmentée considérablement par la contraction des fibres musculaires radiales γ qui forment les parois latérales du bulbe.

Dans le sens vertical et dans le sens antéro-postérieur les parois du bulbe sont plus minces (fig. 17) et les diamètres correspondants de sa cavité sont par suite plus considérables.

Toute la masse du bulbe peut être mise en mouvement sous l'action de muscles rétracteurs (fig. 14, δ) situés latéralement. Ces mouvements de la masse buccale sont facilités par la présence d'une lacune ϵ située dans la région dorsale.

La cuticule qui tapisse intérieurement la cavité du bulbe est assez épaisse (1μ , 7) et se colore vivement par le bleu de méthylène ; elle est sécrétée par des cellules épithéliales de forme assez irrégulière. Dans sa partie inférieure, elle prend une consistance plus grande, et forme une plaque cornée impaire relativement épaisse (2 à 3 μ), se colorant par le carmin. La coupe transversale de cette pièce cornée est représentée dans la fig. 14 (ζ). Elle ne paraît pas corres-

pondre à des mâchoires : celles-ci sont, en effet, chez les Nudi-branches, disposées en toit au-dessus de la radule, et appliquées sur le bord antérieur de la cavité du bulbe. Au contraire, la plaque cornée dont il s'agit forme plancher ; elle est située entre l'ouverture buccale et la radule, dans la partie inférieure et postérieure du bulbe. R. BERGH décrit des mâchoires qui seraient situées dans la région antérieure de la masse buccale.

La *radule* (fig. 17, *ra*) occupe la région postérieure du bulbe ; elle repose sur une surface convexe ; cette disposition détermine deux sillons latéraux (fig. 39) où s'ouvrent les glandes salivaires *gs*. La partie de la radule en voie de croissance est située dans le sac radulaire (fig. 17, *a*), qui se trouve au-dessous de l'œsophage *œs*.

Les mouvements de la radule sont produits par des fibres musculaires γ dont la plupart montrent des striations transversales très accusées. J'indiquerai plus loin (1) un autre exemple de striation musculaire. Ces fibres forment plusieurs muscles que je n'ai pas étudiés en détail.

La radule ne présente aucune trace de dent médiane. Il existe de chaque côté une *dent latérale* (fig. 15 et 16) dont le crochet est muni de 6-7 denticules à sa face interne, et dont la base est profondément incisée. La dent latérale droite et la gauche sont très rapprochées et se touchent. Elles ne sont pas toujours exactement au même niveau : elles chevauchent plus ou moins (fig. 15) ou peuvent même alterner ; certaines rangées sont, au contraire, symétriques.

On trouve de chaque côté quatre *dents marginales*. Pour bien voir leur forme, il faut examiner la partie de la radule non usée, dans le sac radulaire : on constate alors que les dents marginales possèdent une plaque et un crochet ; et que les dents latérales ont leur pointe et leurs denticules très aigus. Dans la partie moyenne de la radule, les dents latérales commencent à s'émousser, et les crochets de la première et de la deuxième marginales se brisent ou disparaissent par l'usure. La première figure que j'ai donnée d'une rangée de la radule (2) a été exécutée d'après cette région moyenne, et les deux premières marginales y sont réduites à leurs plaques. La for-

(1) Pag. 381.

(2) *Bull. Soc. Zool. France*, t. XIV, p. 381.

mule d'une série transversale de la radule est donc $4 + 1 + 0 + 1 + 4$. Le nombre des séries oscille entre 30 et 35.

Les *glandes salivaires*, au nombre de deux, sont formées par des acini contenant des cellules volumineuses, remplies de vacuoles plus ou moins arrondies, et renfermant un énorme noyau. Les granulations protoplasmiques sont disposées en files longitudinales. Les lobes de ces glandes sont placés à droite et à gauche du pharynx ; on en trouve aussi sur la ligne médiane, en avant des ganglions cérébroïdes.

Les canaux excréteurs des glandes salivaires sont revêtus d'un épithélium de cellules cubiques ; ils sont très courts et s'ouvrent largement de chaque côté de la radule (fig. 13 et 17, δ).

L'*œsophage* débute par une gouttière ciliée qui se trouve au-dessus de la radule (fig. 39, *œs*). Il remonte ensuite (fig. 13), traverse le collier nerveux, et descend obliquement vers le foie. Dans tout ce trajet, c'est un canal cylindrique (fig. 18) tapissé de cellules ciliées, à plateau mince et arrondi, entouré de fibres musculaires longitudinales α , et d'une gaine conjonctive β .

Le *foie* est un organe compact, trilobé (fig. 3), qui s'étend très loin en arrière (fig. 12 et 13). Il ne pénètre pas dans les branchies et ses lobules ne sont jamais dissociés. D'après la terminologie de R. BERGH, le *Corambe* est donc un Nudibranche holohépatique.

Les cellules hépatiques (fig. 19, β) sont très granuleuses, homogènes, volumineuses par rapport à leur noyau, qui possède un nucléole très distinct : elles sont disposées en une seule couche dans les acini du foie. Le canal excréteur du foie est très large (fig. 13, γ). La figure 19 représente une coupe transversale pratiquée à ce niveau : on y voit des cellules hépatiques normales β qui tapissent intérieurement le canal excréteur : ce dernier n'est donc pas distinct, au point de vue histologique, du reste du foie. La partie supérieure de la figure représente la section du tube digestif α , qui possède en cet endroit la même structure que l'œsophage.

En arrière du point où s'ouvre le foie, les fibres musculaires du tube digestif deviennent beaucoup plus abondantes, et paraissent constituer une sorte de sphincter. En même temps le tube digestif change de direction : il remonte, puis, s'évasant considérablement, forme l'*estomac* qui décrit une anse dont la convexité est dirigée en avant (fig. 12).

La limite entre l'estomac et l'*intestin* n'est pas nette, car après la dilatation stomacale, le tube digestif ne se rétrécit que graduellement. Les fibres musculaires, qui existent en abondance autour de l'estomac, ne se retrouvent plus autour de l'intestin. Le revêtement épithélial de ce dernier est formé par une couche de cellules à plateaux bien distincts, rectilignes, munis de cils courts et serrés. Dans l'estomac, on trouve un revêtement analogue, et aussi, en certains points, des cellules à plateaux minces et arrondis, et à cils vibratiles peu nombreux, qui rappellent celles de l'œsophage.

L'intestin continue son trajet en ligne droite jusqu'à l'*anus* qui se trouve sur la ligne médiane (fig. 32, *a*). Il existe dans cette région un grand nombre de fibres musculaires α qui forment sphincter autour de l'anus et du pore urinaire.

R. BERGH donne de l'intestin une description qui est d'accord avec la mienne.

Systeme nerveux central.

J'ai étudié le système nerveux central au moyen de dissections contrôlées par la méthode des coupes (fig. 20, 21, 22). Il est relativement peu concentré, et par suite d'une interprétation facile. Le triangle latéral est encore reconnaissable : on peut distinguer les uns des autres les ganglions cérébroïdes, palléaux et pédieux. Les deux premiers sont, à vrai dire, presque confondus, et forment une masse cérébro-palléale présentant un léger étranglement en son milieu, dans la région de la soudure. Le ganglion pédieux *P* est, au contraire, bien séparé ; il est uni à la masse cérébro-palléale par deux cordons laissant entre eux un léger intervalle (fig. 22, β) : ce sont les connectifs cérébro-pédieux et palléo-pédieux.

Six *commissures* unissent ces trois ganglions à leurs symétriques. Ce sont les commissures :

cérébroïde principale,	<i>cc</i>	} pour les ganglions cérébroïdes.
buccale,	<i>cb</i>	
cérébroïde inférieure,	<i>cci</i>	
pédieuse principale,	<i>cp</i>	} pour les ganglions pédieux.
pédieuse postérieure,	<i>cpp</i>	
viscérale,	<i>cv</i>	pour les ganglions palléaux.

A l'exception de la première, ces commissures passent toutes sous l'œsophage. Je les décrirai en détail à propos des ganglions correspondants.

Les *ganglions cérébroïdes C* sont bien distincts l'un de l'autre : la grande commissure cérébroïde *cc* est, en effet, dépourvue de toute cellule ganglionnaire et ne se compose que de fibres. Au contraire, dans l'étranglement qui sépare le ganglion cérébroïde du ganglion palléal, on trouve des cellules nerveuses à la périphérie, ce qui montre que ces deux parties ont contracté une soudure assez intime.

Les nerfs émis par les ganglions cérébroïdes sont très nombreux. En avant, on trouve le *ganglion olfactif Ol*, qui est nettement pédonculé. Le nerf olfactif aboutit à un renflement ganglionnaire situé à la base des rhinophores.

Au-dessous du ganglion olfactif, un gros tronc commun fournit plusieurs nerfs *z* se rendant à la partie antérieure du tube digestif et aux tentacules buccaux, et donne naissance à la *commissure buccale cb*, que je vais décrire en détail. Elle se compose de plusieurs parties : les *ganglions buccaux B* très développés, sont placés en avant et en dedans des ganglions pédieux (fig. 22) et appliqués contre la face postérieure du bulbe buccal, auquel ils fournissent de gros nerfs. Ils sont réunis entre eux par une assez forte commissure, et avec chaque ganglion cérébroïde par le connectif cérébro-buccal. Ce dernier (fig. 22, *cb*) au sortir du ganglion buccal, passe au-dessous du canal excréteur de la glande salivaire, remonte un peu, puis revient en arrière et se perd dans le gros tronc nerveux que j'ai décrit plus haut.

Chaque ganglion buccal est uni par un court cordon nerveux à un petit *ganglion suprabuccal S.B* placé au-dessus de lui.

En avant de chaque ganglion cérébroïde, sur sa face externe, on trouve le *ganglion optique Op*, qui est un peu moins gros que le ganglion olfactif ; il se continue par un nerf optique assez grêle *o* qui s'épanouit pour pénétrer dans l'*œil œ*. Cet organe (fig. 23) se compose d'une cupule nerveuse ganglionnaire entourant un cristallin sphérique plongé dans un amas de granulations pigmentaires opaques ; il est appliqué contre le tissu conjonctif profond du notæum.

De la région postérieure et interne de la masse cérébroïde se détache un cordon grêle (fig. 21, *cci*) qui descend un peu en avant

du connectif cérébro-pédieus, passe sous l'œsophage en longeant la commissure pédieuse, et remonte à l'autre ganglion cérébroïde en suivant un trajet symétrique. Cette formation paraît correspondre à une *commissure cérébroïde inférieure*.

Immédiatement derrière la racine de cette commissure se trouve l'*otocyste ot*, attaché directement au-dessous du ganglion cérébroïde (fig. 23 bis). Cet organe est donc sessile : il n'y a pas de nerf acoustique. L'examen de l'animal vivant montre l'otocyste sous la forme d'une vésicule ovalaire contenant plusieurs otoconies ovoïdes.

Les otocystes indiquent la limite postérieure des ganglions cérébroïdes ; immédiatement en arrière commencent les *ganglions palléaux*. Ils sont moins développés que les précédents, mais ils fournissent aussi des nerfs très importants : sur la face externe et en avant on trouve un gros *nerf palléal antérieur* (fig. 20, 21, 22, *pa*) qui ne tarde pas à se bifurquer en deux branches se rendant à la partie antérieure du notæum ; du côté droit ce nerf prend naissance par plusieurs racines. En arrière, les ganglions palléaux donnent deux paires de *nerfs palléaux postérieurs pp*, qui innervent le reste du notæum (fig. 45, *pp*).

Les ganglions palléaux sont unis entre eux par la *commissure viscérale cv*. Celle-ci part du ganglion palléal gauche, en arrière de l'otocyste, longe la commissure pédieuse, et remonte au ganglion palléal droit au voisinage duquel elle porte un renflement *V* qui est le *ganglion viscéral*. Les nerfs issus de ce dernier se rendent aux divers organes de la vie végétative.

Les *ganglions pédieux P* très développés fournissent au pied un grand nombre de nerfs. Les plus gros *p₂*, au nombre de deux paires, partent de la région inférieure ; de la partie supérieure et externe se détache de chaque côté un filet assez grêle *p₃* ; dans la même région, mais seulement à droite on trouve l'origine d'un nerf assez volumineux *p₁*.

La grande *commissure pédieuse cp* est assez longue ; c'est la plus grosse après la commissure cérébroïde. En arrière, les ganglions pédieux sont encore unis par une *commissure pédieuse postérieure cpp* longue et grêle.

Organes reproducteurs.

Le *Corambe* est hermaphrodite. La glande génitale (fig. 45 ♂) déverse ses produits dans le canal hermaphrodite (fig. 45, *z*; fig. 24, *z* et *h*) qui se renfle bientôt en une grosse ampoule *ah*, d'où sort un canal qui ne tarde pas à se diviser en *canal déférent cd* et en *oviducte ov*.

Le canal déférent se rend au pénis *pe* qu'il traverse dans toute sa longueur. Dans la figure 24 j'ai représenté cet organe rétracté dans sa gaine *gpe*. Cette gaine aboutit au *vestibule génital ve* où s'ouvre aussi le canal copulateur.

L'oviducte débouche dans la *glande albuminipare al*, dont la cavité communique par deux canaux courts *x* avec la cavité de la *glande de la glaire gl*; cette dernière s'ouvre au dehors par un orifice destiné à l'évacuation des œufs (♀).

Le canal copulateur présente près de son orifice dans le vestibule génital une dilatation *va* qui est le *vagin*; à l'autre extrémité, il débouche dans la *poche copulatrice pc*, qui communique avec l'oviducte par un canal assez grêle *y*, le conduit efférent de la poche copulatrice.

Le mode de fécondation le plus probable, étant donnée cette disposition, me paraît être le suivant : les spermatozoïdes de l'autre individu, mis en réserve après l'accouplement dans la poche copulatrice, sont expulsés de cette dernière par le canal qui la fait communiquer avec l'oviducte, et dirigés ainsi à la rencontre des œufs. La fécondation aurait donc lieu dans l'oviducte; les œufs passent ensuite dans les glandes de l'albumine et de la glaire, où se constitue le cordon de la ponte.

Je vais maintenant décrire plus complètement chacun de ces organes. La figure 24 représente l'aspect réel de ces parties, que j'ai figurées toutefois plus écartées qu'elles ne le sont, pour mieux en montrer les rapports.

La *glande hermaphrodite* présente à l'époque de la reproduction un développement considérable : c'est l'organe le plus volumineux de l'économie (fig. 40-45, ♂).

Cette glande est constituée par un grand nombre d'acini qui pro-

duisent les uns des ovules, les autres des spermatozoïdes. Ces acini sont entremêlés : il n'y a pas dans la glande une partie mâle et une partie femelle. Les ovules jeunes (fig. 29, α) sont des cellules à contenu homogène et à petit noyau, disposées en une seule couche autour de l'acinus. Dans les ovules arrivés à l'état de maturité β , le protoplasme se charge de grosses granulations, le noyau se développe beaucoup, et son nucléole devient très visible. Dans les acini mâles, on trouve des éléments séminaux à divers états de développement : les cellules-mères des spermatozoïdes (fig. 28, α) se divisent et donnent des grappes de spermatoblastes β . Ceux-ci s'allongent graduellement (γ , δ , ϵ) et se transforment de cette manière en spermatozoïdes ζ groupés en faisceaux.

Les œufs et les spermatozoïdes se rassemblent dans le canal excréteur de la glande (fig. 45, α). Ce canal, d'abord très large, débute du côté droit de l'intestin, immédiatement en arrière de la poche copulatrice ; il descend, en se rétrécissant beaucoup, entre les lobes postérieurs de la glande albuminipare (fig. 42, h) et se jette dans le renflement en forme d'ampoule (fig. 41, ah) situé à peu près sur la ligne médiane, en avant du foie. Ce réservoir est volumineux, irrégulièrement ovalaire ; on y trouve des œufs et des spermatozoïdes en abondance. De sa région dorsale et antérieure se détache un canal revêtu intérieurement de cils vibratiles, qui descend vers la région ventrale, où il se dédouble en oviducte et canal déférent.

Appareil mâle. — Le canal déférent cd remonte au-dessus de l'ampoule ; il présente, depuis sa naissance jusqu'à ce point, des parois très glandulaires. Une section transversale (fig. 26) montre un revêtement de cellules sécrétrices, à noyau et protoplasme basilaires. La substance sécrétée prend naissance dans ce protoplasme et s'y dépose en formant de petites vacuoles arrondies, se colorant légèrement par le carmin, mais non par le bleu de méthylène. Ces vacuoles s'agrandissent, se juxtaposent et remplissent toute la région de la cellule située vers le centre du canal déférent.

De place en place, entre ces éléments sécréteurs, on trouve des cellules ciliées à plateaux, dont le noyau est refoulé à la périphérie. Leur rôle est de mettre en mouvement le produit de la sécrétion.

Cette division du tissu glandulaire en éléments sécréteurs caliciformes et éléments ciliés à plateaux a été mise en lumière, dans les embranchements les plus différents du règne animal, par un très grand nombre d'observateurs.

FR. E. SCHULZE (1), en 1867, décrit le premier, dans toute la série des Vertébrés, des éléments ciliés et des cellules caliciformes non ciliées, à noyau et à protoplasme basilaire, laissant échapper par une ouverture la substance sécrétée réunie en une masse bien distincte du protoplasme.

Parmi les auteurs qui ont étudié la sécrétion chez les Mollusques, je citerai principalement FLEMMING en 1870, BELA HALLER en 1884, RAWITZ en 1888 qui signalent ces éléments dans différents organes; R. PERRIER (2) les décrit dans le rein des Prosobranches; F. BERNARD (3) dans les organes palléaux des Prosobranches, et aussi dans les organes génitaux de la Valvée (4).

Ces faits prennent donc actuellement une grande généralité; cependant, comme ils ne sont pas encore universellement admis, on doit signaler avec soin tous les exemples nouveaux qui peuvent les confirmer: c'est pourquoi j'ai insisté sur leur description chez le *Corambe*. Je serai amené d'ailleurs à en parler de nouveau quelques pages plus loin.

Parmi les travaux les plus récents qui conduisent à une conception différente du mécanisme de la sécrétion, je citerai ceux de LETELLIER (5) sur la Pourpre et de VAN GEUCHTEN (6) sur la sécrétion chez certains insectes.

Le canal déférent perd ensuite tout caractère glandulaire; on ne trouve plus comme cellules de revêtement que des éléments ciliés à plateaux. Il présente d'abord plusieurs convolutions qui se montrent

(1) FR. E. SCHULZE. Epithel-und Drüsenzellen. *Arch. f. mikr. Anat.*, 1867, p. 137.

(2) R. PERRIER. Recherches sur l'anatomie et l'histologie du rein des Gastéropodes prosobranches. *Ann. des Scienc. nat.*, 7^e série, VIII, 1889.

(3) Loc. cit., p. 296.

(4) F. BERNARD. Recherches sur *Valvata piscinalis*. *Bulletin scientifique*, t. XXII, 1890.

(5) A. LETELLIER. Recherches sur la Pourpre. *Archives de Zoologie expérimentale*, VIII, 1890.

(6) A. VAN GEUCHTEN. Le mécanisme de la sécrétion. *Anatomischer Anzeiger*, 1891, p. 12.

très nettement dans les préparations, mais s'effacent peut-être au moment de l'exsertion du pénis ; puis il suit un trajet à peu près rectiligne, et aboutit à l'extrémité du pénis, qu'il traverse dans toute sa longueur.

Le *pénis* est un organe cylindrique dont la surface extérieure, complètement lisse, est dépourvue de cils vibratiles. J'ai représenté dans la figure 27 la section de cet organe et de sa gaine, dans laquelle il est contenu à l'état de contraction. Cette gaine, revêtue de cellules ciliées, s'ouvre dans le vestibule génital ; entre ses parois et celles du pénis il existe un espace circulaire qui s'étend jusqu'au voisinage de la région où le canal déférent présente des circonvolutions (fig. 24).

Il me reste à mentionner, pour terminer la description de l'appareil génital mâle, le *muscle rétracteur* du pénis *mr*, dont l'extrémité fixe s'insère, sur une grande longueur, à la surface dorsale du rein, tandis que l'extrémité mobile s'attache au canal déférent, à l'endroit où le revêtement glandulaire fait place au revêtement exclusivement cilié.

Appareil femelle. — L'oviducte *ov* est un canal très extensible, cilié intérieurement, contenant fréquemment des spermatozoïdes qui proviennent de la poche copulatrice. Ce canal, après un petit nombre de circonvolutions, s'ouvre dans la glande de l'albumine. De chaque côté de son point d'arrivée naissent deux canaux ciliés assez courts qui font communiquer la glande de l'albumine avec la glande de la glaire, dans laquelle ils débouchent au même point. Ils sont représentés en pointillé (*x*) dans la figure 24.

La glande de l'albumine est bien distincte de la glande de la glaire : cette dernière sécrète la substance mucilagineuse qui réunit les œufs en cordons pour former la ponte : ses cellules se gonflent énormément sous l'action de l'eau, et leur sécrétion est teintée en bleu pâle par l'action combinée du bleu de méthylène et du carmin. Les mêmes réactifs colorent au contraire la glande de l'albumine en rouge, et l'eau la modifie beaucoup moins.

Ces deux glandes sont cependant très analogues par leur structure histologique. Chacune d'elles est constituée essentiellement par un sac tapissé d'une seule couche de cellules ; ce sac n'a pas une forme

simple ; mais ses parois présentent des replis qui divisent la cavité de la glande en plusieurs parties. La glande de l'albumine (fig. 40-42, *al*) offre un grand nombre de ces replis ; la glande de la glaire *gl* en a beaucoup moins : une partie fait cependant exception à ce point de vue : c'est la région très contournée où aboutissent les canaux (fig. 41, *x*) qui proviennent de la glande de l'albumine.

La figure 25 représente un fragment de la glande de la glaire : les cellules sécrétrices montrent, au-dessus d'un noyau et d'un protoplasme basilaires, des vacuoles qui grossissent vers la périphérie et se juxtaposent, ce qui donne à la cellule un aspect spongieux. Les cellules ciliées comprimées par les précédentes sont effilées ; leur noyau s'est réfugié au-dessous du plateau.

Les cellules de la glande de l'albumine sont presque identiques : les éléments ciliés et sécréteurs s'y retrouvent ; les vacuoles sont plus petites et plus arrondies, de sorte que les cellules sécrétrices ont un aspect plus granuleux. J'ai indiqué plus haut l'action des réactifs colorants et de l'eau sur ces vacuoles.

La glande de la glaire occupe un volume considérable (fig. 45, *gl*) et recouvre la glande à albumine. Elle s'ouvre au-dessous de la papille génitale par un large orifice (fig. 5 ♀), près duquel ses parois présentent des replis très riches en fibres musculaires, qui ont probablement un rôle à jouer pendant la ponte. Dans la figure 39, j'ai représenté l'orifice de la glande de la glaire ♀, et la section d'un de ces replis.

La poche copulatrice (fig. 24, 41, 45, *pc*), située en arrière du ganglion palléal droit, est à peu près sphérique, un peu moins volumineuse que l'ampoule du canal hermaphrodite. Son revêtement épithélial interne est formé par de grandes cellules polygonales (fig. 24), signalées dans le travail de R. BERGH, visibles sur l'animal vivant légèrement comprimé sous une lamelle.

Le canal copulateur *cop*, est un large conduit cilié qui décrit une courbure très marquée, et communique avec la poche copulatrice par un orifice entouré de fibres musculaires. Cette disposition, ainsi que la courbure du canal, ont sans doute pour objet d'empêcher le reflux des spermatozoïdes vers l'extérieur.

Le canal de communication avec l'oviducte *y* est très étroit et dépourvu de cils vibratiles ; à sa sortie de la poche copulatrice, sa

lumière est presque complètement oblitérée, par suite de l'existence en ce point d'un anneau de fibres musculaires.

La *ponte* (fig. 30) a été décrite par KERBERT, ainsi que je l'ai indiqué plus haut. Je l'ai observée en abondance à Arcachon : elle forme une spirale aplatie, déposée à la surface des Zostères, décrivant un tour et demi ou deux tours. Les œufs y sont disposés par rangées de quatre ou cinq, plus ou moins régulièrement ; leur nombre total paraît atteindre cinq cents. La taille moyenne de la ponte est représentée au-dessous de la figure 30.

Rein.

L'appareil rénal du *Corambe* (fig. 31) est très simple et absolument typique : c'est un sac *r* en communication avec l'extérieur par le pore urinaire *u*, et avec le péricarde *per* par un conduit assez long, le *canal réno-péricardique crp*.

Le pore urinaire, placé immédiatement au-dessus de l'anus (fig. 32), est le point de sortie d'un canal très court entouré de fibres musculaires α . La cavité du rein *r*, très spacieuse dans le voisinage du pore urinaire, se rétrécit beaucoup en avant et se termine dans la région de l'estomac où elle présente deux petits diverticules antérieurs. Deux autres diverticules (fig. 31 α) existent dans la région moyenne du rein. Les parois ne présentent, d'ailleurs, aucun repli (fig. 33) ; elles sont tapissées d'une seule couche de cellules cylindriques, assez élevées, à noyau basilaire. Dans la partie postérieure du rein, qui paraît jouer le rôle de réservoir urinaire, ces cellules sont beaucoup plus aplaties.

Le canal réno-péricardique se détache du rein dans sa région antérieure ; il suit un trajet à peu près rectiligne contre sa face inférieure (fig. 31 et 33, *crp*), passe entre les deux diverticules α , remonte le long de la surface latérale droite du rein, puis s'infléchit en avant pour s'ouvrir dans le péricarde par un entonnoir très développé *ep* tapissé de cellules cubiques munies de longs cils vibratiles (Fig. 34).

Appareil circulatoire.

L'appareil de la circulation est d'une étude très difficile, car les injections ne peuvent être faites qu'au hasard, en raison de la petitesse de la masse viscérale. En outre, la plupart des canaux sanguins sont de simples lacunes, ou des sinus dont les parois très minces se déchirent avec la plus grande facilité. Dans ces conditions, j'ai dû me contenter d'examiner les parties les plus importantes, que j'ai reconstituées en combinant les résultats d'injections partielles avec ceux que m'a fournis l'étude de plusieurs séries de coupes.

Le cœur se voit très facilement sur l'animal vivant ; on le reconnaît à ses battements réguliers qui ont lieu dans une région située sur la ligne médiane, en avant de l'échancrure du notæum, entre les branchies. La figure 35 représente le cœur et ses principaux vaisseaux (1).

L'*oreillette or* est un sac à parois assez minces, recevant du sang de diverses provenances : en avant débouchent une paire de grands sinus latéraux *sl* ramenant à l'oreillette le sang qui a circulé dans le notæum. Ce système est facile à observer à l'aide d'injections poussées dans la région de l'oreillette : on voit alors un vaisseau circulant tout autour du corps, au fond de la gouttière qui sépare le pied du notæum (fig. 40-43 *sl*) et se ramifiant abondamment dans ce dernier organe (fig. 35). Il est évident que le sang qui revient ainsi du notæum s'est oxygéné exactement comme dans une branchie, car cet organe est très mince et les cils vibratiles qui existent à sa face inférieure entretiennent un courant d'eau continu.

En arrière de ces vaisseaux, on trouve les conduits efférents des branchies *VE.*, qui se rendent également dans l'oreillette.

A l'intérieur de l'oreillette, sur ses parois, sont tendus de place en place des faisceaux musculaires. J'ai remarqué parmi ceux-ci des fibres présentant une striation très nette et très régulière (Fig. 38). La striation musculaire chez les Mollusques a déjà été signalée par un grand nombre d'auteurs, dont je ne citerai que les

(1) L'entonnoir péricardique n'est pas figuré : il est caché par l'oreillette.

suyvants : les premières observations exactes paraissent dues à LEBERT (1850) : elles portent sur le muscle adducteur des valves du *Pecten maximus*; WAGENER (1863) fait la même constatation dans le genre *Lima*; DOGIEL (1877) indique la striation dans le cœur du *Pecten maximus*. R. BLANCHARD (1) en 1888 complète les observations de LEBERT et donne l'historique détaillé de la question. A la liste dressée par cet auteur j'ajouterai les noms de DALL (2) qui décrit en 1871 la striation des muscles de la radule dans le genre *Acmaea*, de TRINGHESE (3) qui décrit et figure en 1880 des fibres musculaires striées dans l'oreillette de divers Nudibranches (*Facelina Drummondii*, *Janus cristatus*), et de MARSHALL (4) qui figure en 1887 la striation dans le cœur de la Patelle et dans la masse buccale de l'*Helix pomatia*.

Les recherches de ces auteurs montrent que la striation se rencontre dans les muscles qui accomplissent des contractions rapides (muscles adducteurs des valves du *Pecten*, fibres musculaires du cœur et de la masse buccale, nageoires des Ptéropodes et des Hétéropodes d'après PANETH (5)). Il existe donc chez les Mollusques comme chez les Vertébrés une relation entre la fonction physiologique et la structure histologique des fibres musculaires.

En avant de l'oreillette, on trouve le *ventricule v*, dont les fibres musculaires sont aussi parfois striées, mais avec moins de netteté. L'*aorte ao* possède des parois extrêmement minces; je n'ai pas pu étudier ses branches.

Vaisseaux afférents de la branchie. — J'ai figuré en pointillé, au-dessous du cœur, le système afférent branchial. Le sang

(1) R. BLANCHARD. A propos des muscles striés des Mollusques Lamellibranches. *Bulletin de la Soc. Zool. de France*, t. XIII, p. 48. 1888.

(2) DALL. Note on transversely striated muscular fiber among the gastropoda. *Silliman's American Journal of Science and Art*. 1871.

(3) TRINGHESE. Per la fauna marittima Italiana. *Æolididæ e famiglie affini*. *Atti della R. Accad. dei Lincei*. Série III, vol. X, pl. 24 et 51.

(4) MARSHALL. Observations on the structure and distribution of striped and unstriped muscle in the animal Kingdom. *Quart. Journ. of Micr. Scienc.* Vol. 28, pl. V. 1887-88.

(5) J. PANETH. Beiträge zur Histologie der Pteropoden und Heteropoden. *Arch. f. Mikr Anat.*, t. XXIV. 1884.

qui a circulé entre les lobes du foie se réunit dans une lacune (fig. 43, *a*) située au-dessous du rein. Cette lacune se rétrécit beaucoup en arrière, acquiert des parois propres, et devient une véritable veine (fig. 44 et 35, *VA*).

C'est la veine afférente branchiale, située à gauche du canal excréteur du rein, au-dessous de cet organe. Elle se divise en deux sinus très larges, l'un à droite, l'autre à gauche, qui se rendent aux branchies. Celui de droite passe en arrière du rein, au-dessus du pore urinaire. Chacun d'eux se jette à angle droit dans un canal longitudinal *br*i cheminant dans l'épaisseur du notæum, tout près de sa surface inférieure, le long du bord interne des branchies (fig. 43, 44, *br*i). Un autre vaisseau *br*e parallèle au précédent court le long du bord externe des branchies; il communique avec le conduit efférent de la branchie *VE*, qui se jette dans l'oreillette. Pour la commodité de la description, j'appellerai ces deux canaux parallèles vaisseau branchial interne *br*i et vaisseau branchial externe *br*e.

Chaque branchie est à cheval sur ces deux vaisseaux. J'ai représenté cette disposition en pointillé sur le côté gauche de la figure 35, en supposant chaque branchie réduite à une lame : une anse vasculaire, qui longe le bord de la lame branchiale, fait communiquer le vaisseau branchial interne avec le vaisseau branchial externe. La plupart des branchies étant constituées par une lame munie de lamelles sur ses deux faces, cette disposition se complique (fig. 36) par l'adjonction de vaisseaux qui se détachent de l'anse vasculaire principale et longent le bord des lamelles. C'est ce que l'on peut facilement observer sur les branchies de l'animal vivant. Les anses vasculaires ne sont pas parfaitement endiguées; mais le sang peut circuler dans l'épaisseur des lamelles à travers un tissu spongieux qui unit lâchement ses deux faces.

Il existe dans toute la longueur du corps, immédiatement au-dessous des téguments un grand sinus dorsal (fig. 39-44 *sd*), qui envoie des ramifications dans le notæum. J'ai constaté que les lacunes du corps sont fréquemment en rapport avec des vaisseaux qui se ramifient également dans le notæum.

Le cours du sang est maintenant facile à comprendre : le sang artériel, chassé par le cœur dans les différents organes, retourne au cœur par plusieurs chemins : une partie du sang renfermé dans les lacunes passe dans le notæum, où l'hématose se produit, puis

revient à l'oreillette par les grands sinus latéraux. Une autre partie passe par le foie, s'engage dans le sinus situé au-dessous du rein, y subit la dépuration urinaire, arrive dans la veine branchiale, puis dans les branchies où se fait l'hématose, et de là au cœur.

Glande hématique. — Il me reste à signaler un organe situé en arrière des ganglions cérébroïdes et palléaux (fig. 45 et 31 *gh*), occupant sensiblement la même position que la glande hématique des *Doris*. C'est une masse spongieuse présentant des noyaux petits et nombreux (fig. 37). Si cette formation est bien réellement une glande hématique, sa présence a quelque intérêt, car cet organe est actuellement utilisé dans une certaine mesure pour la classification des Nudibranches.

Glande postérieure médiane. — Il existe au-dessus du pore urinaire une glande médiane, en cul-de-sac, constituée par des cellules très allongées (fig. 32).

*
* *

DÉVELOPPEMENT.

Je vais indiquer rapidement les quelques faits que j'ai pu réunir en ce qui concerne le développement.

Les pontes contiennent des œufs à des stades de développement très divers. L'œuf pondu est fécondé et rétracté dans sa membrane vitelline (fig. 46). Les stades 2 (fig. 47) et 4 (fig. 48) ressemblent aux stades correspondants des *Doris* et des *Æolis*.

Les embryons véligères, considérés à un état avancé de leur développement (fig. 49-51), ont une coquille sénestre munie d'un opercule. On distingue dans la masse pédieuse les deux otocystes *ot*; chacun d'eux ne contient qu'une otoconie sphérique.

Le tube digestif est visible par transparence : l'œsophage conduit dans un grand sac divisé en deux par un étranglement ; l'intestin,

qui fait suite, présente une anse très nette ; l'anus s'ouvre du côté droit et en avant.

Au voisinage du rectum, on distingue sur des embryons plus avancés (fig. 50) deux masses réfringentes α qui représentent peut-être le rudiment de l'organe dont je vais parler maintenant. Chez les embryons les plus développés, qui sont sur le point d'éclorre, on observe auprès de l'anus un amas de granulations pigmentaires (fig. 51 α) ordinairement séparées en deux masses plus ou moins distinctes : une partie se trouve sur un corps plus ou moins ovoïde ; le reste forme une traînée pigmentée disposée parallèlement au rectum. Le pigment est très foncé ; sa couleur est violacée.

Des organes de cette nature ont déjà été vus dans les larves d'Opisthobranches : R. LANKESTER (1) en 1875, signale la présence, chez les embryons de *Pleurobranchidium*, d'un corps brunâtre qu'il compare à un rein, situé près de l'anus. TRINCHESE (2), en 1880, décrit un organe très pigmenté, occupant la même position, chez les larves d'*Ercolania Siottii* ; il observe chez le *Berghia cœrulescens* et chez l'*Amphorina cœrulea* des corps réfringents sans pigment, et donne à toutes ces formations, qui lui paraissent homologues, le nom de *glandes anales*. HADDON (3), en 1882, retrouve cet organe pigmenté chez l'*Elysia viridis* et le *Philine aperta* ; il le signale aussi, avec les mêmes connexions, chez un Prosobranch, le *Janthina fragilis*. En 1887, DE LACAZE-DUTHIERS et PRUVOT (4) démontrent son existence chez la plupart des Opisthobranches (Aplysie, Philine, Bulle, Pleurobranche, Doris, Æolidiens) ; ils étudient son développement chez le *Philine aperta* et trouvent qu'il dérive de l'épiblaste. Ils l'interprètent comme un œil larvaire, qui serait morphologiquement comparable à l'organe des sens connu actuellement sous le nom d'organe de DE LACAZE-DUTHIERS, et décrit par cet auteur chez les Pulmonés.

(1) R. LANKESTER. On the developmental history of the Mollusca. *Phil. Trans.* Vol. 165, p. 25, pl. 8. 1875.

(2) TRINCHESE. Per la fauna marittima Italiana. Æolididæ e famiglie affini. *Atti della R. Accad. dei Lincei*, série III, vol. X, pag. 74-78. 1880.

(3) HADDON. Notes on the development of Mollusca. *Quart. Journ. of micr. Scienc.* Vol. XXII. 1882.

(4) H. DE LACAZE-DUTHIERS et G. PRUVOT. Sur un œil anal larvaire des Gastéropodes opisthobranches. *C. rendus Acad. Scienc.*, 105. 1887.

Il serait intéressant d'établir la destinée de cet organe, afin de savoir s'il disparaît chez l'adulte, ou bien s'il n'a pas quelque rapport avec la glande postérieure médiane dont j'ai parlé plus haut.

*
* *

DISCUSSION DES ESPÈCES DU GENRE *CORAMBE*.

J'ai signalé, au fur et à mesure de la description anatomique, les différences de quelque importance que j'ai pu constater entre le *Corambe sargassicola* et le *Corambe testudinaria* : je les réunis ici :

Le *Corambe sargassicola* présente les particularités suivantes :

- 1) Échancrure postérieure du pied.
- 2) Présence de mâchoires comparables à celles des *Æolidiens*.
- 3) Présence d'une dent médiane à la radule.

Le premier caractère est peut-être dû à l'action de l'alcool ; il ne peut donc pas être invoqué pour décider si les deux espèces sont réellement distinctes.

En ce qui concerne les mâchoires, R. BERGH n'est pas très affirmatif (1) : il ne les décrit qu'avec une grande réserve.

Le troisième caractère paraît au premier abord beaucoup plus précis ; mais l'auteur a pu prendre les deux dents latérales, vues de profil, pour une seule dent médiane : une erreur de cette nature est d'ailleurs bien facile à commettre en raison de la petite taille de cette radule, qui rend la préparation d'une grande délicatesse, surtout d'après un seul individu.

Les différences que je viens de signaler ne me paraissent donc pas irréductibles ; telle est aussi, d'ailleurs, la conclusion de M. R. BERGH qui a bien voulu me communiquer son avis sur cette question.

Les deux espèces sont, sans aucun doute, très voisines ; mais on

(1) Die Natur der Kiefer liess sich an dem einzigen vorliegenden Individuum nicht bestimmen.

ne peut pas affirmer qu'elles soient absolument identiques. R. BERGH ne signale pas de tubercules sur le notæum : or ils sont extrêmement nets dans l'espèce d'Arcachon. On voit que la question ne peut pas être tranchée avec les documents que nous possédons actuellement (1), et que de nouvelles recherches pourront seules décider si les trois formes de la Mer des Sargasses, du Zuyderzée et d'Arcachon doivent constituer des espèces distinctes, ou bien être réunies en une seule sous le nom de *Corambe sargassicola*.

*
* *

AFFINITÉS DU GENRE *CORAMBE*.

Il existe un certain nombre de formes insuffisamment décrites qui ont probablement quelque parenté avec le genre *Corambe*.

La plus anciennement connue a été mentionnée par les frères ADAMS, qui ont créé pour elle le genre *Hypobranchiæa* (2) représenté par une espèce de très grande taille (6 pouces anglais de long) : *H. fusca*.

La diagnose de ce genre (3) et les quelques notes qui l'accompagnent sont très sommaires et ne fournissent aucun détail anatomique.

Dans le fascicule paru en 1854 de leur « Genera of recent mollusca » (4), ces auteurs donnent une courte description (5) et figu-

(1) Le *Corambe* n'a pas été retrouvé lors de l'expédition du « Talisman » en 1883 dans la mer des Sargasses.

(2) *Proc. Zool. Soc. London*, XV, 1847, p. 24.

(3) Branchiis ano circumdatis, sub posteriore pallii margine positis. Pallio lato, ultra pedem extenso; duobus tentaculis claviformibus; corpore depresso.

(4) H. et A. ADAMS. The genera of recent mollusca arranged according to their organisation. London, 1858, p. 45.

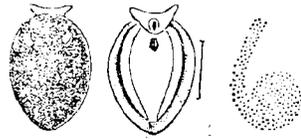
(5) Genus *Hypobranchiæa*. A. ADAMS. Body ovate, depressed, tentacles clavata, dorsale, ? non retractile. Mantle broad, extending beyond the foot, the margin thin and flexuous; gills under the mantle at the hind part. Vent posterior in the groove between the mantle and foot. *H. fusca* A. ADAMS. Hab. Koo Kieng-San (Yellow Sea), pl. 68, fig. 6.

rent l'animal. Leur dessin montre très nettement une échancrure postérieure du manteau, dont le texte ne fait pas mention.

La position systématique du genre *Hypobranchiæa* est indiquée par ces auteurs : ils le rangent avec les *Fryeria* et les *Phyllidia* dans leur famille des *Phyllidiidæ*, dont ils signalent les caractères et notamment l'absence de radule (1). Ils admettaient donc que le genre *Hypobranchiæa* était dépourvu de radule, quoiqu'ils ne paraissent pas avoir examiné l'animal à ce point de vue.

Il est à regretter que ces auteurs aient laissé de côté ce point très important ; néanmoins, la disposition des branchies, la situation médiane de l'anus, la forme du notæum sont des caractères suffisamment nets pour nous permettre d'établir un rapprochement entre les genres *Hypobranchiæa* et *Corambe*, malgré leur différence de taille.

Une forme décrite en 1870 par VERRILL (2) sous le nom de *Doridella obscura* paraît encore plus voisine, au moins par la taille, du genre *Corambe*. Je reproduis ici la figure qu'en donne l'auteur ; il est difficile d'en conclure s'il existe ou non une échancrure postérieure au notæum. La ponte, qui est figurée à droite, ressemble beaucoup à celle du *Corambe* : le dernier tour est un peu déroulé, mais cette différence n'a aucune importance. Le texte explicatif



Doridella obscura VERRILL, faces dorsale et ventrale, avec la ponte.

est très court : les rhinophores sont rétractiles ; le corps est couvert de petites taches foncées plus ou moins confluentes. Les rhinophores, le disque oral et le pied sont incolores ; le centre du pied est jaune clair.

Cet animal a été trouvé en 1868 à Savin-Rock, près de New-Haven.

Les trois genres *Hypobranchiæa*, *Doridella*, *Corambe* sont donc probablement très voisins, peut-être identiques, et la même difficulté de synonymie, que j'avais éprouvée pour les espèces de *Corambe*, se représente ici pour ces trois genres. R. BERGH

(1) Phyllidiidæ : Tongue and jaws none., etc.

(2) VERRILL. Description of some new-England Nudibranchiata. *Silliman's American Journal of Science and Art*, 2^e série, tome 50, 1870, p. 405.

signale cette difficulté à propos des genres *Hypobranchiæa* et *Corambe* et, en attendant qu'une meilleure description du premier vienne résoudre la question, il crée la famille des *Corambiadæ* pour le genre *Corambe* qu'il a décrit.

Je pense que nous devons provisoirement conserver les trois genres *Hypobranchiæa*, *Corambe*, *Doridella*, réunis dans une même famille, pour laquelle le D^r P. FISCHER (1) a proposé en 1883 le nom de *Hypobranchiæidæ*.

*
* *

POSITION SYSTÉMATIQUE DU GENRE *CORAMBE*.

La question des affinités du *Corambe* a été abordée par BERGH : il le rapproche des *Dorididæ* d'une part, à cause des rhinophores et de la forme générale, des *Phyllidiidæ* d'autre part, et en particulier du genre *Fryeria*, chez lequel l'anus est disposé comme chez le *Corambe*.

Je vais examiner si les faits anatomiques confirment cette manière de voir, et s'ils peuvent apporter des éléments nouveaux dans la discussion.

Une étude de ce genre doit porter sur le plus grand nombre possible de caractères : tous les organes qui sont suffisamment connus dans les divers groupes de Nudibranches doivent entrer en ligne de compte.

J'examinerai surtout à ce point de vue :

Le notæum et ses dépendances ;

Les branchies ;

Le tube digestif et ses annexes ;

Le système nerveux ;

L'appareil génital ;

tels sont, je crois, les organes qui, dans l'état actuel de nos connaissances, nous permettent de faire le plus sûrement des comparaisons.

(1) D^r P. FISCHER. Manuel de Conchyliologie, p. 530. 1887.

Le *notæum* ressemble beaucoup à celui des *Doris* et des *Phyllidia* ; il est traversé, comme dans ces deux types de Nudibranches, par des Rhinophores rétractiles ; il faut cependant noter l'absence de spicules chez le *Corambe*. Les *branchies* sont au contraire absolument spéciales. A première vue, elles semblent conformes à celles de *Phyllidia*, mais il faut remarquer que chez ces dernières, les branchies existent sur toute la longueur du corps, et ne sont pas attachées sous le *notæum* ; cette différence dans le point d'insertion des branchies est toutefois plus apparente que réelle, car j'ai démontré plus haut que la face inférieure du *notæum* et la face supérieure du pied ont la même structure histologique.

Les téguments ne présentent pas de nématocystes. Le *tube digestif* fournit des points de comparaison très importants, car c'est généralement l'appareil le mieux étudié dans les divers groupes. L'absence de dent médiane à la radule éloigne immédiatement le *Corambe* des Polybranches (*Nolis*) et des Pellibranches (*Elysia*) ainsi que des *Pleurophyllidiidæ* parmi les Inférobanches, et le rapproche des Anthobanches (*Doris*, *Goniodoris*). La dent médiane est, en effet, loin d'être constante dans ce dernier groupe, et chez un grand nombre de *Doris*, elle manque totalement ; il n'est pas rare de trouver parmi les Anthobanches des espèces ayant pour formule radulaire $n + \blacksquare + 0 + \blacksquare + n$, chez lesquelles on observe une grande dent latérale denticulée sur sa face interne, et plusieurs marginales beaucoup plus petites (*Goniodoris nodosa* ; *Idalia aspersa* ; *Acanthodoris subquadrata*). Dans cette dernière espèce, la formule est la même que chez le *Corambe*, $4 + \blacksquare + 0 + \blacksquare + 4$ et les dents présentent une ressemblance frappante avec celles du *Corambe* (1).

L'absence de mâchoire proprement dite nous permet également de séparer le *Corambe* des *Pleurophyllidiidæ*, et des Polybranches.

Le foie, dont les lobes sont rapprochés en une seule masse, rappelle celui des Anthobanches et des *Phyllidiidæ* et diffère absolument de celui des *Pleurophyllidiidæ* qui émet des ramifications dans les branchies. Il est bien clair qu'à ce point de vue le *Corambe* s'éloigne de tous les Nudibranches groupés par R. BERGH sous le nom de *cladohépatiques*, dont le foie est divisé en nombreux

(1) J. ALDER et A. HANCOCK. A monograph of the british nudibranchiate Mollusca. London, 1845, pl. 46. Supplementary, fig. 14.

lobules disjoints : la présence de la glande hématique chez le *Corambe* est un argument de plus pour le ranger parmi les *Nudibranches holohépatiques* de BERGH.

La forme de l'estomac, le mode d'ouverture du foie dans le tube digestif, la naissance de l'intestin rappellent tout à fait ce qu'on observe chez le *Doris tuberculata* (1), et se rapportent également bien aux figures du tube digestif des *Phyllidiæ* (2).

La situation de l'anus, telle qu'on l'observe chez le *Corambe*, est exceptionnelle dans le groupe des *Nudibranches*, et ne se retrouve que chez quelques types de la famille des *Phyllidiidæ*, réunis pour cette raison par GRAY dans le genre *Fryeria*.

Le système nerveux doit être examiné en détail : les yeux ne fournissent guère de caractères, car la longueur du nerf optique est très variable à l'intérieur d'un même groupe de *Nudibranches*. Je ne parlerai pas non plus des otocystes, pour la même raison. Le ganglion olfactif a une importance beaucoup plus grande : il est presque sessile chez les *Anthobranches* et les *Phyllidiidæ*, très éloigné au contraire du ganglion cérébroïde chez les *Polybranchés* ; chez le *Corambe* le pédoncule du ganglion olfactif est un peu plus long que chez les *Anthobranches*, mais considérablement moins que chez les *Polybranchés*, qui s'éloignent par conséquent du *Corambe* à ce point de vue.

La commissure viscérale rappelle, par la présence d'un ganglion viscéral, celle des *Anthobranches* : chez les *Polybranchés*, le ganglion viscéral n'est pas différencié.

Nous avons vu jusqu'ici les différents caractères éloigner constamment le *Corambe* des *Polybranchés* : un seul, emprunté à l'appareil génital, fait exception : la poche copulatrice est unique comme chez la plupart des *Polybranchés*, tandis que les *Anthobranches* et les *Phyllidiidæ* en possèdent deux.

(1) ALDER et HANCOCK, loc. cit., pl. 2, fig. 1.

(2) CUVIER. Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques. Paris, 1817.

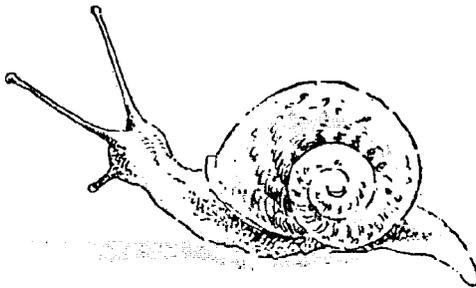
R. BERGH. Bidrag til Kundskab om Phyllidierne. *Naturh. Tidsskrift*, 1869.

* *
* *

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

En résumé, on voit que le *Corambe* ne peut se ranger dans aucune des familles des Anthobranches ni des Inférobranches, à cause de quelques caractères importants qui lui sont spéciaux ; ce genre, qui rentre dans la famille des Hypobranchiæidæ, doit peut-être former le type d'un groupe spécial équivalent aux précédents, présentant des affinités assez étroites avec les Anthobranches, et avec la famille des *Phyllidiidæ* parmi les Inférobranches, s'éloignant au contraire des autres Inférobranches (*Pleurophyllidiidæ*), des Polybranches, et des Pellibranches. Ce résultat nous montre que le groupe des Inférobranches, tel qu'il existe aujourd'hui, est composé d'éléments dissemblables, et qu'une révision sérieuse des genres qui le constituent est actuellement nécessaire, ainsi que R. BERGH l'a pressenti.

Paris, 25 Janvier 1891.



EXPLICATION DES PLANCHES.

Les lettres suivantes ont dans toutes les planches la même signification :

<i>p</i> ,	ped.	<i>p1, p2, p3</i> ,	nerfs pédieux.
<i>l</i> ,	tentacules buccaux.	<i>sn</i> ,	Système nerveux central.
<i>br</i> ,	branchies.	♂,	glande hermaphrodite.
<i>m</i> ,	muscles longitudinaux du pied.	<i>z</i> ,	début du canal hermaphrodite.
<i>ml</i> ,	muscles longitudinaux du no-	<i>h</i> ,	canal hermaphrodite.
	tæum.	<i>ah</i> ,	ampoule du canal hermaphro-
<i>mt</i> ,	muscles transversaux du no-		dite.
	tæum.	<i>cd</i> ,	canal déférent.
<i>ve</i> .	vestibule génital.	<i>ov</i> ,	oviducte.
<i>b</i> ,	bouche.	<i>pe</i> ,	pénis.
<i>b'</i> ,	orifice du bulbe buccal.	<i>gpe</i> ,	gaine du pénis.
<i>gs</i> ,	glandes salivaires.	<i>al</i> ,	glande albuminipare.
<i>bb</i> ,	bulbe buccal.	<i>gl</i> ,	glande de la glaire.
<i>ra</i> ,	radule.	<i>x</i> ,	canaux de communication entre
<i>æs</i> ,	œsophage.		ces deux glandes.
<i>f</i> .	foie.	♀,	orifice femelle.
<i>e</i> .	estomac.	<i>pc</i> ,	poche copulatrice.
<i>i</i> ,	intestin.	<i>y</i> ,	conduit efférent de la poche co-
<i>a</i> ,	anus.		pulatrice.
<i>G</i> ,	ganglions cérébroïdes.	<i>cop</i> ,	canal copulateur.
<i>P</i> ,	ganglions pédieux.	<i>va</i> ,	vagin.
<i>Pa</i> ,	ganglions palléaux.	<i>r</i> ,	rein.
<i>V</i> ,	ganglion viscéral.	<i>u</i> ,	pore urinaire.
<i>Ol</i> ,	ganglions olfactifs.	<i>crp</i> ,	canal réno-péricardique.
<i>Op</i> ,	ganglions optiques.	<i>ep</i> ,	entonnoir péricardique.
<i>B</i> ,	ganglions buccaux.	<i>per</i> ,	péricarde.
<i>SB</i> ,	ganglions supra-buccaux.	<i>or</i> ,	oreillette.
<i>cc</i> ,	grande commissure cérébroïde.	<i>v</i> ,	ventricule.
<i>cci</i> ,	commissure cérébroïde inférieure	<i>ao</i> ,	aorte.
<i>cb</i> ,	commissure buccale.	<i>VA</i> ,	veine branchiale afférente.
<i>cp</i> ,	grande commissure pédieuse.	<i>VE</i> ,	vaisseaux branchiaux efférents.
<i>cpp</i> ,	commissure pédieuse postérieure.	<i>bri</i> ,	vaisseau branchial interne.
<i>cv</i> .	commissure viscérale.	<i>brc</i> ,	vaisseau branchial externe.
<i>æ</i> .	œil.	<i>sl</i> ,	sinus latéral circulaire.
<i>o</i> ,	nerf optique.	<i>sd</i> ,	sinus dorsal.
<i>ot</i> ,	otocyste.	<i>gh</i> ,	glande hématique.
<i>pa</i> ,	nerfs palléaux antérieurs.	<i>gp</i> ,	glande postérieure médiane.
<i>pp</i> ,	nerfs palléaux postérieurs.		

PLANCHE IX.

Fig. 1. — Animal vu par la face dorsale.

A travers l'échancrure postérieure du notæum on distingue une partie du pied.

Fig. 2. — Animal vu latéralement, en grandeur naturelle.

Fig. 3. — Face ventrale, montrant les tentacules buccaux, la bouche *b* et le foie trilobé aperçu par transparence. Le pied est supposé contracté pour laisser voir les branchies *br*.

Fig. 4. — Rhinophore, vu par sa face postérieure.

α , manchon du notæum ; β , gaine externe ; γ , gaine interne ; δ , axe du rhinophore, suivant lequel les deux gaines sont soudées par leur ligne médiane ; ε , prolongement cylindrique de l'axe.

Fig. 5. — Côté droit de l'animal. Le notæum est supposé soulevé pour montrer les branchies *br*, le tentacule buccal droit *t*, l'orifice génital femelle ♀ et l'orifice du vestibule génital *ve*.

Fig. 6. — Une branchie.

α , lamelles branchiales ; β , muscle rétracteur de la branchie, situé sur son bord interne.

Fig. 7. — Portion de la surface dorsale du notæum parsemée de tubercules.

Fig. 8. — Fragment de la face inférieure du notæum (représenté en section dans la fig. 10) ; j'ai figuré deux grandes cellules ciliées.

Fig. 9. — Section transversale du notæum intéressant surtout son bord libre.

α , cellules épithéliales ; β , cuticule du notæum ; γ , section des tubercules dus aux épaisissements de cette cuticule ; δ , ligne de clivage de la cuticule ; ε , glandes unicellulaires ; ζ , cellules groupées en îlots ; η , cellule conjonctive étoilée ; θ , cellule conjonctive à prolongements parallèles ; λ , cellules à pigment rouge superficielles ; μ , cellules à pigment vert profondes ; π , tissu conjonctif ordinaire ; ρ , cellules de FLEM-

MING pouvant s'associer par groupes, en rapport avec un réseau de cellules nerveuses multipolaires; σ , lacune sanguine du notæum; τ , lacune présentant des ornements annulaires; *mt*, *ml*, muscles transversaux et muscles longitudinaux du notæum.

Fig. 10. — Grandes cellules ciliées et cellules non ciliées de la face inférieure du notæum, dans sa partie libre.

Fig. 11. — Cellules épithéliales de la sole pédieuse.
 α , glande unicellulaire.

PLANCHE X.

Fig. 12. — Tube digestif.

bb, bulbe buccal; *gs*, glandes salivaires; *æs*, œsophage; *e*, estomac; *f*, foie; *i*, intestin.

Fig. 13. — Appareil digestif vu de côté. Les glandes salivaires ont été enlevées. Les lettres comme dans la fig. 12, et en outre :

α , vestibule buccal; *b'*, orifice du bulbe buccal; β , canal excréteur des glandes salivaires; γ , canal excréteur du foie.

Fig. 14. — Section du bulbe buccal par un plan sagittal passant un peu en arrière de l'orifice du bulbe buccal.

b, bouche; α , vestibule buccal; β , cavité du bulbe; γ , fibres musculaires radiales du bulbe; δ , muscles rétracteurs; ε , lacune; ζ , section de la plaque cornée médiane.

Fig. 15. — Une rangée transversale de la radule. Pour faciliter le dessin, les portions réfléchies des dents latérales ont été figurées plus écartées qu'elles ne le sont en réalité.

Fig. 16. — La même rangée vue de profil, pour montrer les crochets des quatre dents marginales.

Fig. 17. — Coupe optique du bulbe par le plan médian.

α , sac radulaire; β , ouverture du canal excréteur de la glande salivaire droite; γ , muscles de la radule; δ , paroi du vestibule buccal; *b'*, orifice du bulbe; *ra*, radule; *æs*, œsophage.

Fig. 18. — Coupe de l'œsophage, montrant son revêtement de cellules ciliées.

α , sections des fibres musculaires longitudinales ; β , cellules conjonctives.

Fig. 19. — Coupe montrant l'ouverture du foie dans le tube digestif.

α , tube digestif avec ses cellules ciliées et ses fibres musculaires ; β , cellules hépatiques.

Fig. 20. — Système nerveux, vu par la face supérieure.

α , troncs nerveux issus du ganglion cérébroïde ; *cb*, connectif cérébro-buccal, unissant les ganglions cérébroïdes aux ganglions buccaux. Pour les autres lettres, voir au commencement de l'explication des planches.

Fig. 21. — Système nerveux vu par la face postérieure.

Pour la signification des lettres, voir au commencement de l'explication des planches.

Fig. 22. — Système nerveux vu par le côté gauche.

β , espace séparant le connectif cérébro-pédieux du connectif palléo-pédieux. Les autres lettres comme dans la fig. 20.

Fig. 23. — Œil.

Fig. 23 *bis*. — Otocyste attaché sous le ganglion cérébroïde C.

P, ganglion pédieux ; α , connectif cérébro-pédieux.

PLANCHE XI.

Fig. 24. — Appareil génital, dont les parties sont légèrement écartées. La glande hermaphrodite n'est pas figurée. Voir page 393, l'explication des lettres.

Fig. 25. — Cellules sécrétrices et cellules ciliées de la glande de la glaire.

Fig. 26. — Coupe du canal déférent dans sa région glandulaire, pour montrer les cellules ciliées et les cellules sécrétrices.

Fig. 27. — Section du pénis contenu dans sa gaine : la surface externe du pénis est complètement lisse.

Fig. 28. — Acinus mâle de la glande hermaphrodite.

α , cellules mères des spermatozoïdes ; β , grappe de spermatoblastes ; γ , δ , ϵ , les mêmes, de plus en plus allongés ; ζ , spermatozoïdes adultes.

Fig. 29. — Acinus femelle.

α , cellules ovulaires très jeunes ; β , ovule mûr prêt à se détacher, montrant un protoplasme très granuleux et un noyau nucléolé.

Fig. 30. — Ponte de l'animal ; j'ai figuré au-dessous sa grandeur réelle.

Fig. 31. — Rein, cœur, et glande hématique.

a , anus ; u , pore urinaire ; r , rein ; crp , canal réno-péricardique ; ep , entonnoir péricardique ; per , péricarde ; α , diverticule du rein ; or , oreillette ; v , ventricule ; ao , aorte ; e , section de l'estomac ; gh , glande hématique ; sn , système nerveux central.

Fig. 32. — Coupe par le plan médian de la région postérieure du corps.

u , pore urinaire ; a , anus ; gp , glande postérieure médiane ; r , rein ; α , fibres musculaires autour de l'anus et du pore urinaire.

Fig. 33. — Section du rein.

r , cavité du rein ; crp , section du canal réno-péricardique.

Fig. 34. — Communication du péricarde per avec l'entonnoir péricardique cilié.

Fig. 35. — Appareil circulatoire (voir pour les lettres page 393). Le système afférent branchial VA , figuré en pointillé, est situé sous le cœur. L'entonnoir péricardique, non figuré, est caché sous l'oreillette.

Fig. 36. — Circulation dans une branchie. Le vaisseau branchial interne bri est relié au vaisseau branchial externe bre par des anses vasculaires longeant le bord des lamelles branchiales.

Fig. 37. — Glande hématique.

Fig. 38. — Fibres musculaires striées de l'oreillette.

PLANCHE XII.

Les fig. 39, 40, 41, 42, 43, 44, représentent des coupes transversales de l'animal à des niveaux indiqués sur la figure 45 par les chiffres correspondants. On trouvera page 393 la signification des lettres romaines.

Fig. 39.

α , muscle rétracteur du rhinophore ; β , section de la partie supérieure du bulbe ; γ , muscles de la radule.

Fig. 42.

α , début d'un faisceau conjonctif unissant le pied au notæum. De tels faisceaux se rencontrent de place en place.

Fig. 43.

α , sinus veineux situé entre les lobes du foie, sous le rein.

Fig. 45. — Animal ouvert par le dos, pour montrer la disposition générale des organes. La glande hermaphrodite ♂ occupe un espace considérable ; la glande de la glaire *gl* cache la glande albuminipare.

Fig. 46. — Œuf non segmenté.

Fig. 47. — Œuf au stade 2.

Fig. 48. — Œuf au stade 4.

Fig. 49. — Embryon véligère avancé muni d'une coquille senestre operculée.

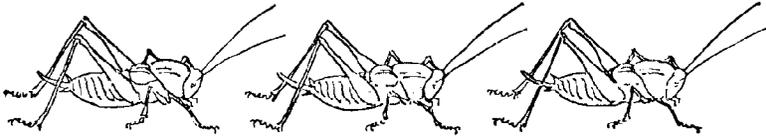
ot, otozyste.

Fig. 50. — Embryon véligère au même stade, vu du côté droit.

α , sphères réfringentes.

Fig. 51. — Embryon très avancé, au moment de l'éclosion, vu du côté droit, l'opercule étant fermé.

α , corps pigmenté homologue de l'œil anal des Philines.



PROLÉGOMÈNES DE ZOOGÉNIE,

PAR

AUG. LAMEERE,

Professeur à l'Université de Bruxelles.

Les idées que j'é mets ici sur la classification générale des Animaux constituent le résumé très succinct du cours de Zoologie systématique, inauguré en 1890 à l'Université de Bruxelles : elles m'ont également servi de guide dans l'exposé de l'Anthropogénie que j'ai fait en même temps à l'École des Sciences sociales.

Toute classification n'étant que l'expression synthétique des connaissances du moment, cet essai ne doit être considéré que comme œuvre de critique et de coordination scientifique. On n'y trouvera par conséquent aucun fait nouveau, et il est certain que bien des opinions énoncées par moi existent déjà dans l'esprit de beaucoup de Naturalistes, sans qu'elles aient été formellement exprimées.

*
* *

I. — QU'EST-CE QU'UN ANIMAL ?

1. La Science s'est trouvée impuissante à consacrer la division du monde organique en Animaux et Végétaux établie par le sentiment

populaire. La découverte d'un nombre considérable d'êtres vivants unicellulaires pour la plupart et soi-disant intermédiaires aux deux règnes, a amené la conviction de l'unité de la matière organisée, mais n'a point permis de spécifier ce qu'il faut entendre par un Végétal ou un Animal, malgré l'énorme différence existant entre les termes supérieurs de ces deux catégories.

2. Les Naturalistes se sont retranchés généralement dans des définitions purement physiologiques des deux règnes : Les Animaux sont les êtres qui se nourrissent de substances organisées, qui enlèvent l'oxygène de l'air et lui rendent de l'anhydride carbonique, et chez lesquels la motilité et la sensibilité sont hautement développées ; les Végétaux sont les êtres qui en général réduisent l'anhydride carbonique de l'air et lui rendent de l'oxygène, et chez lesquels la motilité et la sensibilité offrent une minime intensité (HATSCHEK).

3. Une classification des organismes ne peut être basée que sur leur généalogie respective : elle ne peut en conséquence reposer sur des caractères physiologiques, et elle doit être fondée uniquement sur la Morphologie.

4. HAECKEL, conformément à ce principe, a limité le règne Animal aux organismes offrant des feuillettes et pouvant tous être ramenés à la *gastrula*, et il a aggloméré tous les êtres qui ne sont ni des Animaux ni de véritables Végétaux en un règne intermédiaire des Protistes.

5. Cette division est commode, mais elle n'est point strictement naturelle. Les Protistes ne peuvent pas être considérés comme formant un tout homogène : ils comprennent un certain nombre de groupes dont nous pouvons saisir les liens généalogiques, mais qui actuellement sont bien séparés les uns des autres, et offrent autant de différence entre eux qu'avec l'ancêtre des Animaux ou des Végétaux.

6. Il n'y a donc pas dans la Nature trois grands troncs organiques, mais un plus grand nombre ; nous pouvons en énumérer provisoirement douze : les Sarcodés, les Myxomycètes, les Sporozoaires, les Champignons, les Flagellates, les Schizophytes, les Infusoires, les

Diatomées, les Végétaux, les Conjuguées, les Siphonées et les Animaux.

7. Il n'y a par conséquent pas à introduire de prétendus Protozoaires dans le règne Animal : celui-ci comprend seulement tous les êtres qui ont les caractères fondamentaux des Animaux supérieurs et qui proviennent d'un ancêtre commun, d'un Protiste qui n'existe plus à la surface du globe.

8. Les caractères fondamentaux de l'Animal sont : 1° la pluricellularité avec différenciation cellulaire ; 2° la gastrulation, qui donne lieu à l'existence d'une cavité digestive interne.

9. Le cycle biologique du Protiste ancestral des Animaux se retrouve dans l'évolution de leurs gonocytes ; les œufs et les spermatozoïdes passent successivement par trois phases : 1° une phase de multiplication représentant les divisions du Protiste libre ; 2° une phase d'accroissement ; 3° une phase de division à l'intérieur d'un kyste consistant d'une part en la formation des spermatocytes, de l'autre en l'expulsion des globules polaires (1). Ce dernier phénomène a pour résultat de donner naissance à quatre gonocytes dont trois avortent au profit d'un seul, l'œuf définitif (2).

10. La fécondation s'opère chez les Animaux après réduction karyogamique des gonocytes, phénomène observé chez les Végétaux, mais non chez les Protistes unicellulaires (3).

11. Les parois cellulaires ne sont jamais chez les Animaux formées de cellulose, ce qui donne libre jeu aux mouvements protoplasmiques.

12. Aucun Animal ne possède en propre de la chlorophylle, et cette absence exclut la possibilité d'une nutrition inorganique.

(1) A. LAMEERE. Études sur la Reproduction. I. A propos de la maturation de l'œuf parthénogénétique. Bruxelles, 1890.

(2) La pseudokaryokinèse, caractéristique de la formation des globules polaires et de la division des spermatogonies en spermatocytes, se retrouve dans la division des zygotes des Desmidiées (H. KLEBAHN. — Studien über Zygoten I. — *Pringsheim's Jahrb. f. wissens. Botanik*, XXII, 1890).

(3) A. LAMEERE. Études sur la Reproduction. II. Recherches sur la réduction karyogamique. Bruxelles, 1890.

13. Les Spongiaires ne peuvent, par le seul fait de leurs cellules endodermiques choanoflagellées, être considérés comme formant un règne à part (BÜTSCHLI), ou comme étant des Choanoflagellates (KENT) ; ces cellules ne prennent que tardivement ce caractère dans le développement, lequel offre un stade de gastrula, et le cycle biologique des gonocytes de ces organismes n'est celui d'aucun Choanoflagellate : il est semblable à celui des autres Animaux (1).

14. Les Animaux peuvent être définis : *Organismes pluricellulaires à cellules différenciées, en contact avec leur milieu par deux surfaces, l'une externe, l'autre interne constituant une cavité digestive, à gonocytes naissant en tétrades et subissant la réduction karyogamique, à cellules dépourvues de chlorophylle et de membrane de cellulose.*

15. Cette définition comprend donc tous les êtres connus sous le nom de Métazoaires, et auxquels on pourrait appliquer la dénomination de *Gastrobiontes*.

*
* *

II. — ORIGINE DU RÈGNE ANIMAL.

1. Avant la gastrulation, les Animaux passent par un stade de *blastula* qui se retrouve chez tous ceux d'entre ces organismes dont le développement n'a pas été altéré, soit par accélération embryogénique, soit par la présence d'un deutoplasme abondant.

2. La morphologie de cette *blastula* rappelle la structure des Flagellates du groupe des Volvocinées, et principalement des *Volvox*, formés également d'une sphère creuse limitée par une unique couche de cellules.

3. Les phénomènes de la reproduction des *Volvox* sont tout à fait semblables à ceux des Animaux : différenciation des gonocytes en œuf fixe et en spermatozoïdes mobiles, division cellulaire à l'in-

(1) E. KORSCHULT u. K. HEIDER. Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Wirbellosen Thiere, p. 1. Iena, 1890.

térieur de l'œuf après la fécondation, viviparité s'observant également chez les Éponges.

4. L'Animal aurait par conséquent pour ancêtre un organisme ayant la structure générale d'une Volvocinée.

5. Les Volvocinées nous apparaissent comme pouvant être ramenées, par l'intermédiaire des Chlamydomonadines, à la forme simple d'*Euglena* dont le cycle biologique n'est point différent de celui des Animaux.

6. L'*Euglena* elle-même, et d'une façon générale le règne des Flagellates, provient vraisemblablement d'une forme amiboïde du règne des Sarcodés : les Flagellates peuvent être considérés comme ayant conservé la structure de la spore flagellée des Sarcodés, les Monadines formant la transition entre les deux groupes.

7. Inférieur aux *Amœba*, nous connaissons encore un organisme, *Protomyxa pallida* GRUBER (1), chez lequel les éléments nucléaires sont dispersés dans toute l'étendue de la masse sarcodique, et qui est une véritable *Monère*, au sens dans lequel ce terme peut être employé aujourd'hui : organisme dont les éléments chromatiques ne sont pas encore concentrés en une portion spécialisée du sarcode.

8. De la *Monère* nous passerions ainsi aux Sarcodés et de là aux Flagellates dont certaines formes ont évolué en Volvocinées.

9. De la Volvocinée à l'Animal intervient la gastrulation dont nous pouvons découvrir la cause dans le développement d'un Myxospongiaire, *Oscarella lobularis* (2). La blastula de cet organisme se fixe, et sa partie inférieure s'invagine ; apparaissent alors les pores qui amènent l'eau au contact de l'endoderme, et plus tard l'oscule, en même temps que se ferme le blastopore.

10. L'origine de la gastrulation pourrait être supposée dans la fixation d'un organisme semblable à un *Volvox* : la portion des cellules ainsi séparée du milieu nutritif aurait été refoulée à l'in-

(1) A. GRUBER. Ueber einige Rhizopoden aus dem Genueser Hafen. *Bericht. Naturf. Gesells. Freiburg i. B.*, IV, 1888.

(2) K. HEIDER. Zur Metamorphose der *Oscarella lobularis*. *Arch. Zool. Inst. Wien*, VI, 1886.

térieur de la sphère, et la cavité produite de cette façon se serait mise en communication avec l'extérieur par des pores permettant l'accès des aliments.

*
* *

III. — POLYSTOMES ET MONOSTOMES.

1. L'individu Éponge doit être considéré comme une gastrula fixée par le blastopore; celui-ci se ferme et la nourriture de l'Animal arrive dans la cavité digestive par les pores inhalants, charriée avec l'eau qui s'échappe par l'oscule, lequel est situé au pôle opposé à l'orifice blastoporique.

2. Un Hydroïde est au contraire constitué par une gastrula fixée par le pôle opposé au blastopore : à celui-ci correspond la bouche.

3. L'Éponge et l'Hydroïde sont donc caractérisés par une orientation diamétralement opposée, par la présence de nombreux orifices amenant les aliments chez la première, par l'existence d'une seule bouche chez l'autre.

4. Tous les Animaux autres que les Spongiaires n'étant que des différenciations du type Hydroïde, le règne Animal peut être partagé en deux grands troncs auxquels on peut conserver les dénominations de HUXLEY : *Polystomes* et *Monostomes*.

5. Les Polystomes ne constituent qu'un seul embranchement, celui des *Porozoaires*. Il se pourrait que les *Physémaïres*, Spongiaires dépourvus de pores et dont l'oscule sert d'orifice buccal, fussent en constituer un autre, mais l'organisation de ces Animaux n'est pas encore suffisamment élucidée. Si, d'autre part, le *Trichoplax adhaerens* F. E. SCHULZE (1) est un organisme adulte, il y aurait probablement lieu de le considérer comme une *Parenchymula* d'Éponge pædogénétique et d'en constituer un troisième embranchement.

6. Tous les autres Animaux constituent le groupe des Monostomes :

(1) F.-E. SCHULZE. Ueber *Trichoplax adhaerens*. *Zoolog. Anz.*, VI, 1883.

ils sont supérieurs aux Polystomes par la présence de cellules nerveuses et musculaires parfaitement différenciées.

7. Nous pouvons faire l'hypothèse que l'origine du type Monostome se trouve dans la fixation par le pôle antiblastoporique d'une larve de Polystome primitif.

*
* *

• IV. — ACCELOMATES ET CŒLOMATES.

1. Les Cœlentérés, dont il faut exclure les Spongiaires et les Cténophores, forment un embranchement très caractérisé par la présence des nématocystes, et auquel on peut donner le nom de *Cnidozoaires*. Leur symétrie est rayonnée, par suite de l'état de fixation du Polype qui est leur forme primitive, la Méduse en étant secondairement dérivée. Ces Animaux possèdent un ectoderme et un endoderme entre lesquels se trouve intercalé un *mésenchyme* lamellaire ou pourvu de cellules : ils n'ont point de cavité générale du corps ni d'appareil circulatoire, et ils doivent constituer un groupe des *Accelomates* à opposer à tous les autres Monostomes qui sont *Cœlomates*.

2. Les Cnidozoaires se répartissent en deux classes bien tranchées : les uns ou *Hydrocnidaires* ont la cavité digestive simple et sont dépourvus de stomodæum, les autres ou *Scyphocnidaire*s (Actinozoaires et Acalèphes) possèdent un stomodæum et des loges mésentériques.

3. Les Scyphocnidaire)s peuvent être considérés comme dérivant de la forme Hydrocnidaire par un plissement de l'endoderme augmentant la surface assimilatrice.

4. Tous les Cœlomates descendent d'une forme comparable à un Scyphocnidaire du groupe des Actinozoaires dont les loges mésentériques se seraient détachées de la portion axiale de la cavité digestive (hypothèse d'ADAM SEDGWICK) (1).

(1) A. SEDGWICK. On the origin of metameric segmentation and some other morphological questions. *Quart. Journ. of Microscop. Science*, 1884.

5. L'ensemble des loges mésentériques constitue le cœlome limité par le *mésoderme* ; l'endoderme de l'Actinozoaire ancestral devient la pariétoleure, et les cloisons mésentériques les dissépiements ; l'endoderme et la splanchnopleure des Cœlomates constituent les deux feuilletts caractéristiques de ces Animaux.

6. Chez les Entérocoéliens (1), le mésoderme conserve le caractère épithélial de l'endoderme des Acoelomates (*Amphioxus*, *Sagitta*, etc.) ; chez les Schizocoéliens (Mollusques, Plathelminthes, etc.), les cellules du mésoderme se séparent les unes des autres pour se répandre dans le blastocœle, et le mésoderme prend secondairement le caractère d'un mésenchyme, en même temps que le cœlome tend à disparaître ; le développement embryonnaire des Tuniciers nous montre que ce second processus dérive du premier (ED. VAN BENEDEEN) (2).

7. Le système nerveux de tous les Cœlomates dérive originaiement de l'anneau nerveux circumbuccal des Actinozoaires (3) déjà indiqué chez les Hydroïdes (4).

8. Les Cœlomates comprennent trois embranchements dérivant d'Actinozoaires différents, les *Astérozoaires* ou *Hydrocœliens*, les *Helminthozoaires* ou *Aplocœliens* et les *Chordozoaires* ou *Myocœliens*.

*
* *

V. — ASTÉROZOAIREs OU HYDROCŒLIENTS.

1. L'embranchement des Astérozoaires comprend les *Échinodermes* et les *Entéropneustes*.

2. Les Échinodermes peuvent être tous ramenés à la forme em-

(1) O. u. R. HERTWIG. Die Cœlomtheorie. Iena, 1881.

(2) ED. VAN BENEDEEN et CH. JULIN. Recherches sur la Morphologie des Tuniciers. *Archives de Biologie*, VI, 1885.

(3) O. u. R. HERTWIG. Die Actinien. Iena, 1879.

(4) K.-C. SCHNEIDER. Histologie von *Hydra fusca*, mit besonderer Berücksichtigung des Nervensystems der Hydropolypen. *Arch. f. mikr. Anat.*, XXXV, 1896.

bryonnaire *Pentactula* (1) qui se montre constituée comme un Actinozoaire dont les loges mésentériques séparées du tube digestif et ayant perdu leurs cloisons constituent un cœlome : celui-ci est divisé par un plan transversal en une partie supérieure s'étendant dans les tentacules, l'*hydrocœle*, et une partie inférieure, la cavité générale proprement dite.

3. Leur système nerveux forme un collier circumbuccal comme chez les Actinozoaires.

4. La persistance de la symétrie rayonnée chez ces Animaux nous montre qu'ils proviennent d'un Scyphocnidaire ayant subi son évolution sans cesser d'être fixé à l'état adulte ; leurs formes larvaires sont des adaptations passagères à la vie pélagique pour la dispersion des individus.

5. Il suffit de mettre en regard une coupe sagittale du *Balanoglossus* et une larve d'Holothurie pour se rendre compte que les Entéropeustes dérivent d'une forme larvaire d'Holothuroïde s'étant adaptée, avant d'avoir subi ses dernières transformations, au fuissement de la vase.

*
* *

VI. — HELMINTHOZOAIRE OU APLOCOËLIENS.

1. Les Arthropodes et les Vers de tout genre, y compris les Ctenophores et les Mollusques, ne sont que les variations d'un même thème : ils proviennent tous d'un Actinozoaire retourné, rampant sur son disque tentaculaire et ayant acquis un cœlome qui reste simple (*Aplocoëliens*).

2. La segmentation, caractère primordial de tous ces Animaux, est le résultat de la disposition des loges mésentériques chez l'Actinozoaire ancestral.

(1) R. SEMON. Die Entwicklung der *Synapta digitata* und ihre Bedeutung für die Phylogenie der Echinodermen. *Jen. Zeitschr. f. Naturwissensch.*, XXII, 1888.

3. Les organes segmentaires existent déjà chez les Actinozoaires sous forme d'ouvertures faisant communiquer chaque loge mésentérique avec l'extérieur.

4. Le plan de symétrie bilatérale des Aplocœliens correspond au plan ventro-dorsal des Actinozoaires.

5. Le système nerveux des Helminthozoaires est représenté dans sa forme primitive chez les Archiannélides et chez le *Peripatus* : il provient de l'allongement du collier nerveux circumbuccal des Actinozoaires.

6. Les appendices des Arthropodes représentent les tentacules de leurs ancêtres perfectionnés.

7. Les Onychophores semblent, après élimination de nombreux caractères secondaires, réaliser le mieux la structure primordiale de tout l'embranchement ; celui-ci se présente comme extrêmement touffu, la forme d'Helminthozaire étant la plus susceptible d'adaptations multiples et complexes.

8. D'un coelome segmenté et primordial comme celui du Ver de terre, nous passons, par la disparition des dissépiments, à celui des Arthropodes et de la plupart des Annélides.

9. La transformation du mésoderme en mésenchyme a produit des formes comme les Mollusques et les Plathelminthes.

10. Les Cténophores ne sont point la souche des Turbellariés ainsi que le pense LANG (1), mais, retournant l'hypothèse de ce dernier, nous devons les considérer comme la forme la plus élevée des Plathelminthes : ils peuvent être définis, des Turbellariés pélagiques.

11. La fixation d'une forme larvaire d'Annélide a produit des types tels que les Bryozoaires et les Brachiopodes.

12. Les Rotifères sont des larves d'Annélides pædogénétiques.

13. Les larves Nauplius et Trochosphère n'ont aucune valeur phylogénétique : leur bourgeonnement rappelle la formation succes-

(1) A. LANG. Sur les relations des Platyelmes avec les Coelentérés d'un côté et les Hirudinées de l'autre. *Archives de Biologie*, II, 1881.

sive des paires de loges mésentériques chez les larves des Actinozoaires du groupe des Cérianthides.

14. Les Mésozoaires peuvent donner lieu à diverses interprétations : 1° ils constituent un règne à part et ne sont point des Animaux ; 2° ce sont de vrais Mésozoaires, c'est-à-dire des formes intermédiaires entre les Protistes et les Animaux véritables ; 3° ce sont des *Planula* de Cnidozoaires pædogénétiques (HATSCHKE (1)) ; 4° ce sont des Plathelminthes déviés. Nous nous arrêtons à cette dernière hypothèse, et nous les considérons comme des larves de Trématodes pædogénétiques, à raison : 1° de leur développement embryonnaire compliqué et très semblable à celui de certains Plathelminthes ; 2° de leur structure rappelant celle des embryons des mêmes Animaux ; 3° de leur parasitisme ; 4° de l'alternance de leur génération, l'une de leurs formes femelles pouvant être considérée peut-être comme un Sporocyste produisant des spores agames ; l'autre forme femelle et le mâle sont probablement des Rédies devenues secondairement sexuées par transformation des spores en gonocytes : ces derniers ne sont sans doute pas homologues aux gonocytes des autres Animaux puisque les œufs des Mésozoaires ne semblent pas expulser de globules polaires.

*
* *

VII. — CHORDOZOAIRES OU MYOCŒLIENS.

1. Les Chordozoaires sont caractérisés par un épaissement de la partie supérieure médiane de l'endoderme constituant la corde dorsale et par la division du coelome en deux parties superposées, l'une supérieure ou *myocœle* (protovertèbres), l'autre inférieure ou splanchnocœle (lames latérales).

2. Leur segmentation, leurs organes segmentaires, leur bilatéralité se trouvent déjà chez les Actinozoaires leurs ancêtres, et leur système nerveux provient comme celui des Helminthozoaires de l'élongation du collier circumbuccal des Polypes.

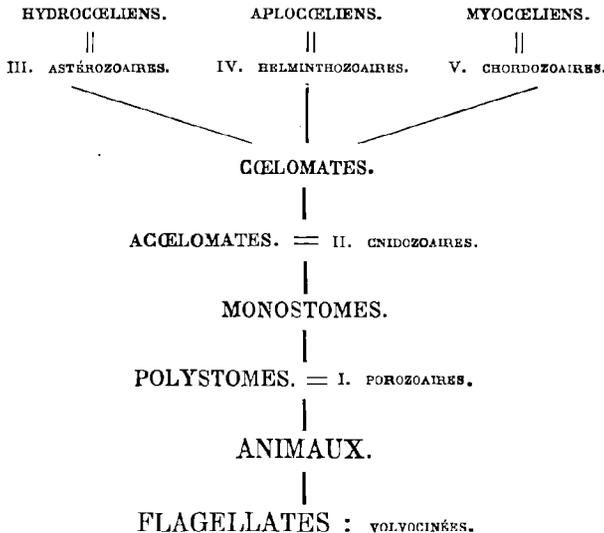
(1) B. HATSCHKE. *Lehrbruch der Zoologie*. Iena, 1888.

3. Ils proviennent sans doute d'un Actinozoaire flottant la bouche en haut, comme le font certaines larves de ces Cnidozoaires (1).

4. Cette hypothèse rend compte de l'origine de la corde dorsale, tuteur d'un corps primitivement mou et sans appui, et du myocœle, appareil de locomotion.

5. Ils comprennent les *Vertébrés*, chez lesquels la corde dorsale s'étend sur toute la longueur du tube digestif, et deux autres groupes qui semblent dériver de Vertébrés très primitifs, les *Céphalochordes* (*Amphioxus*) chez lesquels la corde dorsale s'étend secondairement jusqu'à l'extrémité antérieure du corps, et les *Urochordes* ou Tuniciers, formes qui se sont fixées, et dont la corde dorsale, représentée seulement à l'état larvaire, n'est développée que dans la partie postérieure du corps.

L'arbre généalogique du règne Animal peut donc être représenté de la manière suivante :



(1) A. LAMEERE. L'Origine des Vertébrés. *Bull. Soc. belge de Microscop.*, XVII, 1891.

La classification que nous proposons est basée sur la particularité essentielle des Animaux ou Gastrobiontes, celle de la présence de cavités internes qui n'existent chez aucun autre organisme pluricellulaire. Elle semble par ce fait plus naturelle que celles qui ont été adoptées jusqu'ici, puisque les meilleures classifications que nous possédions dans les groupes secondaires d'organismes sont précisément celles qui reposent sur les variations des caractères les plus saillants de ces êtres : la fleur chez les Anthophytes, le pied chez les Mollusques, les ailes chez les Insectes.

Bruxelles, août 1890 — avril 1891.





OBSERVATIONS
SUR LE PARASITISME ET LA CASTRATION CHEZ LES
ANÉMONES ET LES EUPHORBES,

PAR

ANT. MAGNIN,

Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

Planche XIII.

Cette note a pour objet les effets biologiques produits par le parasitisme sur quelques espèces d'Anémones et d'Euphorbes, notamment les phénomènes de castration de l'appareil reproducteur qui peuvent en être la conséquence; ces observations faites, pour la plupart, dans le cours des printemps de 1889 et 1890, confirment généralement, en ce qui concerne les Anémones, celles antérieures mais inédites alors, de M. VUILLEMIN; un résumé de ces dernières ayant paru depuis nos recherches et la publication sommaire d'une partie d'entre elles dans les *Comptes-rendus* (1), nous en profiterons pour comparer les résultats obtenus à Nancy et à Besançon et les faits dus à quelques autres observateurs.

(1) Cf. Sur la castration parasitaire de l'*Anemone ranunculoides* par l'*Oëcidium leucospermum* (*Comptes-rendus*, 28 avril 1890). — Sur la castration parasitaire des Euphorbes (*Comptes-rendus*, 2 juin 1890). — VUILLEMIN. Effets biologiques du parasitisme chez les Anémones (*Société des Sciences de Nancy*, 2 mai 1890, n° du 1^{er} juin, p. 28).

I.

PARASITISME ET CASTRATION CHEZ L'ANEMONE NEMOROSA.

L'*Anemone nemorosa* L. est une plante très répandue partout et fréquemment envahie par les œcidiospores et les téléutospores du *Puccinia fusca* REHL. ; on peut y rencontrer aussi *Urocystis Anemones*, *Peronospora pygmæa*, *Synchytrium Anemones* ; ces parasites affectent diversement la plante nourricière, soit dans son développement général, soit dans son appareil reproducteur.

1° Œcidiospores du *Puccinia fusca* REHL. (*Œcidium leucospermum* D. C.). — La plante chargée d'œcidies est, en général, *plus élevée* que les plantes voisines saines (1) ; les feuilles de l'involucre sont *peu déformées* dans leur contour général, un peu plus épaisses et subcoriaces ; leur face inférieure, où s'ouvrent les œcidies, est ordinairement dépourvue des poils qui sont fréquents sur les feuilles des Anémones saines ; la face supérieure a pris une coloration vert-pâle, légèrement olivâtre, tachée de blanc aux points correspondants aux pseudopéridies et ponctuée par de nombreuses spermogonies. La structure a subi peu de modifications : les cellules de l'épiderme inférieur se prolongent rarement en poils, la chlorophylle est altérée au voisinage des pseudopéridies et le parenchyme sous-jacent à l'épiderme inférieur est beaucoup moins lacuneux que dans les feuilles saines.

La plante à œcidiospores est ordinairement stérile (2) ; c'est ce que j'ai constaté sur 11 pieds récoltés au bois de la Ratte et sur la plupart de ceux observés dans la forêt de Chailluz ; j'ai cependant rencontré, dans une station de cette dernière localité, un individu remarquable par sa taille et sa floraison : il est figuré, réduit environ de 1/5^e, dans l'aquarelle accompagnant ce mémoire (voir Planche XIII).

(1) Cf. ROSTRUP, VUILLEMIN.

(2) Cf. ROZE, ROSTRUP, GIARD, VUILLEMIN.

La hauteur totale de la plante était de 30 centimètres, soit 20 du sol à l'involucre et 10 de l'involucre à la fleur. L'involucre était constitué par trois feuilles à long pétiole (3 à 5 centimètres), à limbe un peu plus rigide que d'habitude, portant des spermogonies sur leur face supérieure et de nombreuses œcidies à leur face inférieure, laquelle était absolument dépourvue de poils. La fleur unique, longuement pédonculée, normalement constituée, ne différait d'une fleur ordinaire que par ses dimensions, la présence d'œcidies et de spermogonies sur ses sépales et l'aspect élégant que ces parasites et les macules vertes sur lesquelles ils reposaient et qui se détachaient sur le fond rose de la fleur, donnaient à toute la plante; chaque œcidie était, en effet, placée sur une petite tache, virescence locale, due à l'apparition de la chlorophylle dans les points où les appareils reproducteurs du parasite s'étaient développés; comme pour les feuilles, les œcidies s'observaient surtout sur la face inférieure ou dorsale des sépales et les spermogonies sur leur face supérieure ou ventrale.

Ce cas intéressant se rapporte assez bien à ceux analogues observés par M. VUILLEMIN; ce botaniste attribue, avec raison, la production de ces tiges vigoureuses et fleuries, malgré la présence du parasite, « à une hypertrophie du rhizome ayant amené la concrescence de deux bourgeons (1) »; ordinairement, la réalité de cette concrescence se manifeste par la présence de six feuilles à l'involucre; d'autres fois cependant, on peut n'observer que cinq, quatre et même trois feuilles involucreales; mais dans ce dernier cas, on trouve une feuille radicale supplémentaire à la base de la tige; notre plante se rapporte à cette dernière modification: aux trois feuilles de l'involucre, représentant une collerette normale, s'ajoutait certainement une feuille non pas radicale, mais portée par un renflement très net et bien visible à une certaine distance au-dessus de la base de la tige (2). La plante qui fait l'objet de notre observation diffère, d'autre part, des cas décrits par M. VUILLEMIN, en ce que, non seulement « elle avait atteint le développement des pieds normaux, » mais qu'elle l'avait de beaucoup dépassé.

(1) *Société des Sciences de Nancy*, loc. cit.

(2) Je reviendrai sur ces faits de concrescence dans une autre note où je décrirai les cas d'Anémones bifères, mais saines, que j'ai observées.

2^o Téléospores du *Puccinia fusca* REHL. — L'altération est ici bien plus profonde : les plantes sont *plus petites*, les feuilles moins développées, à pétiole plus court, à folioles moins profondément divisées, peu dentées ou seulement vers le sommet, prenant souvent la forme d'un *coin* renversé ; ces feuilles se distinguent au milieu des feuilles saines, non seulement par leurs dimensions plus petites et leur déformation, mais aussi par la coloration de leur face supérieure devenue vert foncé et tachée de blanc ; ces décolorations locales, dues à l'altération de la chlorophylle, correspondent aux pulvinules de Puccinies qui apparaissent surtout à la face inférieure ; celle-ci n'a plus l'aspect blanc-argenté de la face inférieure des feuilles saines, mais peut conserver les poils qu'on y observe ordinairement.

Si ces feuilles sont réduites dans leurs dimensions superficielles, elles présentent au contraire un *épaississement* notable et une *consistance* spéciale. Ces modifications correspondent à des altérations dans la structure, augmentation de dimension des cellules de l'épiderme et du parenchyme, hypertrophie de ce dernier tissu, dissociation et feutrage de ses cellules par les filaments du thalle du champignon. L'action stimulante, excitatrice, du parasite est donc différente dans chacun des deux stades, à œcidiospores et à téléospores : le thalle œcidiogène excite faiblement tous les tissus, en provoquant une croissance anormale de la plante entière, tandis que le thalle pucciniogène agissant avec plus d'intensité sur les éléments mêmes des tissus, les altère plus ou moins fortement, et détermine en fin de compte, l'arrêt de croissance de l'appareil végétatif et l'avortement de l'appareil reproducteur.

La stérilité des pieds téléosporifères est, en effet, la règle : tous les observateurs sont d'accord sur ce point (ROSTRUP, GIARD, VULLEMEN, et nos observations dans les bois de Chalezeule, de Chailluz, de la Ratte, etc. !) Une fois cependant (1888), un de nos élèves nous a apporté un pied *fructifié* d'*Anemone nemorosa* dont les feuilles portaient un parasite *paraissant* être le *Puccinia fusca* ? Mais il était dans un si mauvais état de conservation que nous n'avons pas songé à l'examiner avec soin de suite ; nous le regrettons maintenant, car l'échantillon a été égaré avant qu'on ait pu pratiquer l'examen des spores et s'assurer qu'il s'agissait bien d'une Puccinie ;

le souvenir vague qui m'en est resté peut se rapporter aussi bien à un *Urocystis* : ce point mérite donc de nouvelles recherches ; en tous cas, la rencontre possible de quelques pieds, accidentellement fleuris, quoique envahis par les Puccinies, ne peut détruire le fait général, absolument certain, de la castration habituelle de l'*Anemone nemorosa* par le thalle téléutosporifère du *Puccinia fusca*.

Il convient cependant d'examiner encore une objection qui m'a été faite récemment (M. ROZE, *in litt.*) et qui repose sur cette observation, parfaitement exacte, que les plantes saines peuvent normalement ne pas fleurir chaque année. On remarque, en effet, aisément, au printemps, qu'à côté de pieds fleuris, d'autres ne sont que foliés ; la stérilité d'un pied téléutosporifère peut donc ne pas être nécessairement provoquée par la présence du parasite ; il faut certainement tenir compte de cette possibilité ; mais elle ne peut influencer que les résultats des dénombrements faits, en comptant dans une surface donnée, les pieds sains fleuris ou non et ceux parasités habituellement stériles, notamment les pieds porteurs d'écidies ; elle n'a plus la même valeur pour les plantes chargées de téléospores : la *stérilité absolue* de tous ces individus, au milieu des plantes saines fleuries ou non, le nombre considérable des sujets sur lesquels on observe cette stérilité, comparativement aux pieds sains, fleuris ou stériles, croissant dans la même localité, toutes ces circonstances ne peuvent laisser subsister aucun doute sur la réalité de l'action castrative du parasite.

Un autre fait intéressant concerne la fugacité du thalle œcidio-gène et la pérennité du thalle téléutosporigène des Puccinies. D'une part, je n'ai jamais observé l'*Ecidium leucospermum* sur *Anemone nemorosa* que d'une façon, pour ainsi dire erratique, dans les environs de Besançon ; au contraire, dans certaines stations, par exemple dans les bois frais, à sol argileux, de Chalezeule, je rencontre chaque printemps, depuis plusieurs années, de nombreuses tiges chargées de téléospores, toujours aux mêmes endroits, et sans jamais y voir de pieds porteurs d'écidies. Cette observation s'accorde avec les résultats d'expériences déjà anciennes dues à M. ROZE (1) : ayant cultivé des pieds d'*Anemone nemorosa* chargés, les uns d'*Ecidium leucospermum*, les autres de Puccinies

(1) *Bull. de la Soc. botan. de France*, 1872, p. 165.

(*Puccinia compacta* DE BARY?), M. ROZE a vu les premiers ne produire, les années suivantes, que des feuilles absolument dépourvues de parasites, tandis que les seconds donnaient naissance, chaque année, à des tiges sans fleurs et dont les feuilles étaient chargées de téléospores.

3° *Urocystis anemones* SCHRÖTT. — Cette Ustilaginée, qu'on reconnaît facilement à ses grandes sores bullées, noires, s'ouvrant par une fente longitudinale de l'épiderme et disséminées à la face inférieure des feuilles, ne provoque ordinairement que des déformations locales, boursoufflures, décoloration blanchâtre de la partie correspondante de la face supérieure, etc., amenant cependant à la fin le ratatinement de la feuille ou, du moins, de la portion envahie par le parasite.

Cette action surtout locale explique pourquoi on trouve à la fois des pieds stériles et des pieds fleuris parmi les individus porteurs d'*Urocystis*; la stérilité paraît cependant avoir été plus fréquemment observée par M. VUILLEMIN : « les effets de l'envahissement de l'*Urocystis anemones*, dit-il, sont assez analogues à ceux du *Puccinia fusca* arrivé à la période des téléospores » (*loc. cit.*). J'ai, pour ma part, rencontré un nombre à peu près égal de pieds fleuris, normalement développés, chez lesquels le parasite n'avait du reste déterminé aussi qu'une déformation tout à fait locale de la partie envahie de la feuille.

Les pieds stériles, observés au bois de la Ratte, au nombre de deux seulement, présentaient une singulière déformation des feuilles de l'involucre : par suite du raccourcissement des pétioles et de la division d'au moins deux d'entre eux en pétiolules assez allongés, l'involucre avait pris l'aspect d'une collerette à 5-6 folioles simples; les sores, cause de cette déformation, étaient, du reste, placées à la base des folioles, à l'origine des pétiolules.

4° *Peronospora pygmæa* UNG. — Ce parasite ne déforme pas la plante; les parties atteintes des feuilles de l'involucre sont simplement décolorées, jaunâtres à la face supérieure, blanchâtres (conidies) à la face inférieure; l'envahissement peut être très va-

riable ; je n'ai pas observé d'involucre complètement envahi, mais seulement quelques folioles ou parties de feuilles.

Aussi, contrairement aux observations de M. VUILLEMIN, j'ai rencontré un nombre égal de pieds fleuris et de pieds stériles parmi les plantes atteintes par le *Peronospora* : sur 12 plantes examinées, 6 étaient fleuries, une un peu déformée avait une fleur atrophiée, 5 étaient absolument stériles.

5° Le *Synchytrium anemones* m'a donné des résultats semblables à ceux obtenus par M. VUILLEMIN ; parmi les pieds atteints, j'ai trouvé à la fois des individus stériles et des florifères.

En résumé, de tous les parasites qui attaquent l'*Anemone nemorosa* et dont j'ai pu étudier les effets, c'est le *Puccinia fusca*, à sa phase téléutosporifère surtout, qui provoque les altérations les plus considérables et détermine toujours une castration complète ; les autres parasites, ainsi que la phase à œcidies de la même Puccinie, altèrent moins profondément et d'une façon plus variable la plante nourricière, et, encore, faut-il tenir compte, dans l'interprétation à donner des pieds stériles, de la possibilité d'une non floraison indépendante du parasite, que ce soit un phénomène normal ou qu'il soit dû à certaines causes encore peu connues, comme la castration épharmonique.

II.

PARASITISME ET CASTRATION CHEZ L'*ANEMONE RANUNCULOIDES*.

L'*An. ranunculoides* porte assez fréquemment soit l'*Æcidium leucospermum* DC. du *Puccinia fusca* RELH., soit l'*Æcidium punctatum* PERS., Urédinée dont on ne connaît pas encore les téléutospores ; je n'ai, du moins, jamais pu étudier, jusqu'à ce jour, que l'action des thalles œcidiogènes sur cette plante, et c'est aussi cette phase du développement des Puccinies qui paraît avoir été seule l'objet des remarques des autres observateurs (MATHIEU, VUILLEMIN,

etc.); le stade à téléospores du *Puccinia fusca*, ainsi que les autres parasites signalés sur *Anemone ranunculoides* (*Urocystis Anemones* SCHROËT., etc.) doivent se rencontrer rarement; il ne m'a pas été donné de les examiner.

Bien que l'*A. ranunculoides* soit une plante assez inégalement distribuée en France et qu'elle soit rare dans plusieurs régions, j'ai eu l'occasion de l'observer souvent dans plusieurs localités des environs de Lyon et de Besançon; c'est sur les bords des ruisseaux de Chalins et de l'Iseron, dans la banlieue lyonnaise, que, vers 1872, je l'ai vue pour la première fois, les feuilles chargées d'œcidies, avec mon confrère M. MATHIEU; c'est alors qu'il remarqua que les pieds envahis par l'*Æcidium leucospermum* DC. (1) étaient toujours dépourvus de fleurs: et, rapprochant ce fait d'un autre analogue souvent observé sur l'*Euphorbia cyparissias*, il en concluait déjà, que « la non floraison de l'*Anemone ranunculoides* » était due à la présence du champignon qui envahit ses feuilles (2). Depuis lors, sous l'influence des travaux de M. GIARD, mon attention ayant été rappelée sur cette question, j'étudiai pendant les printemps de 1889 et 1890, les diverses stations où croît l'*A. ranunculoides* dans les environs de Besançon (Fontaine-Argent, bois de Chailluz, bois de la Ratte, etc.), notamment une vigne située à Fontaine-Argent, où ces Anémones sont très abondantes et où elles présentent, chaque année, de nombreux pieds chargés des pseudo-périodes de l'*Æcidium punctatum* PERS. (3).

Le parasite produit dans l'appareil assimilateur une excitation trophique semblable à celle que détermine chez l'*An. nemorosa*, le *Puccinia fusca* au même stade de développement: les pieds œcidifères se reconnaissent aisément, à distance, au milieu des touffes

(1) C'est du moins ainsi que je l'avais déterminé à cette époque; mais il pourrait se faire aussi que ce fut l'*Æc. punctatum* PERS. ?

(2) *Soc. botan. de Lyon*, séance du 2 avril 1874, t. II, p. 70-71.

(3) L'examen plus attentif que j'ai fait cette année du parasite qui envahit les Anémones à fleurs jaunes de Fontaine-Argent m'a prouvé qu'il faut le rapporter à l'*Æcidium punctatum* PERS., bien reconnaissable au bord de ses pseudopériodes régulièrement 4-laciné, à ses œcidiospores brunes-violacées; il est probable que c'est le même parasite que j'ai observé les années précédentes, dans cette station, et dont les effets ont été attribués, à tort, dans ma note à l'Institut (28 avril 1890), à l'*Æc. leucospermum* DC.; on doit donc rectifier la dénomination du parasite dans ce sens. (*Note ajoutée pendant l'impression*).

saines, à leur taille plus élevée (1), à la teinte plus pâle de la face supérieure des feuilles, lesquelles sont parsemées de taches blanchâtres, un peu boursoufflées, correspondant aux pseudopéridies ouvertes sous la face inférieure, et de petits points noirs formés par les spermogonies. Les feuilles de l'involucre conservent leur mode normal de ramification latérale, quoiqu'elles soient plus rarement trifoliolées que dans les plantes saines, et souvent réduites à 1 ou 2 folioles, suivant le degré d'infection parasitaire; elles sont, d'autre part, un peu plus élargies et un peu plus épaisses. Ces modifications, surtout appréciables lorsqu'elles affectent des parties ou des folioles voisines d'une même feuille partiellement envahie, sont accompagnées d'altérations correspondantes dans la structure : parenchyme plus développé par augmentation du nombre et des dimensions des cellules, épiderme à cellules plus épaisses et plus larges, etc. Ces altérations, dues à une excitation passagère, retentissent sur la vitalité des pousses annuelles; les tiges œcidifères résistent bien moins que les pieds sains à l'arrachement; même conservées dans une boîte, elles se fanent avec d'autant plus de rapidité qu'elles sont plus envahies par le parasite.

Du côté de l'appareil reproducteur, le parasite produit fréquemment l'avortement complet de la fleur; cependant je dois dire de suite qu'on peut trouver des pieds œcidifères fleuris, en assez grand nombre, si l'on a l'occasion d'examiner une quantité suffisante d'individus; lors de nos premières observations, faites en parcourant trop rapidement les stations (Lyon, 1872, 1873, etc.; Besançon, 1889), tous les pieds parasités, sauf de très rares exceptions, nous avaient paru stériles; dans les recherches plus minutieuses, pratiquées en 1890 sur les Anémones de Fontaine-Argent, j'ai pu compter 31 pieds fleuris parmi 306 plantes parasitées, soit environ 10 pour 100; la proportion, quoique faible, n'est pas négligeable; elle confirme du reste ce que nous savons déjà, par la possibilité de la floraison de l'*A. nemorosa* atteint d'œcidies, de l'action plus faiblement castrative du stade à œcidiospores.

Mais l'étude de ces fleurs, développées sur les Anémones malgré la présence du parasite, nous a révélé des altérations remarquables

(1) On peut aussi observer des individus œcidifères de petite taille: mais ils appartiennent à des rhizomes appauvris, comme on en voit parmi les pieds sains voisins.

de toutes leurs parties, qu'on doit mettre sur le compte du parasitisme ; nous avons à examiner les modifications survenues dans l'inflorescence, dans l'organisation de la fleur, et les singulières fleurs mâles déjà signalées dans les plantes saines.

1° *Inflorescence* : Contrairement à ce qui se passe chez l'*A. nemorosa* qui ne possède jamais qu'une seule fleur (1), l'*A. ranunculoides* peut avoir fréquemment, à côté de la fleur terminale, 1 à 2 fleurs latérales, groupées en une cyme ombelliforme sessile au centre de l'involucre. Le nombre de ces fleurs paraît en rapport avec la richesse du sol et le développement de la plante ; en effet, dans la vigne de Fontaine-Argent, dont le sol est meuble, souvent travaillé et probablement fumé, j'ai vu un assez grand nombre de plantes saines pluriflores (188 biflores et 31 triflores), j'en ai très rarement rencontré dans les autres stations, notamment dans les bois de Chailluz ou de la Ratte, où presque tous les pieds examinés, même les plus vigoureux, étaient uniflores (2).

Or, les pieds œcidifères fleuris, observés dans la localité de Fontaine-Argent, c'est-à-dire dans une station où les plantes saines pluriflores sont fréquentes, ne m'ont jamais donné que la fleur terminale plus ou moins développée ; dans un cas, une des fleurs latérales était constituée par un bourgeon sessile, sorte de fleur rudimentaire réduite à de petits sépales membraneux et à quelques étamines ; dans les autres cas, les fleurs latérales n'étaient plus représentées que par de petits bourgeons, munis de leurs bractéoles propres, mais absolument dépourvus de tout organe floral.

On peut déjà considérer cet avortement constant des fleurs latérales comme un acheminement vers la castration complète.

2° Mais la fleur terminale persistante subit elle-même des phénomènes d'atrophie dans toutes ses parties : cet avortement partiel est d'autant plus significatif que son intensité est certainement en rapport avec le degré d'envahissement de la plante par le parasite.

(1) Les pieds bifères ont une origine spéciale, à laquelle il a déjà été fait allusion plus haut à propos de la condescence possible de deux bourgeons, et sur laquelle je reviendrai ailleurs.

(2) Je n'ai jamais rencontré d'inflorescences formées de plus de 3 fleurs, contrairement à l'indication de 1 à 5 fleurs donnée par plusieurs floristes : cf. GREN. et GOD., *Fl. de Fr.*, I, p. 13, etc.

On observe, en effet, les diverses gradations suivantes, depuis les fleurs qui ne sont presque pas altérées, jusqu'à celles réduites à de petits sépales et à quelques étamines stériles :

I. Dans les pieds les moins envahis, dont l'involucre a peu de pseudopéridies ou sur une partie seulement de ses feuilles, la fleur ne diffère de la terminale des plantes saines que par les dimensions de ses sépales, notablement moins longs et moins larges (11 pieds observés dans cet état).

II. A un degré plus avancé, la fleur est encore assez longuement pédicellée, mais les sépales sont devenus beaucoup plus petits, *inégaux* et souvent décolorés sur les bords (7 pieds).

III. L'avortement plus marqué se traduit par des fleurs à pédicelle très court, à sépales de plus en plus réduits et inégaux, quelques-uns transformés en languettes ou même en *cornets*, plus nombreux par dédoublement ou par pétalodie des étamines extérieures (1); ces modifications ont été constatées sur huit pieds, dont trois avaient les sommets de ces languettes virescents et garnis de spermogonies.

IV. Dans quatre plantes, la fleur était absolument sessile au centre de l'involucre, les sépales réduits à de petites écailles membraneuses, blanchâtres ou rosées, les carpelles complètement avortés; les étamines, quoique atrophiées, renfermaient cependant des grains de pollen normalement conformés.

V. Enfin, le dernier terme de l'atrophie est représenté par de petits boutons sessiles formés de 4 à 5 sépales membraneux, contenant d'assez nombreuses étamines dont les anthères étaient dépourvues de pollen; ces boutons manquaient aussi de carpelles (19 pieds);

3° Ces fleurs terminales dont les carpelles ont avorté (modification IV), rappellent les fleurs mâles qu'on a signalées sur les plantes saines, mais qui sont toujours des fleurs latérales. L'observation de ces fleurs mâles latérales remonte à ANTOINE-LAURENT DE JUSSIEU qui, dans son *Mémoire sur les Renoncules*, s'exprime ainsi : « quand l'*Anemone ranunculoides* a plus d'une fleur, la surnuméraire est mâle. L'avortement du pistil ou des étamines est la seule

(1) Cette déformation des sépales a été aussi observée sur des *An. nemorosa* atteintes d'*Œcidium*. G. BONNIER dans *Rev. gén. de botanique*, 1889, p. 394.

» cause de cette singularité. (1) » Cette modification des fleurs latérales doit être rare ; en effet, sur 229 pieds pluriflores examinés par moi, j'ai constaté que les fleurs latérales dont le périanthe était normal, possédaient toujours des carpelles ; mais ces organes y sont moins nombreux que dans les fleurs terminales et la diminution s'accroît dans le sens de l'évolution de la cyme, comme le montre le tableau ci-dessous :

A. *Plantes triflores* :

Fleur terminale, grande, longuement pédonculée, en moyenne.....	40	carpelles.
1 ^{re} fleur latérale, un peu plus petite et à pédicelle plus court	25-30	—
2 ^e fleur latérale, encore moins développée	15-20	—

B. *Plantes biflores* :

Fleur terminale.....	30-35	—
Fleur latérale.....	20-25	—

(La 2^e fleur latérale est transformée en un petit bourgeon).

Seules les fleurs sessiles, à périanthe atrophié, m'ont paru pouvoir manquer de carpelles ; mais j'ai constaté bien rarement de semblables fleurs latérales mâles sur les pieds sains : les 229 pieds pluriflores ne m'en ont donné que 7 exemples, 5 pieds parmi les 188 plantes biflores et 2 cas parmi les 31 pieds triflores (2) ; la présence du parasite détermine donc assez fréquemment dans la fleur terminale, seule développée, (23 fois sur 50 pieds fleuris), une altération qui se présente rarement dans les fleurs latérales des plantes

(1) *Examen de la famille des Renoncules* dans *Histoire de l'Académie royale des Sciences*, année 1773, page 229. Je dois la citation exacte du texte et de la source, à l'obligeance de M. DUCHARTRE, qui a bien voulu faire les recherches nécessaires dans la bibliothèque de l'Institut. M. BAILLON les a données peu fidèlement dans son *Histoire des Plantes*, I, p. 47, note 1^{re} : « JUSSIEU a depuis longtemps remarqué (Mém. Académ., ann. LXXIII, 229) que l'une de ces deux fleurs peut ne posséder que des organes mâles. »

(2) C'est ainsi qu'il faut rectifier les chiffres donnés dans ma note à l'*Acad. des Sc.* où j'avais à tort compté les pieds à deux fleurs, — mais dont une fleur était atrophiée, — parmi les plantes uniflores.

saines et qu'on peut expliquer par une tendance à la castration épharmonique.

Ainsi, en résumé, pour l'*An. ranunculoides* chez qui je n'ai pu observer que l'action d'un thalle œcidigène (*Œ. punctatum* PERS. ! et peut-être *Œ. leucospermum* DC. ?) (1), le parasite produit : 1° l'hypertrophie constante de l'appareil assimilateur ; 2° une castration plus ou moins marquée de l'appareil reproducteur, se manifestant par : *a*, l'avortement complet assez fréquent de toutes les fleurs ; *b*, l'avortement du moins, des fleurs latérales, lorsque la terminale s'est développée ; *c*, l'atrophie plus ou moins intense des diverses parties de cette fleur terminale, d'abord des carpelles, puis des étamines et enfin des sépales et du pédicelle, avec virescence et pétalodie, et production d'une fleur mâle sessile, semblable à celle qu'on observe quelquefois dans certaines fleurs latérales des plantes saines.

On pourrait rechercher les causes de ces modifications de certaines fleurs des plantes saines, dans l'action d'une influence extérieure, d'une sorte de castration épharmonique, agissant comme un parasite : M. VUILLEMIN (*loc. cit.*) rapporte, en effet, à l'état physique du sol et à l'exposition, les altérations analogues à celles produites par la castration parasitaire (inflorescence constamment uniflore, fleur sessile, absence de carpelles), qu'il a observées sur les *Ane-mones ranunculoides* saines des environs de Nancy.

La castration parasitaire ne serait qu'un cas particulier d'un phénomène général, dont les autres facteurs pourraient être l'épharmonisme et la culture. Ajoutons, à ce sujet, le renseignement suivant : dans les environs de Besançon, les bois couverts, arides, secs ou humides (Chailluz, la Ratte, etc.) m'ont donné surtout des pieds uniflores ; tandis que la vigne de Fontaine-Argent, terrain cultivé et découvert, renferme chaque année de nombreux pieds pluriflores ; ce dernier fait milite, pour les pieds uniflores, en faveur, non de la castration culturale, mais de la castration épharmonique.

Une autre observation intéressant aussi le développement du parasite mérite encore d'être rapportée : dans la localité de Fontaine-

(1) C'est à l'action de l'*Œcidium leucospermum* DC. que M. VUILLEMIN rapporte les phénomènes de castration parasitaire, absolument semblables aux nôtres, qu'il observe, depuis plusieurs années, sur *An. ranunculoides*, dans les environs de Nancy (*Soc. Sc. de Nancy*, mai 1890, p. 28).

Argent, l'*An. ranunculoides* croît à la fois dans une vigne et dans une luzernière adjacente ; or, en 1889, les pieds parasités, qui étaient fort abondants, ont été à peu près tous arrachés, *dans la vigne*, par les nombreux herborisateurs qui m'accompagnaient ; aussi, l'année suivante, les touffes d'Anémones de la vigne étaient abondamment fleuries et relativement pauvres en pieds parasités : c'était certainement le résultat de l'enlèvement presque complet des pieds malades, opéré l'année précédente. Dans la luzernière où l'on n'avait pas pratiqué cette opération, on observait, au contraire, de nombreux pieds parasités, stériles ou florifères, dans la proposition suivante :

Vigne.....	55	pieds parasités dont 45 stériles, 10 fleuris.
Luzerne.....	251	— 230 — 21 —

Ces observations montrent quelle est l'influence de la culture et des autres conditions extérieures sur le développement du parasite et ses effets (1).

III.

PARASITISME ET CASTRATION CHEZ LES EUPHORBES.

La déformation de l'*Euphorbia cyparissias* L., sous l'influence d'un champignon parasite est connue depuis longtemps ; les anciens botanistes, ignorant leur véritable nature, avaient fait de ces pieds déformés une espèce distincte : c'est ainsi qu'on la trouve mentionnée sous les noms de *Tithymalus cyparissias foliis punctis croceis notalis* C. BAUH., *Tithymalus scitophyllos* THALIVS, *Euphorbia*

(1) Dans une visite que je viens de faire (mai 1891), à la même station, j'ai constaté de nouveau et d'une façon encore plus remarquable, le résultat de l'arrachement des pieds malades sur l'arrêt de l'extension du parasite : les nombreuses touffes d'Anémones de la vigne sont toutes composées de tiges saines, la plupart fleuries, fréquemment à deux et même trois fleurs ; dans une demi-heure de recherches, je n'ai pu trouver que trois pieds porteurs d'*Oëcidium punctatum*, dont un fructifié ! La luzernière adjacente est dans un état trop avancé pour qu'on puisse y voir ce que sont devenus l'Anémone et son parasite. (Note ajoutée pendant l'impression).

degener Riv., etc. On a reconnu depuis, que les punctuations, déjà bien indiquées par G. BAUHIN, n'étaient autre chose qu'une espèce d'Urédinée (1).

Les parasites qu'on observe le plus fréquemment sur les Euphorbes déformées, notamment sur *Euphorbia cyparissias* L., sont les œcidies des *Uromyces pisi* DE BARY et *Ur. striatus* SCHROET., les téléutospores de l'*Ur. scutellatus* LÉV., le *Melampsora helioscopiæ* CAST., puis l'*Endophyllum euphorbiæ silvaticæ* WINTER, etc. Les Euphorbes peuvent du reste porter d'autres Urédinées, telles que *Uromyces præminens* LÉV., *Æcidium euphorbiæ* GMEL., *Æcidium lobatum* KÆRN., sans compter un certain nombre de formes croissant sur des espèces exotiques, et qu'on a encore peu étudiées au point de vue des phénomènes de castration qu'elles peuvent déterminer sur les plantes nourricières (2).

I. L'œcidium de l'*Uromyces pisi* provoque sur *Euphorbia cyparissias* la déformation, fréquente et bien connue, caractérisée par : 1^o l'absence de ramification de la tige, 2^o l'avortement de l'inflorescence ; 3^o la déformation des feuilles, qui, au lieu d'être plus ou moins étroites ou linéaires, sont devenues plus courtes, plus larges et plus épaisses.

L'action du thalle œcidigène est donc ici bien plus marquée que dans les Anémones, la déformation plus considérables, la castration de l'appareil reproducteur plus constante ; cependant mes observations me permettent de signaler quelques particularités d'organisation dues au parasitisme et encore peu étudiées, à ce que je crois.

1^o En fait, le parasite œcidifère provoque encore, dans le cas des Euphorbes, plutôt une hypertrophie qu'une atrophie de l'appareil

(1) POUR J. BAUHIN, ces Euphorbes sont des avortons du *Tithymalus cyparissias* ordinaire. GIROD-CHANTRANS, au commencement de ce siècle, rapporte déjà cette altération « à une maladie qui fait avorter les fleurs et ne développe à la place que de petites feuilles jaunâtres au sommet des tiges. » *Essai sur la Géogr. phys. et l'Hist. natur. du Doubs*, 1810, p. 121.

(2) M. GIARD nous annonce qu'il a observé une castration curieuse causée par deux cécidomyes. GILBERT parle aussi d'une déformation de même origine : « il se produit, dit-il, souvent, par la morsure des insectes, une masse arrondie, inextricable, renfermant les ombelles. » *Hist. des pl. d'Europe*, 2^e édit., 1806, t. I, p. 549.

assimilateur : les tiges atteintes sont un peu plus élevées et un peu plus épaisses, comparées aux tiges saines voisines : si les feuilles ont perdu en dimensions longitudinales, elles ont gagné en largeur et en épaisseur, surtout celles qui sont réunies et rassemblées au sommet des tiges, à la place de l'inflorescence ; on peut y observer aussi une décoloration plus ou moins marquée, due à l'altération de la chlorophylle, altération amenant l'étiollement et la mort plus hâtive de la tige.

2° L'avortement de l'inflorescence est, on peut l'affirmer, la règle (1) ; de nombreuses recherches, pour lesquelles j'ai été aidé par quelques-uns de mes élèves, m'ont cependant fait trouver des *Euphorbia cyparissias* plus ou moins atteintes par l'*Æcidium* et dont les inflorescences n'étaient pas complètement avortées (2) ; les individus observés présentaient du reste de nombreuses variations tant du côté de l'intensité de l'infection parasitaire que du côté du développement de l'inflorescence ; en général, ces inflorescences plus ou moins modifiées, ne s'observent que sur des Euphorbes partiellement (ou tardivement ?) envahies par le parasite et leur degré de développement est en raison inverse de celui du parasitisme ; il est intéressant d'analyser ces variations avec quelques détails.

Il est d'abord nécessaire de rappeler que la conformation normale de l'inflorescence est une cyme ombelliforme, à nombreux rameaux, semblables entre eux, simples ou 1-2 fois bifurqués en fausses dichotomies égales ; les rayons de l'ombelle, les pédicelles des dichotomies sont munis à leur base de bractées cordiformes-triangulaires, obtuses ; enfin, on observe ordinairement au-dessous de l'ombelle terminale un ou plusieurs rameaux florifères provenant de la transformation de rameaux assimilateurs.

Or, parmi les pieds d'*Euphorbia cyparissias* parasités et florifères, j'ai observé :

A. Un pied à feuilles et inflorescence à peu près normales, urédi-

(1) Cf. tous les observateurs anciens et parmi ceux qui s'en sont récemment préoccupés au point de vue de la castration : CLOS, ROSTRUP, GIARD, VUILLEMIN, etc.

(2) On trouve assez souvent, même dans le cas d'avortement de l'inflorescence, une fleur terminale constituée normalement, mais avec les altérations signalées dans les inflorescences des pieds parasités.

nisé seulement dans sa partie supérieure, ne présentant (au moment de l'observation) que des spermogonies ou des œcidies peu développées; on les voyait sur : 1° quelques feuilles non déformées, au voisinage de l'inflorescence (ces feuilles avaient cependant subi l'altération locale habituelle, décoloration et épaissement au niveau des points attaqués); 2° à la face inférieure des bractées de l'involucre et des glandes en croissant, sur les parois externes de l'ovaire et des stigmates.

B. Une plante peu attaquée et fleurie, mais rabougrie, à feuilles étroites-linéaires, à inflorescence très-ramifiée; elle portait cependant des spermogonies et des œcidies peu développées sur les feuilles des rameaux, sur les bractées, les glandes, les ovaires et les stigmates.

C. Une autre plante peu attaquée et fleurie, à feuilles normales, mais dont l'inflorescence était très contractée; on voyait aussi des spermogonies (et de petites œcidies) sur les bractées (bractées plus développées que les autres), les glandes, les ovaires et les stigmates.

D. Le pied dont la description suit est le plus intéressant de tous par les altérations qu'il présentait. La plante était en général peu déformée; cependant la tige était allongée, épaissie et dépourvue de ramifications (stériles); les feuilles étaient, les unes saines et normales, d'autres atteintes localement avec décoloration et légère déformation au niveau des parties parasitées, d'autres enfin chargées de spermogonies et d'œcidies et déformées.

Inflorescence anormale, peu ramifiée, formée de branches simples, espacées, terminées par une fleur et d'une ombelle terminale, à rameaux uniflores;

Bractées couvertes d'œcidies sur les deux faces;

Pédoncule floral, allongé, fortement *épaissi*, surtout à la base même de la fleur;

Sépales déformés, chargés de spermogonies et de quelques œcidies;

Glandes avortées complètement dans quelques fleurs, déformées dans d'autres, supportant des spermogonies, même sur leur surface glanduleuse;

Étamines plus ou moins avortées: quelques fleurs en sont complètement dépourvues; d'autres possèdent 1-2 étamines à court filet par faisceau, stériles?

Ovaire à pédicelle long, mais *épais et rigide* (ne devenant pas *pendant* comme dans les fleurs saines); ovaire plus ou moins avorté, à paroi externe couverte

de spermogonies; stygmates raccourcis et épais, à 2 branches courtes, difformes, pouvant aussi porter des spermogonies (1).

Ainsi dans ces plantes, où les modifications causées par le parasite se sont, pour ainsi dire, dissociées, son action atrophiante semble se manifester le plus fortement, d'abord sur les étamines, puis sur les styles; les autres parties de l'inflorescence se comportent comme les organes de l'appareil assimilateur auxquels elles se rapportent morphologiquement: les parois de l'ovaire, les glandes, les sépales et les bractées se chargent plus ou moins de spermogonies (et rarement d'œcidies) mais subissent peu de modifications, probablement à cause de leur forme déjà raccourcie et se rapprochant de celles des feuilles modifiées; les pédicelles des ovaires, les pédoncules floraux, les parties axiles en un mot de l'inflorescence, s'allongent et s'épaississent plus manifestement encore que les tiges.

3° Un fait qui frappe lorsqu'on examine à certains moments de la journée et dans certaines conditions les Euphorbes abondamment chargées d'œcidies et de spermogonies, c'est l'odeur miellée très intense qui s'en dégage; si l'on cherche à se rendre compte de son origine, on constate facilement qu'elle est le produit d'une sécrétion des appareils sporifères du parasite; cette sécrétion et cette odeur sont surtout manifestes le matin, par les temps couverts, c'est-à-dire dans les conditions qui favorisent la chlorosudation et la production du nectar.

(1) Depuis la rédaction de cette note, j'ai eu l'occasion d'observer un certain nombre de pieds d'Euphorbes parasitées portant des inflorescences plus ou moins développées: le phénomène paraît plus fréquent que je ne l'avais cru tout d'abord; ces exemples assez nombreux m'ont donné, du reste, toutes les modifications intermédiaires entre des inflorescences à peu près normales et celles presque entièrement atrophiées. Je conserve quand même la description des premiers faits observés, me bornant à ajouter, parmi les nouveaux cas: 1° Inflorescence de forme et de disposition normales, quoique toutes ses parties soient chargées de spermogonies, mais avec les modifications dans les pédicelles, les glandes, les sépales, les étamines, les ovaires et les stygmates, décrites dans le texte; 2° Inflorescence dont les rameaux, au lieu d'être florifères, sont devenus foliacés (et parasités), la fleur centrale (terminant l'axe primaire) persistant seule, mais avec les altérations habituelles; 3° Diverses plantes présentant des altérations *partielles* aussi bien pour l'appareil assimilateur que pour l'inflorescence: feuilles presque normales (linéaires, minces, vertes) mélangées avec des feuilles parasitées et modifiées; rameaux de l'inflorescence les uns terminés par des fleurs, à divers degrés d'invasion parasitaire, d'autres restant à l'état de rameaux foliacés, soit du type sain, soit du type parasité, etc. (*Note ajoutée pendant l'impression*).

Or, la même sécrétion et la même odeur miellée s'observent chez les Euphorbes saines, notamment l'*Euph. cyparissias* mais en *pleine floraison*, et dans les mêmes circonstances extérieures; cette sécrétion est produite, dans ce cas, par les glandes nectarifères de la fleur; comme on n'observe rien de semblable dans les Euphorbes saines, non fleuries, la sécrétion par les organes reproducteurs du parasite chez les plantes châtrées, remplace donc celle des glandes absentes qui la produisent dans les plantes saines: cette fonction peut d'autant mieux être remplie par les œcidies et les spermogonies du parasite que les exsudations à la surface des appareils sporifères, lorsque la transpiration est ralentie, sont des phénomènes fréquents chez les champignons les plus divers (1).

L'odeur émise soit par les glandes nectarifères des Euphorbes fleuries, soit par les œcidies et les spermogonies des plantes parasitées, est assez forte, dans quelques circonstances, pour être sentie à distance: c'est grâce à elle que la présence des rares pieds d'*E. cyparissias* parasités et florifères nous a été révélée dans le bois de Chailluz où nous les avons trouvés. Cette odeur attire, dans l'un et l'autre cas, les insectes (2); enfin, elle change de nature suivant les circonstances: de miellée et suave qu'elle est à certains moments, elle devient vireuse, nauséuse, surtout chez les plantes arrachées et conservées quelque temps dans une boîte, à l'obscurité et dans une atmosphère confinée (3).

4° En examinant avec quelque soin les touffes d'*E. cyparissias* présentant des tiges saines et des tiges parasitées, on constate facilement, par l'arrachement complet de la plante opéré avec quelque précaution, que des tiges parasitées peuvent sortir du même rhizome que les tiges absolument saines; la figure ci-contre représente un fragment d'une semblable plante, et montre en même temps la différence de taille des tiges saines et des tiges malades.

Or, ce fait est intéressant en ce qu'il touche à un point encore obscur du développement du parasite. Différents observateurs ont

(1) Cf. VAN TIEGHEM, *Traité de botanique*, 2^e édit., p. 155, etc.

(2) Cf. G. BONNIER. Nectaires (thèse sur les), p. 40, pour l'*Euph. amygdaloides* visitée par des Abeilles, etc.

(3) Je regrette de n'avoir pas encore pu analyser le liquide sécrété par le parasite, de façon à pouvoir le comparer avec celui sécrété par les glandes de l'inflorescence!

déjà remarqué que les plantes parasitées peuvent n'être affectées que localement, dans quelques-unes de leurs parties; c'est ainsi que M. ROZE a présenté récemment à la *Société botanique de France* une tige de *Lychnis vespertina* dont l'un des deux rameaux nés d'un même nœud, était sain, tandis que l'autre était envahi par le parasite (1). A ce propos, M. ROZE se pose avec raison, ces deux questions : Ou bien l'*Ustilago* pénètre dans le *Lychnis* au moment de la germination comme le font supposer nos connaissances actuelles, mais se localise dans un certain nombre de fleurs de la plante nourricière; ou bien il a la faculté de pénétrer également dans cette plante par un de ses bourgeons et de ne se développer que dans les fleurs du rameau naissant de ce bourgeon contaminé. » Le fait observé sur *E. cyparissias* est aussi



susceptible de ces deux interprétations; mais dans ce cas particulier, il paraît difficile de comprendre, — si le parasite a d'abord envahi le rhizome, — pourquoi il ne pénètre pas dans toutes les tiges qui en naissent; il semble donc plus vraisemblable que le parasite doit pénétrer dans la jeune tige aérienne, encore à l'état de bourgeon à la surface du rhizome et probablement lorsqu'elle commence à sortir du sol; l'époque précoce ou tardive de cette infection expliquerait aussi les différences qu'on observe dans les effets du parasitisme, notamment dans l'atrophie ou l'avortement si variable de l'inflorescence : mais ce ne sont là que des hypothèses; comme le dit M. Roze, ce n'est que par des expériences précises qu'on pourra espérer fournir une réponse probante à ces questions.

II. Des faits analogues ont été constatés soit sur d'autres espèces d'Euphorbes, soit sous l'influence d'autres espèces d'Urédinées.

(1) *Soc. bot. de France*, 14 novembre 1890, t. XXXVII, p. 233.

1° L'*Euphorbia cyparissias* peut être, en effet, châtrée par les téléospores de l'*Uromyces scutellatus* LÉV.; d'après les observations de MM. PRILLEUX et DELACROIX; sous l'action du parasite « les feuilles sont déformées, l'inflorescence avorte la plupart du temps par un processus identiques à celui que l'on observe pour l'*Uromyces Pisi* (1) ».

2° L'*Æcidium lobatum* décrit par KÆRNER en 1877 et observé en Allemagne, déforme aussi *E. cyparissias* comme l'*Æcidium* de l'*Uromyces Pisi* (2).

3° Sur une Euphorbe assez commune dans les régions calcaires, et très répandue dans les environs de Besançon, l'*E. verrucosa* LAMK., j'ai constaté fréquemment des déformations et une castration tout à fait semblables à celles qu'on rencontre sur l'*E. cyparissias*, mais produites par les urédospores et les téléospores de l'*Uromyces scutellatus* LÉV.

L'*E. verrucosa* normal possède une souche vivace qui donne de nombreuses tiges annuelles simples, à feuilles sessiles, molles, d'un vert foncé, denticulées sur les bords et plus ou moins *pubescentes* en dessous; les feuilles inférieures sont plus petites et obovées, les moyennes et les supérieures plus grandes, plus allongées; les feuilles formant l'involute ombellaire sont, d'autre part, plus élargies à la base, moins longues, absolument glabres, et jaunâtres au moment de la floraison: ces différences s'accroissent encore dans les bractées des divers degrés de l'inflorescence.

Or, les pieds d'*E. verrucosa* envahis par l'*U. scutellatus* donnent des tiges annuelles toujours *plus grandes*, quelquefois plus épaissies, que les tiges saines; les feuilles qui portent les appareils reproducteurs du parasite sont modifiées de telle sorte, qu'elles se rapprochent des feuilles inférieures des tiges saines ou plutôt des feuilles de l'involute ombellaire; elles deviennent oblongues, élargies à la base, *glabres* en dessous, et d'une coloration *jaune* d'autant plus intense que l'organe est plus envahi par le parasite; vers le sommet de la tige, les feuilles modifiées et chargées de sores à urédospores jaunes-orangées, d'abord, puis de téléospores lisses, brunes-noires, se rapprochent pour former une sorte de bourgeon terminal,

(1) *Bull. de la Soc. mycol. de France*, t. VI, 3^e fasc., 1890, p. 137.

(2) KÆRNER, *Hedwigia*, 1877, p. 23; d'après SACCARDO, *Sylloge*, t. VII, p. 82.

comme dans les *E. cyparissias* complètement châtrées. Ces feuilles déformées ont subi des altérations analogues à celles déjà signalées dans les feuilles des Anémones ; leur épaisseur totale est, en moyenne, de deux à trois fois plus considérable que celle des feuilles saines ; la couche palissadique, au lieu de constituer la moitié de l'épaisseur du mésophylle, n'en forme plus que le tiers ; ses cellules sont déformées, et ne présentent plus leur alignement régulier ; la couche inférieure (correspondant au parenchyme lacuneux) a doublé ou triplé d'épaisseur : ses cellules sont plus nombreuses, dissociés par les filaments du thalle du parasite ; les cellules de l'épiderme inférieur ne se prolongent jamais en poils.

Les tiges d'*E. verrucosa* ne sont ordinairement envahies que dans leur moitié supérieure ; les feuilles situées au-dessous ont les caractères des feuilles des tiges saines (forme, coloration, pubescence), mais paraissent être un peu plus petites.

Il y a généralement avortement complet de l'inflorescence ; j'ai cependant observé une fois, sur une plante qui avait donné naissance à 16 pousses annuelles : 1° 14 tiges complètement châtrées et dont la moitié supérieure était chargée des sores du parasite ; 2° une tige absolument saine, mais plus courte que les autres, à feuilles et inflorescence normale ; 3° une dernière tige, saine aussi, mais dont l'ombelle terminale était constituée par 4 rayons sains et normalement conformés, et un rayon à pédicelle beaucoup *plus allongé* et plus épais, à bractées et à organes floraux, plus ou moins avortés et couverts d'urédospores.

La présence sur la même souche de tiges saines et de tiges malades doit être rapprochée du fait semblable rencontré sur l'*E. cyparissias* ; elle est susceptible des mêmes remarques.

Les tiges chargées des appareils reproducteurs de l'*Uromyces* produisent, dans les circonstances favorables, une sécrétion odorante identique à celle déjà signalée sur l'*E. cyparissias* (1).

4° J'ai observé, enfin, plus rarement, dans les environs de

(1) L'*Œcidium euphorbiae* GMEL., détermine sur l'*Euphorbia verrucosa* une castration absolument semblable, avec les mêmes altérations que celles que je viens de décrire à propos de la même plante châtrée par l'*Uromyces* : taille plus élevée, déformation et décoloration des feuilles, avortement de l'inflorescence, etc.

Besançon, l'*Euphorbia amygdaloides* L. (*E. sylvatica* Jacq. non L.), complètement châtrée par l'*Endophyllum Euphorbiæ-silvaticæ* WINTER (1).

Les pieds parasités sont tout à fait transformés ; ils n'ont plus le port si caractéristique de la plante saine, avec ses feuilles obovales-oblongues, assez allongées, molles, velues, vert-foncé, rapprochées au milieu de la tige florifère. Dans les pieds parasités, la tige, simple, porte des feuilles également espacées, arrondies-obovales, plus courtes, colorées en *jaune* plus ou moins vif (2), et absolument *glabres* ; seules, les feuilles partiellement atteintes, conservent dans les points non envahis par le parasite la coloration vert-sombre et la pubescence des feuilles saines, ce qui permet l'identification certaine de la plante. Les feuilles sont garnies sous leur face inférieure de pseudo-péridies arrondies, disséminées, remplies de téléospores jaune-orangées.

Cette modification dans la forme et la couleur des feuilles des plantes châtrées tend à leur donner l'apparence que les feuilles prennent lorsqu'elles se transforment, dans la partie supérieure de la tige saine florifère, en bractées axillantes des rameaux fleuris sous-jacents à l'ombelle terminale : ces bractées sont, en effet, courtes, obovales et d'une coloration vert-jaunâtre, mais conservent plus ou moins leur pubescence. Dans les feuilles déformées de l'*E. cyparissias*, on trouve aussi cette tendance à passer à la forme

(1) C'est l'ancien *Œcidium Euphorbiæ-silvaticæ* DC., *Fl. fr.*, II, p. 241, rapporté par WINTER, *Die Pilze*, p. 251, au genre *Endophyllum*. Voy. SACCARDO, *Sylloge*, VII, p. 867. Les *Endophyllum* ressemblent, extérieurement, aux *Œcidium*, paraissent se comporter comme eux vis-à-vis des plantes nourricières et y déterminer des altérations analogues.

Une autre espèce d'*Endophyllum*, l'*E. sempervivi* DE BARY, dont j'ai eu l'occasion d'étudier le développement en 1876-1877, d'après des échantillons communiqués par M. LORTET et récoltés dans sa propriété de la Cadière, à Oullins près Lyon, détermine aussi la castration des Joubarbes dans cette station ; le parasite y existait depuis peu de temps ; il s'y répandit avec une telle intensité que depuis lors il a détruit à peu près entièrement les nombreux pieds et les différentes espèces de *Sempervivum* qui existaient dans les vignes de la Cadière. D'après mon excellent ami et correspondant, « l'*Endophyllum* empêche absolument le développement de l'inflorescence ; les pieds atteints deviennent maigres, ne conservent que quelques feuilles centrales, ne fleurissent point et finissent par se dessécher entièrement. » (*In litt.*, 1891).

(2) Cf. « Partes plantæ infectæ pallescentes, flavoviridi coloratæ. » SACCARDO, *loc. cit.*

élargie qui caractérise les bractées de l'inflorescence de la plante saine.

Les pieds porteurs de parasites sont toujours stériles ; je n'y ai pas même observé de rudiments d'inflorescence. La parasite est, aussi, le siège d'une sécrétion odoriférante absolument identique, comme caractères et circonstances de production, à celle observée à la surface des appareils sporifères et des glandes de l'inflorescence de *E. cyparissias* et *verrucosa*.

M. LIGNIER a fait, de son côté, des constatations analogues ; le botaniste de Caen m'écrit, en effet : « qu'il a bien souvent rencontré l'*Euphorbia silvatica* atteinte par des champignons, présentant des faits de castration et une odeur miellée *excessivement intense*. »

En résumé, dans les Euphorbes, l'action du parasite, même à son stade œcidifère, est très caractérisée : l'appareil assimilateur des plantes nourricières est toujours profondément modifié, avec tendance à l'hypertrophie (élongation des parties axiles, raccourcissement mais épaissement des organes appendiculaires), altération des tissus, dégradation de la chlorophylle (décoloration de l'*E. cyparissias*, coloration jaune d'or des *E. amygdaloides* et *verrucosa*) ; notons aussi les modifications apportées à la croissance des cellules épidermiques qui ne se prolongent plus en poils dans les feuilles des *E. verrucosa* et *amygdaloides*, phénomène que nous avons aussi constaté chez l'*Anemone nemorosa* ; enfin il y a toujours castration ordinairement complète de l'appareil reproducteur.

Les phénomènes se produisent donc, en général, et sauf des variations d'intensité, avec une remarquable analogie, chez les différentes plantes étudiées dans cette note, quelle que soit la diversité des formes d'Urédinées qui y provoquent la castration parasitaire.

Besançon, le 25 Mai 1891.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII.

Anemone nemorosa infesté par l'*Æcidium leucospermum*
(4/5^e de la grandeur naturelle).

[Cette planche a été exécutée d'après une aquarelle due au talent de M. HENRY MICHEL, professeur à l'École des Beaux-Arts de Besançon, à qui j'adresse ici tous mes remerciements].





SUR L'ÉPIPODIUM DES MOLLUSQUES,

Troisième Note,

PAR

PAUL PELSENEER,

Docteur agrégé à la Faculté des Sciences de Bruxelles,
Professeur à l'École normale de Gand.

Planches XIV-XVI.

Depuis le temps où fut imprimée ma deuxième note sur l'épipodium, plusieurs travaux ont paru qui m'obligent à revenir encore sur cette question : ce sont ceux de HERDMAN, GARSTANG, THIELE, BOUTAN et DE LACAZE-DUTHIERS.

Tous ces mémoires, je le répète, ont paru depuis l'impression de ma deuxième ou dernière note sur l'épipodium (1). Néanmoins, M. DE LACAZE-DUTHIERS, dans la publication visée ci-dessus (2), a fait imprimer ceci : « On remarquera d'ailleurs, que la dernière » note du professeur belge est de 1890, et qu'il ne parle pas du » travail de M. THEIL » (il faut lire THIELE) « qui est de 1889. » Or cette dernière assertion est *absolument inexacte*.

(1) *Bulletin scientifique*, t. XXII, p. 138 (1890).

(2) *Arch. d. Zool. expér.*, sér. 2, t. VIII, p. 664.

En effet, la couverture du fascicule (1) où se trouve contenu le travail en question, aussi bien que celle de ses tirages à part, porte la date de publication effective 1890, preuve qu'il n'est pas de 1889, quoi qu'en dise à trois reprises différentes, avec une insistance particulière, M. DE LACAZE-DUTHIERS (2).

D'autre part, ma dernière note, visée par ce dernier auteur, a aussi paru en 1890, et a même été adressée au *Bulletin scientifique* en août 1889. Il est donc naturel que je n'y aie pu parler du Mémoire de THIELE, publié l'année suivante : c'est le contraire qui eût été remarquable.

Cela suffira à montrer combien M. DE LACAZE-DUTHIERS, non content de dénaturer les noms des auteurs, sait aussi dénaturer volontairement les dates de publication de leurs travaux, dans le but de faire croire à l'ignorance préméditée ou à la mauvaise foi de ses contradicteurs.

Je m'occuperai d'abord des deux premiers travaux visés plus haut, puis, séparément des trois autres.

I.

Les publications de HERDMAN (3) et de GARSTANG (4) portent sur des Nudibranches, dont ces auteurs tiennent les saillies dorsales et latérales pour des papilles épipodiales, homologues de la ligne épipodiale des *Trochus* et des autres Rhipidoglosses.

(1) *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd XLIX, Heft 3, 1890.

(2) *Loc. cit.*, p. 635, 663, 664.

(3) HERDMAN, On the Structure and Functions of the Cerata or dorsal Papillæ in some Nudibranchiate Mollusca, *Quart. Journ. Micr. Sc.*, t. XXXI, p. 42. — HERDMAN and CLUBB, Third Report on the Nudibranchiata of the L. M. B. C. District. *Trans. Biol. Soc. L'pool*, vol. IV, p. 147.

(4) GARSTANG, Report on the Nudibranchiate Mollusca of Plymouth Sound, *Journ. Mar. Biol. Assoc.*, vol. I, p. 181.

D'après HERDMAN, il y aurait même homologie entre les papilles des Nudibranches (Cerata), l'épipodium des Rhipidoglosses, et les lobes natatoires des Aplysies.

Or, il y a là trois choses essentiellement différentes :

1° Les lobes natatoires de *Aplysia* (et ceux des Ptéropodes), qui constituent les bords de la face plantaire du pied (*b*, B, fig. ci-après) et qui sont innervés par les centres pédieux proprement dits.

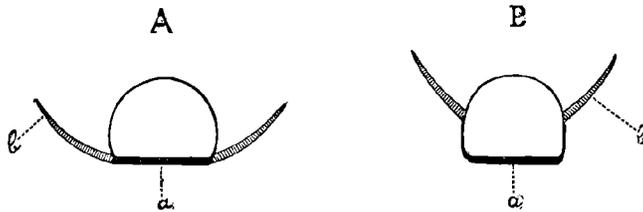


Fig. 1. — Sections transversales : A, d'un Bulléen ;
B, d'un Aplysien.

a, Surface plantaire du pied ; *b*, bords de cette surface, constituant les lobes natatoires.

2. L'épipodium des Rhipidoglosses, saillie latérale du pied, innervée par le connectif cérébro-pédieux et le cordon pédieux, où ses nerfs naissent soit par une racine unique au-dessus du sillon latéral, soit par une double racine, au-dessus et au-dessous du sillon.

3. Les cerata des Nudibranches, qui sont des saillies des téguments dorsaux, toujours innervées par les centres pleuraux (exemple : *Janus cristatus*, fig. ci-après x, xi).

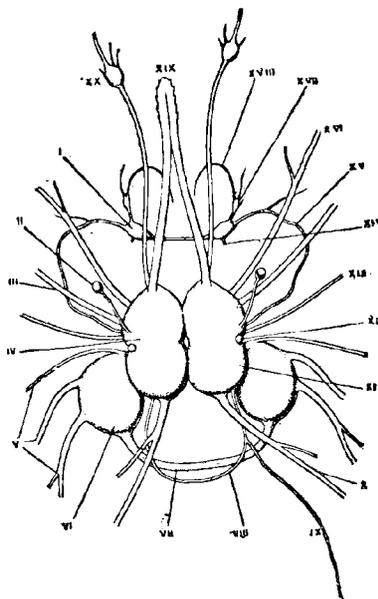


Fig. 2. — Système nerveux central de *Janus*,
vu dorsalement.

I, Ganglion stomato-gastrique; II, œil; III, nerf buccal; IV, ganglion cérébral; V, nerfs pédieux; VI, ganglion pédieux; VII, commissure pédieuse; VIII, commissure viscérale; IX, nerf génital; X, nerf palléal (branchial) innervant le dos et ses papilles; XI, ganglion pleural; XII, otocyste; XIII, nerf buccal; XIV, nerf radulaire; XV, commissure stomato-gastrique; XVI, nerf labial; XVII, ganglion stomato-gastrique accessoire; XVIII, origine du réseau intestinal; XIX, nerfs olfactifs médians; XX, ganglion et nerf du rhinophore.

II.

THEILE (1), en se basant sur un nombre restreint de faits observés, établit, sur la morphologie des Mollusques des théories encore plus anti-monistiques que celles de VON JHERING : il dénie notamment, sans preuve positive, l'homologie de parties correspondantes du

(1) THEILE, Ueber Sinnesorgane der Seitenlinie und das Nervensystem von Mollusken, *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. XLIX, p. 385.

système nerveux de différents Mollusques, ainsi que celle du manteau dans différentes classes.

Pour ce qui concerne spécialement la question dont il s'agit ici :

1. Il homologue à l'épipodium des Rhipidoglosses :

1° Le bord du manteau et même le manteau entier des Lamellibranches (1), celui des Prosobranches n'étant pas, pour lui, homologue à ce dernier (2) ;

2° Les branchies de *Chiton* (3), affirmant ainsi, positivement, ce que VON JHERING avait seulement supposé (4).

2. Il identifie au nerf palléal des Lamellibranches, le « nerf » latéral des Chitons et le réseau ganglionnaire de la base de l'épipodium des Rhipidoglosses (5).

3. Tout en reconnaissant avec SPENGLER, HALLER et moi-même, que les cordons pédieux sont simples (6), il décrit, à leur partie antérieure, une « commissure pleurale » (7).

Or :

1. — 1° * Le manteau des Prosobranches, comme celui des Lamellibranches, est situé dorsalement, recouvrant les viscères et les branchies, sécrétant une coquille, qui, dans les deux groupes, naît par une glande coquillière unique, identique par sa situation et son mode de développement ; en outre, le ganglion pleural prend une part prépondérante à l'innervation du manteau, dans les Lamellibranches (8) comme chez les Prosobranches.

(1) *Loc. cit.*, p. 407, 430.

(2) *Ibid.*, p. 407.

(3) *Ibid.*, p. 410, 411.

(4) VON JHERING. Vergleichende Anatomie des Nervensystemes und Phylogenie der Mollusken, p. 82.

(5) THIELE, *loc. cit.*, p. 396 et 407.

(6) *Ibid.*, p. 407.

(7) *Ibid.*, p. 401, pl. xvi, fig. 3 c-f.

(8) PELSENEER, Contribution à l'étude des Lamellibranches, *Arch. d. Biol.*, t. XI, pl. vi, fig. 3, III ; pl. x, fig. 20, IV.

** L'identification d'une partie du bord du manteau (« lobe ophthalmique ») avec l'épipodium des Rhipidoglosses a déjà été affirmée (1), d'après la présence d'organes « visuels » sur l'épipodium de *Margarita*.

J'ai voulu m'assurer de ce qu'étaient ces prétendus yeux accessoires épipodiaux, et, après bien des démarches, j'ai pu obtenir des exemplaires de plusieurs espèces groenlandaises de ce genre (2).

Or, les taches pigmentées situées à la base des tentacules épipodiaux (sauf du premier) (Pl. XVI, fig. 14, 16), n'ont absolument rien de la structure des yeux palléaux des Lamellibranches (Pectinidæ ou Arcidæ), ni d'aucun organe visuel quelconque.

Le pigment qui forme régulièrement les taches précitées, est répandu irrégulièrement sur les côtés du pied (fig. 17, IV), où les cellules pigmentées sont identiques à celles des taches épipodiales (fig. 15);

2° * Les branchies de *Chiton* ne sont pas insérées sur les côtés du pied, comme les tentacules épipodiaux des Rhipidoglosses, mais à l'intersection du manteau et du pied (comme dans les Lamellibranches, par exemple).

** Elles sont identiques par leur structure histologique (3) et leurs rapports morphologiques (avec les oreillettes), aux branchies des autres Mollusques. Si les formes habituellement étudiées ont de très nombreuses branchies, on en connaît où ces organes ne sont qu'au nombre de 6 paires (4); et on connaît aussi d'autres Mollusques polybranchiés (*Nautilus*).

*** Quand la rangée branchiale des Chitonidæ se réduit, c'est la partie antérieure qui en disparaît (5). — Inversement, quand l'épipodium se réduit, c'en est la partie antérieure qui persiste (exemple : *Calyptræa*).

2. — * Les éléments ganglionnaires situés dans l'épipodium ne

(1) FISCHER, Manuel de Conchyliologie, p. 12 et 72.

(2) *M. groenlandica*, CHEMN., *M. helicina*, FABR., *M. cinerea*, GOULD.

(3) PELSENER, Contributions à l'étude des Lamellibranches, *loc. cit.*, pl. XXIII, fig. 100.

(4) *Hemiarthrum setulosum*.

(5) *Chiton lævis*, *Chitonellus*, etc.

constituent pas les *centres* d'innervation de cette dernière région et ne sont à aucun titre des « centres » à individualité propre : les fibres nerveuses allant à la ligne épipodiale naissent du cordon nerveux ventral (*pédieux*), et les éléments ganglionnaires de l'épipodium qui se trouvent sur leur trajet sont des relais ou petits ganglions de renforcement.

** Il en est de même pour le bord du manteau des Lamellibranches, comme l'a déjà indiqué RAWITZ (1), et pour lequel les centres d'innervation sont les ganglions cérébral (= *cérébropleural*) et viscéral.

Il n'y a donc aucune homologation possible entre ces deux parties : épipodium des Rhipidoglosses et manteau des Lamellibranches.

*** Pour ce qui concerne les cordons latéraux (« branchiaux ») des Chitons, je suis arrivé (2) à cette conclusion qu'ils représentent les ganglions pleuraux avec les nerfs palléaux *antérieurs* des Anisopleures et des Lamellibranches, interprétation assez voisine de celle qui a été émise presque simultanément par VON JHERING (3).

3. — Ce que THIELE décrit comme commissure pleurale est la commissure pédieuse proprement dite des auteurs ; et ce qu'il tient pour commissure pédieuse est la première anastomose des cordons pédieux (4).

Or, dans la première (prétendue commissure pleurale), il n'y a pas de fibres provenant des ganglions pleuraux, mais seulement des fibres venant de la partie dorsale antérieure des cordons pédieux (fig. 8, 9, IV ; fig. 10, 11, III), partie dont naissent des nerfs pédieux proprement dits (fig. 6 et 9).

La série de sections sagittales (fig. 6-11) passant par la tête des cordons pédieux de *Haliotis* montre que le ganglion pleural dispa-

(1) RAWITZ, Bemerkungen zu der Abhandlung von J. THIELE..., *Zool. Anzeiger*, n° 339, 1890.

(2) PELSENER, Contributions à l'étude des Lamellibranches, *Arch. d. Biol.*, t. XI, p. 286.

(3) VON JHERING, Sur les relations naturelles des Cochlides et des Ichnopodes, *Bull. Scient. France et Belg.*, t. XXIII, p. 192. « Il me semble que ces nerfs latéraux sont homologues aux nerfs palléaux primaires, issus chez les Cochlides, des ganglions palléaux ».

(4) THIELE, *loc. cit.*, pl. XVI, fig. 8.

raît peu à peu, de dehors en dedans, envoyant seulement des fibres (connectives) au cordon pédieux. La même chose s'observe chez *Trochus*, dont la commissure pédieuse (fig. 5) ne renferme que des fibres venant des cordons pédieux proprement dits.

4. Enfin, incidemment dans une note de bas de page (1), THIELE déclare considérer « als eine durch die Zusammenziehung der Fusses bewirkte Faltung », la saillie épipodiale que j'ai décrite chez *Pectunculus*, et qu'y avaient vue avant moi, POLI, DESHAYES, etc.

THIELE se borne à cette simple affirmation, sans prouver qu'il en est réellement ainsi. Je me borne à renvoyer à une section transversale du pied de *Pectunculus* (fig. 18 du présent travail), assez claire par elle-même, avec son explication, et à une section correspondante (fig. 19) du pied d'un autre Lamellibranche, dans le même état, donnée pour comparaison.

III.

1. — Le travail de M. BOUTAN (2) apporte un argument nouveau ou supposé tel : l'existence de nerfs dits « palléaux » sortant de la moitié dorsale des cordons pédieux, sur toute leur longueur, ce qui est représenté notamment par γ , fig. 7, pl. IX de cet auteur, figure reproduite ici sous le n° 12, et dont M. DE LACAZE-DUTHIERS dit (3) qu'elle est : « bien autrement démonstrative que celles données par nos contradicteurs. »

* Or, M. BOUTAN dit tout d'abord (4) : « il est probable qu'il » (ce nerf γ) donne des rameaux aux trois lobes » (palléaux) « que je » viens de nommer, mais il m'a été impossible de suivre ces » branches jusqu'à leurs terminaisons. — Je l'ai figuré aussi

(1) THIELE, *loc. cit.*, p. 430.

(2) BOUTAN, Le système nerveux du *Parmophorus (Scutus)* dans ses rapports avec le manteau, la collerette (manteau inférieur) et le pied, *Rev. biol. Nord*, t. II, p. 449.

(3) DE LACAZE-DUTHIERS, *Arch. d. Zool. Expér.*, sér. II, t. VIII, p. 679.

(4) BOUTAN, *loc. cit.*, p. 456.

» schématiquement, *mais je n'ose affirmer* que le nerf innerve » réellement le lobe supérieur du manteau M. » (M. BOUTAN n'a pas vu d'avantage que ce nerf innervât le lobe palléal infra-coquillier).

Et c'est cette figure schématique, accompagnée de réserves aussi graves, que M. DE LAHAZE déclare néanmoins démonstrative !

**** Voyons ce qu'elle montre en réalité.**

J'ai refait pour cela la dissection de cette partie du système nerveux de *Scutum* (= *Parmophorus*) (1), et revu les nerfs γ décrits par M. BOUTAN. Leur existence n'est donc pas mise en doute.

Mais il n'en est pas de même de leur *prétendue nature palléale* : jamais, dans aucun cas, je n'ai vu un de ces nerfs pénétrer dans l'un des trois lobes palléaux, ni dans le lobe M (fig. 12), ni dans celui sous la coquille (dans aucun desquels M. BOUTAN ne l'a vu non plus, d'ailleurs) ni dans le lobe M' (voir fig. 13).

Ces nerfs γ innervent la paroi latérale du corps (qu'ils ne longent pas seulement, mais dans laquelle ils pénètrent, voir fig. 13), c'est-à-dire *les côtés du pied* ; car la partie où M. BOUTAN représente, par une photographie un peu obscure, l'entrée d'un de ces nerfs, dans la paroi du corps, n'est pas déjà le manteau, mais encore le pied.

***** Ce que prouve cette figure est donc que de la moitié dorsale (prétendument palléale) du cordon, sortent, outre des nerfs épipodiaux, des nerfs pédieux proprement dits ; ce qui avait déjà été constaté**

(1) Dans une note récemment publiée [Le manteau et la coquille du *Parmophorus australis* (*Scutus*), *Rev. biol. Nord*, 3^e année, p. 271], M. BOUTAN a mis en doute la réalité d'une disposition que j'ai décrite [Sur le manteau de *Scutum* (= *Parmophorus*), *Mém. Soc. Malacol. Belg.*, t. XXIV], chez le *Scutum* étudié : extension de la cavité coquillière dans le manteau en arrière de la coquille.

1. — Contrairement à ce que dit M. BOUTAN (p. 274 et 275) :

1^o la coquille appartient au *Scutum* étudié, car elle a dû être détachée de son muscle columellaire ;

2^o la cavité postérieure (XIII dans ma figure) n'est pas artificielle et communique avec l'espace sous-coquillier par une étroite interruption du columellaire, sur la ligne médiane.

2. — Il est possible que M. BOUTAN et moi, nous ayons étudié deux formes différentes (quoique de la même famille) ; en effet :

1^o la forme décrite par M. BOUTAN a la coquille aussi longue que le corps.

2^o le muscle columellaire ne s'y étend *que* sur la moitié postérieure de la coquille.

d'ailleurs par la naissance, dans cette moitié, de racines de nerfs se rendant à la face pédieuse plantaire (1).

La conclusion tirée par M. BOUTAN (2) : « Nous avons donc chez » *Parmophorus*, une série de nerfs qui partent de toute la longueur » de la chaîne nerveuse ventrale et se rendent dans l'intérieur du » manteau » est par conséquent inexacte.

2. — D'autre part, M. BOUTAN fait, dans son travail, quelques observations sur mes résultats :

1^o Il prétend (3) que *seulement* les plus antérieurs (« supérieurs ») des nerfs que j'ai décrits sortant du connectif cérébro-pédieux de *Scutum*, innervent l'épipodium. Je maintiens absolument que les postérieurs sont dans le même cas que les antérieurs, et je présume que M. BOUTAN n'a pu les suivre comme ces derniers.

Le fait de l'innervation de l'épipodium antérieur par des nerfs naissant du connectif cérébro-pédieux étant toutefois admis (4), il est difficile d'expliquer comment ces nerfs viendraient du centre *pleural*, tandis qu'il est tout naturel qu'ils proviennent du centre *pédieux*. Et ce fait a d'autant plus d'importance que M. BOUTAN, ni aucun auteur, n'a vu de nerf épipodial sortir du connectif cérébro-*pleural*.

2^o M. BOUTAN ne peut non plus contester que les nerfs *pédieux proprement dits* naissent souvent par deux racines, recevant des fibres simultanément de la partie dorsale (dite « palléale ») et de la partie ventrale des cordons nerveux, de même que des nerfs épipodiaux.

Il affirme (5) que dans la partie antérieure (« supérieure »), cette naissance par deux racines s'effectue *aussi bien* qu'en arrière. M. BOUTAN veut dire par là que, du ganglion pleural (renflement ganglionnaire à la naissance de la commissure viscérale : VI, fig. 2), naîtraient aussi des racines de nerfs *pédieux* : c'est là une affirmation que M. BOUTAN ne peut appuyer d'aucune figure ; car il ne sort

(1) PELSENEER, Sur l'épipodium des Mollusques (2^e note), *loc. cit.*, fig. 3.

(2) BOUTAN, *loc. cit.*, p. 462.

(3) BOUTAN, *loc. cit.*, p. 461.

(4) Reconnu aussi par BOUVIER chez *Turbo* et par M. DE LACAZE-DUTHIERS chez *Haliotis* (voir plus loin).

(5) *Loc. cit.*, p. 461.

du ganglion pleural que les fibres des deux connectifs (cérébro-pleural et pleuro-pédioux), le nerf palléal et la commissure viscérale.

Malgré cela, mon contradicteur persiste à considérer les deux « moitiés » du cordon nerveux ventral comme morphologiquement distinctes et exclusivement palléale ou pédieuse.

3° Enfin, au sujet de la saillie épipodiale de *Pectunculus*, M. BOUTAN dit (1) que THIELE (que mon contradicteur ne cite pas lorsque cet auteur affirme, à la page 407 de son travail, que les cordons nerveux ventraux sont simples et exclusivement pédieux) « a montré que c'est le produit de la contraction de l'animal. »

Or THIELE n'a rien montré et s'est borné à émettre une opinion, dans les termes que j'ai rapportés plus haut (p. 444).

Je renvoie, pour cette saillie, à ce que j'en dis plus loin (p. 460) et à mes figures 17 et 18.

IV.

Le travail de M. DE LACAZE (2) est remarquable :

1° Par la malveillance et la violence du langage, auxquelles je ne prendrai pas la peine de prêter attention, non plus qu'à ses plaisanteries d'un goût douteux (3), laissant au lecteur le soin de s'étonner en voyant un homme de l'âge et de la situation de M. DE LACAZE-DUTHIERS en arriver là ;

2° Par le procédé même de discussion, qui consiste :

A. à ne pas souffler mot des arguments les plus gênants du contradicteur ;

B. à détourner le débat sur des points qui n'étaient pas en litige.

(1) *Loc. cit.*, p. 463.

(2) DE LACAZE-DUTHIERS, De la valeur relative de quelques procédés d'investigation en anatomie comparée, *Arch. de Zool. expér.*, sér. 2, t. VIII, p. 618.

(3) « Pays de la schlague », « Contrefaçon belge », etc.

En effet :

A. — M. DE LACAZE-DUTHIERS déclare (1), en terminant, qu'il ne reviendra plus « *sur une question qui est jugée.* »

Or, de la 1^{re} à la 70^{me} et dernière page de son travail, il ne s'inquiète nullement de faits dûment constatés, absolument incompatibles avec sa manière de voir, et dont certains (b) ont déjà été reconnus bien fondés par un de ses élèves, M. BOUTAN; tels sont, notamment :

a. L'existence d'un épipodium innervé par le cordon pédieux, chez *Helcion* (un des Patellidæ), où le ganglion pleural (= 1^{er} asymétrique) est *tout à fait distinct de ce cordon* (2).

b. La naissance, chez les Rhipidoglosses, de certains nerfs épipodiaux par deux racines, l'une au-dessus, l'autre au-dessous du sillon latéral du cordon nerveux; la même chose pour des nerfs pédieux proprement dits (3), etc.

B. — D'autre part, comme l'a dit lui-même M. DE LACAZE (4) : « lorsque dans une discussion, les arguments sont peu nombreux, il faut bien en trouver coûte que coûte. »

C'est pourquoi, M. DE LACAZE-DUTHIERS, n'ayant rien à répondre aux faits ci-dessus et à d'autres encore, détourne le débat sur des points qui sont en dehors de la discussion :

- a. Sur le nerf otocystique ;
- b. Sur les centres nerveux des Céphalopodes ;
- c. Sur les ganglions viscéraux de *Teredo*.

1.

Il ne conviendrait peut-être point que je le suive sur ce terrain ; je m'y arrêterai cependant sommairement ci-après, parce que cer-

(1) *Loc. cit.*, p. 681.

(2) PEISENEER, Sur l'épipodium des Mollusques (2^e note), *loc. cit.*, pl. VII, fig. 8, 9.

(3) PEISENEER, *Ibid.*, fig. 3, 5.

(4) DE LACAZE-DUTHIERS, *loc. cit.*, p. 652.

tains de ces points apportent des arguments précisément contre la manière de voir de M. DE LACAZE.

A. Nerf otocystique.

α. Chez *Patella*. — M. DE LACAZE-DUTHIERS fait longuement (p. 628-637) dévier le débat sur une figure du système nerveux de *Patella*, où le nerf otocystique serait inexactement représenté.

Il y a en effet, dans un travail de M. le Professeur H. LACAZE-DUTHIERS, portant spécialement sur le nerf otocystique (1), une figure (que la 1^{re} de la Pl. XIV du présent travail reproduit exactement), où le nerf en question est représenté passant dans l'intérieur du collier œsophagien, c'est-à-dire au côté dorsal du connectif (2) : ce qui est, pour employer une expression mise en usage par M. DE LACAZE-DUTHIERS (2), une « erreur morphologique grossière ». Car il n'y a pas là d'erreur du graveur (elle eût pu être corrigée sur la planche gravée dont il s'agit) : le tracé du nerf otocystique y est en effet entièrement différent de ce qu'il devrait être sur un dessin exact, le montrant dans sa position réelle, hors du collier œsophagien, et au côté ventral du connectif (2).

Une telle figure, portant spécialement sur le nerf otocystique, ne saurait être utile aux anatomistes. « Elle les induit au contraire en erreur, car elle montre le nerf de l'audition passant dans l'intérieur du collier œsophagien, ce qui n'est pas ». Ainsi s'exprime M. DE LACAZE (3).

On pourrait croire que c'est à cette figure si inexacte, publiée par lui, qu'il fait allusion; que c'est d'elle qu'il s'occupe si longuement pour en expliquer l'inexactitude.

Il n'en est rien : le dessin auquel il réserve ses critiques est une figure parfaitement exacte du système nerveux de *Patella* (4), ne

(1) H. LACAZE-DUTHIERS, Otocystes ou capsules auditives des Mollusques (Gastéropodes), *Arch. de Zool. Expér.*, sér. 1, t. I, pl. IV, fig. 16.

(2) DE LACAZE-DUTHIERS, De la valeur relative etc., *loc. cit.*, p. 629.

(3) *Loc. cit.*, p. 630.

(4) PEISENEER, Sur l'épipodium des Mollusques, (*Bull. Scientif.*, 1888, pl. XV, fig. 2).

portant pas spécialement sur le nerf otocystique, et dans laquelle l'artiste chargé de la reproduire pour la glyptographie (1), a simplement indiqué ce dernier nerf par un trait continu, alors que sur l'original il n'était que légèrement indiqué (vu par transparence) sous le connectif (2) : ce qui n'eût pu y être modifié, les planches glyptographiques ne permettant aucune correction.

A part ce point, qui ne se rapportait d'ailleurs nullement au sujet du travail, je maintiens absolument ce que j'ai dit de cette figure : qu'elle pourrait être utile aux anatomistes ; la preuve en est que M. DE LACAZE, malgré son désir trop visible d'y relever des erreurs, n'y trouve plus à critiquer. — M. DE LACAZE-DUTHIERS n'en pourrait dire autant de sa figure du système nerveux de *Patella* ici reproduite (Pl. XIV, fig. 1).

e. Chez *Trochus* et *Haliotis*. — Dans ma deuxième note (2), j'ai incidemment représenté le nerf otocystique de *Trochus*, passant dans le ganglion pleural, et je disais (3) qu'il y traverse le revêtement cortical. M. DE LACAZE-DUTHIERS, malgré la figure précitée, où cette disposition est nettement visible, met mon affirmation en doute, sans pouvoir rien indiquer qui l'infirmes, et il le fait dans ces termes, que le lecteur qualifiera lui-même : « Est-ce bien l'expression de la vérité ? » (4).

Je ferai remarquer d'abord que mon travail en question ne porte nullement sur le nerf otocystique de *Trochus*, et que je ne me suis pas, pour ce motif, étendu plus longtemps sur ce point. Je ne me serais même pas arrêté cette fois à l'apostrophe de M. DE LACAZE,

(1) Ce que M. DE LACAZE dit à ce propos (*loc. cit.*, p. 631) avec la plus grande légèreté : « le dessin original a été reproduit tel qu'il a été donné » est parfaitement inexact.

On peut très bien voir, en effet, que la planche dont il s'agit n'est pas de la même main que les planches glyptographiques que j'ai faites moi-même (Sur l'épipodium des Mollusques, *Bull. Scientif.*, t. XXII, pl. VI, VII. — Contribution à l'étude des Lamellibranches, *Archives de Biologie*, t. XI, pl. VI à XXIII) : les dessins en avaient été faits au graphite, sur bristols séparés, et envoyés à la rédaction du *Bulletin*, qui les a fait reproduire, en les amplifiant (pour annuler la réduction photographique), à l'encre de chine, sur une feuille unique.

(2) *Loc. cit.*, pl. VI, fig. 1, VI.

(3) *Ibid.*, p. 146, 147.

(4) *Loc. cit.*, p. 632.

et j'aurais laissé à un prochain travail sur certains organes des sens des Mollusques, la description du parcours de ce nerf, — si ce parcours ne venait démontrer, contrairement à l'opinion de M. DE LACAZE, l'identité de ce que j'appelle le ganglion pleural de *Trochus* avec le centre pleural de *Patella*, et par suite l'identité du cordon nerveux ventral de *Trochus* avec le centre pédieux de *Patella*.

Et puisque M. DE LACAZE-DUTHIERS « serait heureux de voir » fournir des figures éclairant l'obscurité qui règne encore sur la « marche du nerf acoustique après sa sortie des otocystes, chez » l'*Haliotide* et le *Trochus* » (1) — je ne puis me refuser à lui procurer cette satisfaction.

* *Trochus*. Si l'on examine le système nerveux central dorsalement (fig. 2), on voit le nerf otocystique se porter en dehors et disparaître (v) dans la masse du ganglion pleural (vi) où l'on ne peut le suivre par dissection.

La série des coupes sagittales permet de le poursuivre: j'ai représenté précédemment une d'elles (2), où le nerf est déjà encastré dans le revêtement cellulaire du ganglion. Une section voisine de la surface extérieure de ce dernier (fig. 3), montre le nerf (iv), qui s'est recourbé en avant, se dirigeant vers la tête, où il gagne le ganglion cérébral par le connectif cérébro-pleural (v), comme le nerf homologue de *Patella*.

Le trajet du nerf, dans le revêtement cellulaire, est représenté en pointillé, dans ma fig. 2 (v).

** *Haliotis*. La disposition qui existe chez ce genre est pareille à celle observée chez *Trochus*. La série des sections sagittales montre successivement, de dedans vers le dehors: l'otocyste (v, fig. 9), le nerf otocystique encore hors du ganglion pleural (v, fig. 8), contre ce dernier (iii, fig. 7), puis dans son revêtement cellulaire (vi, fig. 6); enfin, après avoir fait un coude en avant, comme chez *Trochus* ci-dessus, le nerf otocystique gagne le ganglion cérébral par le connectif cérébro-pleural.

(1) *Loc. cit.*, p. 632

(2) PEISENEER, Sur l'épipodium des Mollusques, 2^e note, *loc. cit.*, pl. vi, fig. 1.

B. Système nerveux central des Céphalopodes.

« Où sont donc ici » demande M. DE LACAZE-DUTHIERS (1), « les connectifs qui doivent unir le ganglion appelé pleural au ganglion pédieux et au ganglion cérébral ? Quelles sont les préparations, les coupes démontrant clairement l'existence, la distinction et la séparation de ces centres ? ».

Or, deux ans avant le mémoire d'où sont extraites les lignes ci-dessus, j'ai publié un travail traitant spécialement de cette question (2), dans lequel, par des coupes dans les trois directions (dont toute une série a été représentée), j'ai montré l'existence, sous le revêtement cellulaire commun du système nerveux central, de noyaux ganglionnaires parfaitement distincts et dont sortent respectivement des nerfs d'ordre morphologique différent.

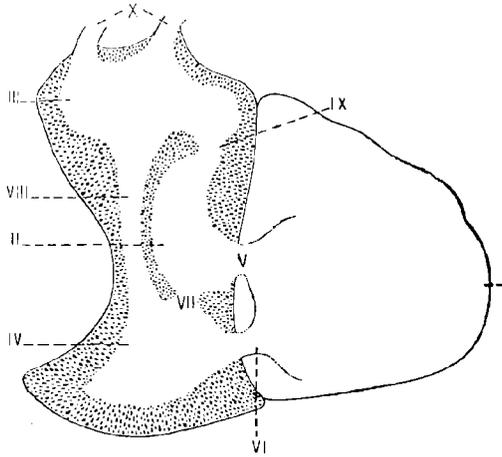


Fig. 3. — Section sagittale du système nerveux central de *Octopus*, passant dans la moitié gauche.

I, Ganglion cérébral ; II, ganglion pédieux proprement dit ou épipodial (innervant l'entonnoir) ; III, ganglion brachial ; IV, ganglion pleural ; V, connectif cérébro-pédieux ; VI, connectif cérébro-pleural ; VII, connectif pleuro-pédieux ; VIII, connectif pleuro-brachial ; IX, connectif pédio-brachial ; X, nerfs brachiaux.

(1) *Loc. cit.*, p. 626.

(2) PELSENER, Sur la valeur morphologique des bras et la composition du système nerveux central des Céphalopodes, *Archives de Biologie*, t. VIII, p. 723-756, pl. xxxvii et xxxviii.

Une de ces coupes est reproduite ci-dessus (fig. 3) : elle montre que la question de M. DE LACAZE est venue trop tard, puisque les connectifs cérébro-pleural (VI) et pleuro-pédieux (VII, VIII) y étaient déjà indiqués.

C. Ganglions viscéraux de *Teredo*.

Dans certaines sections transversales de ces centres, d'après M. DE LACAZE-DUTHIERS (1), il ne serait « plus possible de reconnaître le ganglion droit du ganglion gauche ».

M. DE LACAZE, qui trouve cependant la précision nécessaire (2), n'en a guère mis dans ses figures des ganglions viscéraux de *Teredo* (3), comme le reconnaîtront tous ceux qui ont examiné, si peu que ce soit, la structure des centres nerveux : c'est le cas surtout pour sa figure 29, pl. xxxiv, qui consiste en un cercle dont la périphérie présente 34 petits cercles de même grandeur et équidistants, disposés sur un seul rang.

Or, il se trouve que j'avais étudié spécialement ces centres viscéraux de *Teredo*, en même temps que M. DE LACAZE (4) ; et les sections transversales dans lesquelles la fusion des deux ganglions est au maximum, m'ont montré un aspect (fig. 4) tout différent de la figure à 34 petites cellules de M. DE LACAZE-DUTHIERS, puisqu'il y est parfaitement « possible de reconnaître le ganglion droit (r) du ganglion gauche » (III).

2.

Le point essentiel en litige est l'étendue du ganglion pleural (« premier asymétrique » de M. DE LACAZE-DUTHIERS), et par conséquent la situation du connectif pleuro-pédieux.

(1) *Loc. cit.*, p. 639, pl. xxxiv, fig. 29.

(2) *Loc. cit.*, p. 644.

(3) *Ibid.*, pl. xxxiv, fig. 24-29.

(4) PELSENEER, Contribution à l'étude des Lamellibranches, *Archives de Biologie*, t. XI, p. 209, 210, pl. xvi.

A. Ganglion pleural.

M. DE LACAZE-DUTHIERS (1) affirme que le ganglion pleural se prolonge sur toute la longueur du cordon nerveux ventral, dont il constituerait la moitié située dorsalement au sillon latéral. L'argument qu'il apportait autrefois à l'appui de cette opinion était que chaque cordon est double, composé de deux « nerfs » (« palléal inférieur » et « pédieux »), distincts et séparables.

Mais depuis qu'il a été démontré que le cordon nerveux ventral est un centre ganglionnaire unique, sans nulle trace de séparation, M. DE LACAZE-DUTHIERS prétend qu'il y a là deux centres (pleural et pédieux) « soudés et unis, morphologiquement et physiologiquement différents par leurs attributions » (2) : la partie dorsale (située au-dessus de l'épipodium) serait palléale, *parce qu'elle innerve l'épipodium*.

C'est là le point capital de l'argumentation de M. DE LACAZE-DUTHIERS.

Or, personne n'a jamais pu montrer que l'épipodium fût de nature palléale ! Au contraire, dans tous les Mollusques, les côtés du corps (correspondant à P, fig. 13), depuis la face ventrale jusqu'à la naissance du manteau, sont pédieux (innervés par les centres pédieux), avec tous les appendices ou saillies qu'ils peuvent présenter (exemple : chez *Helcion*, *Janthina*, etc.).

* SPENGLER, HALLER et moi, avons toujours soutenu que dans le cordon nerveux ventral proprement dit des Rhipidoglosses, il n'y a pas deux centres soudés. D'autre part, nous n'avons pas prétendu qu'un septum névriématique fût nécessaire pour séparer deux centres accolés : c'est, au contraire, M. DE LACAZE-DUTHIERS, malgré ses dénégations (3), qui a soutenu cela, ainsi que le montre sa phrase : « Mais en supposant que le rapprochement des deux » bandelettes » (les deux moitiés du cordon nerveux ventral) « fût » tel que, dans une section mince, on ne pût distinguer les mem-

(1) *Loc. cit.*, p. 649, etc.

(2) *Loc. cit.*, p. 649.

(3) *Loc. cit.*, p. 667.

» *branes névritématiques qui doivent séparer et différencier les nerfs...* », par laquelle il répondait à SPENGLER.

Ce que nous soutenions, c'est qu'il n'y avait pas dans le cordon, la séparation histologique que MM. DE LACAZE et WEGMANN prétendaient autrefois y trouver. Et en cela, M. DE LACAZE a reconnu (1) que nous avons raison.

** Malgré cette absence d'un caractère structural quelconque qui l'y autorise, M. DE LACAZE persiste néanmoins à soutenir que le cordon nerveux ventral des Rhipidoglosses renferme deux centres soudés, et comme preuve il montre les ganglions viscéraux de *Teredo* et le nerf otocystique de *Patella*. Or :

a. Les fibres du nerf otocystique de *Patella*, accolées, sans séparation, à celles du connectif cérébro-pleural, ne s'y mélangent aucunement et en restent distinctes, parallèles qu'elles leur sont. Au contraire, dans le cordon nerveux ventral des Rhipidoglosses les fibres des deux moitiés se mélangent en tout sens et forment une masse centrale commune.

b. Les ganglions viscéraux soudés de *Teredo* laissent encore voir distinctement les deux centres, comme le montre ma fig. 4. Tous les centres (homotypes ou non) accolés, chez les Mollusques, le sont d'ailleurs par une petite surface. Il n'y a aucun exemple d'accolement sur une longueur pareille à celle des cordons ventraux des Rhipidoglosses.

Et lorsque l'accolement a lieu, il se reconnaît toujours par la présence de fibres perpendiculaires à la surface de jonction (fibres commissurales pour les ganglions homotypes, connectives pour les non homotypes). Or, ces fibres, qui devraient être dorso-ventrales et exister sur toute la longueur, dans le cordon ventral de Rhipidoglosses, *y font défaut* !

*** La preuve que les deux moitiés (dorsale et ventrale) du cordon ne sont pas de nature distincte ni « *morphologiquement et physiologiquement différentes* », c'est que des nerfs sortant de la moitié supérieure (épipodiale) ou inférieure (pôdieuse proprement dite)

(1) *Loc. cit.*, p. 624, 625, 675.

reçoivent des fibres *simultanément* de ces deux moitiés (1), fait auquel M. DE LACAZE-DUTHIERS n'a rien trouvé à répondre.

De plus, outre les nerfs épipodiaux, la moitié supérieure du cordon donne naissance à des nerfs pour le côté du pied, chez *Parmophorus*, fig. 3, γ.

**** Une autre preuve que le cordon nerveux ventral est d'une seule et même nature, et exclusivement pédieux, se trouve dans l'innervation de la partie antérieure de l'épipodium. On sait, en effet, que la saillie épipodiale s'étend en avant, plus loin que le cordon nerveux ventral. Il est donc évident que, si la moitié dorsale (innervant l'épipodium) du cordon, était pleurale, les nerfs de la partie antérieure de l'épipodium sortiraient du connectif cérébro-pleural (« cérébro asymétrique », LACAZE-DUTHIERS), le plus dorsal des deux longs connectifs qui viennent du centre cérébral ; mais que, si tout le cordon est pédieux, ce sera du connectif cérébro-pédieux que naîtront ces nerfs.

Or, j'ai fait voir (2) que chez *Scutum*, (*Parmophorus*), les nerfs épipodiaux antérieurs naissent du connectif *cérébro-pédieux* ; et la même chose a été reconnue chez *Turbo*, par BOUVIER (3), et chez *Haliotis*, par M. DE LACAZE lui-même (4).

***** J'ai, pour ma part, toujours affirmé que le centre pleural des Rhipidoglosses se trouve au point correspondant à celui de *Patella* : c'est-à-dire à l'extrémité céphalo-dorsale du cordon nerveux ventral, en avant de la commissure pédieuse proprement dite (fig. 2, III) ; ce centre constitue là un renflement ganglionnaire allongé (fig. 2, VI), dont naît la commissure viscérale (fig. 2, VIII) (5) et auquel aboutit le plus dorsal des deux longs connectifs qui viennent du ganglion cérébral : le connectif cérébro-pleural (6).

(1) PELSENEER, Sur l'épipodium des Mollusques, 2^e note, *loc. cit.*, fig. 3, 5.

(2) PELSENEER, Sur l'épipodium, 2^e note, *loc. cit.*, p. 150, pl. VI, fig. 4. XI

(3) BOUVIER, Système nerveux, morphologie générale et classification des Gastéropodes Prosobranches. *Ann. d. Sci. nat. Zoologie*, sér. 7, t. III, p. 36.

(4) *Loc. cit.*, p. 675.

(5) Qui ne naît nullement du dos du cordon nerveux ventral proprement dit, comme l'indique M. DE LACAZE-DUTHIERS (*loc. cit.*, p. 642).

(6) M. DE LACAZE-DUTHIERS, en diverses occasions (notamment p. 676), considère le fait que deux connectifs (I et VII de ma fig. 2) se rendent au cordon ventral, comme démontrant qu'il y a deux centres dans ce dernier. Or, aucune fibre du connectif I

On peut voir ce centre pleural notamment en VI, fig. 2 ; II, fig. 3; II, fig. 6 ; et fig. 7, 8, 9, 10, I.

A de très nombreuses reprises M. DE LACAZE-DUTHIERS prétend qu'on n'a jamais montré où s'arrête le centre pleural, et qu'on ne le pourrait pas (1) : ce qui revient à dire qu'on ne pourrait déterminer la position du connectif pleuro-pédieux qui les sépare en même temps qu'il les joint.

Nous allons voir ce qui en est.

B. Connectif pleuro-pédieux.

α. Chez Trochus. — J'ai indiqué précédemment (2) que : « Le ganglion pleural est accolé au cordon pédieux par une large surface, qui représente le connectif pleuro-pédieux réduit à sa plus simple expression ».

N'ayant guère à répondre sur les faits, M. DE LACAZE, pour employer les termes dont il se sert (3), « épilogue sur tout et cherche à trouver des erreurs dans le sens des mots », sur ce point (4) comme sur d'autres (5).

Et malgré les plaisanteries les plus gracieuses sur ce qu'il appelle le « connectif-surface », il paraît n'avoir pu comprendre cette chose si simple : que le cylindre plus ou moins long, constitué par un connectif joignant deux centres, peut, par le rapprochement de ceux-ci, se raccourcir infiniment et voir ses deux bases se confondre, de façon à être lui-même réduit à une *surface*, la surface d'accolement des deux centres [M. DE LACAZE a dû pourtant reconnaître ce fait, pour le connectif cérébro-pleural de certaines formes (6)].

(cérébro-pleural) n'arrive dans le cordon proprement dit ; toutes ses fibres se rendent dans le centre pleural (VI). Il n'y a donc qu'un seul connectif allant du ganglion cérébral au cordon ventral : ce dernier ne renferme donc qu'un seul centre.

(1) *Loc. cit.*, p. 642, 649, 659, 677.

(2) PELSENER, Sur l'épipodium des Mollusques (en note), *loc. cit.*, p. 184.

(3) *Loc. cit.*, p. 625.

(4) *Ibid.*, p. 659, 660.

(5) *Ibid.*, p. 632.

(6) *Loc. cit.*, p. 643.

M. DE LACAZE-DUTHIERS prétend (1) que « c'est là une affirmation » à l'appui de laquelle *nul dessin* ne vient donner une confirmation. »

» Est-ce bien là », pour parler comme mon contradicteur, « l'expression de la vérité ? »

J'ai, en effet, déjà représenté, dans le travail cité par M. DE LACAZE, deux sections (sagittale et longitudinale), où l'on voit parfaitement les fibres connectives, perpendiculaires au plan de jonction des centres pleural et pédieux, qui unissent ceux-ci tout en les séparant (2) : il est inutile de reproduire encore ces figures suffisamment claires.

β. Chez *Haliotis*. — M. DE LACAZE-DUTHIERS « attend avec grande curiosité la figure du *connectif pleuro-pédieux distinct* des *Haliotides*. » (3).

On trouvera ce connectif sur les figures de ma pl. xv : v, fig. 6 ; fig. 7, les fibres entre I et II ; 8 et 9, entre I et III ; 10 et 11, I.

C. Commissure « pleurale ».

* Comme je l'ai déjà fait remarquer par mes travaux antérieurs sur la question, M. DE LACAZE-DUTHIERS, dans la figure théorique où il cherche à expliquer sa manière d'interpréter la constitution du cordon nerveux ventral, est obligé de faire commissurer les ganglions pleuraux, contrairement à ce qui est observé chez tous les Mollusques.

Aujourd'hui, il dit pouvoir distinguer dans la réalité, cette commissure « pleurale » ; et il décrit et figure (4) dans la commissure antérieure des cordons ventraux, une moitié dorsale, *pleurale* (paléale) et une moitié ventrale, *pédieuse*, assignant ainsi à la commissure des cordons une composition identique à celle qu'il attribue à ces derniers eux-mêmes.

(1) *Loc. cit.*, p. 660.

(2) PELSENER, Sur l'épipodium, 2^e note, *loc. cit.*, pl. VI, fig. 1 et 2, II.

(3) *Loc. cit.*, p. 660.

(4) *Loc. cit.*, p. 661, pl. XXXIII, fig. 5 ; fig. 6, *ca* ; fig. 9, *cp*.

En outre, il prétend (1) trouver un appui à sa manière de voir dans le travail déjà cité de THIELE, qui, dit-il, « admet comme lui une » commissure entre les ganglions pleuraux. »

Or, le désaccord de M. DE LACAZE avec THIELE est encore plus grand qu'avec moi, puisque (voir p. 443 ci-dessus) THIELE tient toute la commissure antérieure pour pleurale, tandis que M. DE LACAZE-DUTHIERS en considère la plus grande partie comme pédieuse, et que de mon côté je la regarde tout entière comme pédieuse.

** Reconnaisant tacitement qu'il n'y a rien, chez les autres Mollusques, de comparable au prétendu bourrelet postéro-dorsal de la commissure antérieure des cordons, bourrelet qu'il décrit comme commissure pleurale, M. DE LACAZE-DUTHIERS cherche à l'expliquer en le comparant à des anastomoses joignant, directement ou non, deux points de la commissure viscérale des Prosobranches.

Il y a, en effet, chez un certain nombre de ceux-ci, un ou deux de ces cordons anastomotiques plus ou moins longs.

Mais ces cordons ne sont :

ni des commissures, puisqu'ils ne joignent pas deux centres homotypes ;

ni des connectifs (2), car ils n'unissent pas deux centres non homotypes, appartenant à un même côté du corps.

Ce sont de simples anastomoses secondaires, directes ou non, unissant deux centres homotypes qui n'appartiennent pas au même côté du corps :

1. L'une située *au-dessus* du tube digestif, joint le ganglion pleural gauche au centre supra-intestinal (« 2^e asymétrique de droite ») ;

2. L'autre, qui est *en dessous* du tube digestif, unit le centre pleural droit à l'infra-intestinal (« 2^e asymétrique gauche »), ou à la branche infra-intestinale de la commissure viscérale.

(1) *Loc. cit.*, p. 663.

(2) On attribue généralement à M. LACAZE-DUTHIERS l'introduction du terme « connectif » pour distinguer des « commissures » proprement dites, les cordons nerveux unissant des centres non homotypes. Or, ce terme était déjà employé dans le même sens, une dizaine d'années avant les premiers travaux malacologiques de M. LACAZE, par M. E. BLANCHARD (Observations sur le système nerveux des Mollusques Acéphales Testacés ou Lamellibranches), *Ann. d. Sci. Nat. Zoologie*, sér. 3, t. III, 1845, p. 340.

Il n'y a donc rien de commun entre la prétendue commissure pleurale de M. DE LACAZE et ces deux cordons ; et ce qui le prouve, c'est qu'ils existent aussi chez les Rhipidoglosses.

*** D'ailleurs, l'existence même de la commissure pleurale décrite et figurée par M. DE LACAZE-DUTHIERS (1) est purement illusoire : il suffit pour s'en assurer, d'examiner les sections sagittales médianes du cordon nerveux ventral :

On verra alors, chez *Trochus* (fig. 5) que la commissure antérieure des cordons (II) est parfaitement indivise, comme des cordons eux-mêmes, et que le prétendu bourrelet postéro-dorsal (« connectif pleural de M. DE LACAZE) est formé par du *tissu conjonctif* ! (i).

Les sections sagittales correspondantes de *Haliotis* montrent la même chose ; et nulle part on ne voit de fibres provenant des centres pleuraux, passer dans la commissure : celle-ci est entièrement formée de fibres sortant du cordon ventral proprement dit (fig. 8 et 9, IV ; 10, 11, III).

D. Saillie épipodiale de *Pectunculus*.

Pour finir, M. DE LACAZE-DUTHIERS, qui n'a garde de citer THIELE, lorsque celui-ci est d'une opinion contraire à la sienne (2), trouve (3) que cet auteur a « *fait justice*, » par la phrase citée plus haut p. 444, de l'argument trouvé dans la saillie épipodiale de *Pectunculus*.

* M. DE LACAZE tient pour la nature artificielle de cette saillie. Il importe de citer textuellement ce qu'il dit à ce sujet, pour que les malacologistes jugent bien d'après cet exemple, de la valeur des arguments que produit notre contradicteur :

« Quand le pied est violemment contracté, les fibres musculaires » sur le bord de la limite de la masse viscérale font une saillie, un » bourrelet longitudinal. Eh ! c'est ce bourrelet qu'on prend pour un » épipodium ! » (4).

(1) *Loc. cit.*, pl. XXXIII, fig. 5.

(2) Par exemple lorsque THIELE se rallie (p. 407) à la manière de voir de SPENGLER, HALLER et moi-même, sur la constitution des cordons nerveux ventraux.

(3) *Loc. cit.*, p. 681.

(4) *Loc. cit.*, p. 680.

Or il n'y a aucun rapport entre la situation de l'épipodium et l'extension, dans la masse du pied, des viscères qui ne s'étendent pas, et de beaucoup (notamment à la partie postérieure, où l'épipodium rejoint peu à peu la face ventrale), jusqu'à la saillie épipodiale.

Quant à l'existence de cette dernière, je ferai remarquer d'abord qu'elle avait déjà été constatée et représentée autrefois, notamment par POLI (1) et par DESHAYES (2).

** D'autre part, ceux qui croient que cette saillie est due à la contraction, n'ont qu'à jeter un coup d'œil sur ma fig. 8, Pl. xvi ; ils y verront :

α. Que les fibres musculaires (1), qui se contractent dans la rétraction du pied, sont rectilignes et ne font nullement saillie ;

β. Que la saillie épipodiale (v) possède ses muscles transversaux (extenseurs, iv) et dorso-ventraux (extenseurs, ii), propres ;

γ. Et que toute la surface du pied est plissée (vi) par la contraction, y compris celle de l'épipodium : celui-ci a par conséquent subi la contraction ; il n'en est donc pas le produit !

E. Conclusions.

Pour résumer :

a. — M. DE LACAZE part d'un axiome inexact, et qu'il n'a jamais essayé de démontrer : que l'épipodium des Rhipidoglosses serait palléal (c'est-à-dire une partie *du manteau*) ; et il en tire cette conclusion inexacte a fortiori : que la partie dorsale des cordons nerveux ventraux des Rhipidoglosses serait pleurale (« palléale ») parce que les nerfs qui innervent l'épipodium en naissent.

b. — M. DE LACAZE-DUTHIERS base son opinion sur l'examen d'un *petit nombre de formes voisines* (Haliotidæ, Trochidæ, Fissurel-

(1) POLI, Testacea utriusque Siciliae, t. II, pl. xxvi, fig. 1, 2, 7, 8.

(2) DESHAYES, Histoire naturelle des Mollusques (Exploration de l'Algérie), pl. cxxv, fig. 7, 8 ; pl. cxxvi, fig. 1.

lidæ), d'abord imparfaitement étudiées (puisqu'on trouvait deux nerfs distincts là où il n'y a qu'une masse ganglionnaire unique), puis inexactement interprétées.

Ces genres constituent une exception parmi tous les Gastropodes ; car ils joignent à la présence d'un épipodium, le caractère d'avoir le centre pédieux en forme de cordon, à la partie antérieure duquel est accolé le ganglion pleural. Et, si l'on étudie d'autres formes pourvues d'un épipodium, mais à centres pleural et pédieux non accolés (*Helcion*, *Janthina*, etc.), ou bien des formes à centres pédieux en cordon, mais dépourvues d'épipodium (*Chitonidæ*, *Patellidæ*, *Neritidæ*, *Paludinidæ*, *Cypræidæ*, *Cyclophoridæ*, etc.), on constate :

α. Que chez celles-ci, le cordon pédieux a la même composition structurale que le cordon ventral des Rhipidoglosses ;

β. Que chez celles-là, l'épipodium est innervé par le centre pédieux et nullement par le ganglion pleural.

c. — Tout indique donc :

1° Que le cordon nerveux ventral des Rhipidoglosses est identique au cordon pédieux des *Chitonidæ*, *Patellidæ*, etc., c'est-à-dire *exclusivement pédieux*.

2° Que l'épipodium des Rhipidoglosses, comme celui de *Helcion*, *Janthina*, etc., est de nature pédieuse.

Gand, 1^{er} Juin 1891.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE XIV.

Fig. 1. — Cette figure est copiée sur la fig. 16, pl. IV, *Archives de Zoologie expérimentale*, sér. 1, t. I, Otocystes ou capsules auditives de Mollusques (Gastropodes), par le Prof. HENRI LACAZE-DUTHIERS. Système nerveux central de *Patella vulgata* L.

i, œil; ii, ganglion pédieux; iii, ganglion pleural; iv, ganglion supra-intestinal; v, ganglion viscéral; o, otocyste; vi, nerf otocystique; l, connectif cérébro-pleural; vii, ganglion cérébral.

« Cette figure montre le nerf acoustique partant de l'otocyste (o) et passant en arrière » (= au côté dorsal) « du connectif (l). Ce qui est une erreur, ce nerf ne passant pas dans le champ du collier œsophagien. »

Fig. 2. — Partie antérieure des cordons pédieux de *Trochus umbilicatus* L., la commissure viscérale étant un peu écartée en dedans et le connectif cérébro-pleural en dehors, pour rendre visible le connectif cérébro-pédieux; X 8.

i, Connectif cérébro-pleural; ii, nerf palléal; iii, commissure pédieuse; iv, cordon pédieux; v, nerf otocystique enfoncé dans le revêtement cellulaire du ganglion pleural; vi, ganglion pleural; vii, connectif cérébro-pédieux; viii, commissure viscérale; ix, otocyste.

Fig. 3. — Section sagittale de la partie antérieure du cordon pédieux droit de *Trochus umbilicatus*, presque tangentielle à la face externe; X 60.

i, nerf palléal; ii, ganglion pleural; iii, cordon pédieux; iv, nerf otocystique; v, connectif cérébro-pleural; vi, commissure viscérale.

Fig. 4. — Section transversale des ganglions viscéraux de *Teredo navalis* L., par le plan où la fusion est au maximum ;
× 50.

i, Ganglion droit ; ii, nerf osphradial ; iii, ganglion gauche.

Fig. 5. — Section sagittale de la commissure pédieuse de *Trochus umbilicatus*, passant à peu près par la ligne III de la fig. 2 ; × 75. (Orientation, comme la fig. 3).

i, Tissu conjonctif pris par M. DE LACAZE-DUTHIERS pour une commissure pleurale (*Arch. d. Zool. Expér.*, sér. 2, t. VIII, pl. xxxiii, fig. 5) ; ii, commissure pédieuse ; iii, otocyste.

PLANCHE XV.

Fig. 6. — *Haliotis tuberculata* L., section sagittale de la partie antérieure du cordon pédieux gauche, presque tangentielle à la face externe ; × 30.

i, Connectif cérébro-pleural ; ii, ganglion pleural ; iii, nerf pédieux naissant de la partie supérieure (dite « palléale ») du cordon pédieux (sans lettre sur les fig. 7, 8 de M. DE LACAZE, *Arch. d. Zool. Expér.*, sér. 2, t. VIII, pl. xxxiii ; et marqué faussement *ep'*, sur ses fig. 6 et 9) ; iv, cordon pédieux ; v, fibres du connectif pleuro-pédieux ; vi, nerf otocystique ; vii, commissure viscérale.

Fig. 7. — Section plus médiane que la précédente.

i, Connectif cérébro-pleural ; ii, cordon pédieux ; iii, nerf otocystique.

Fig. 8. — Section plus médiane que la précédente.

i, Ganglion pleural ; ii, nerfs pédieux ; iii, cordon pédieux ; iv, fibres de la commissure pédieuse.

Fig. 9. — Section plus médiane que la précédente.

i, Ganglion pleural ; ii, nerf pédieux naissant de la partie supérieure (dite « palléale ») du cordon pédieux (*pa* dans les fig. 7, 8, 9, pl. xxxiii du travail déjà cité de M. DE LACAZE-DUTHIERS) ; iii, cordon pédieux ; iv, fibres de la commissure pédieuse ; v, otocyste.

Fig. 10. — Section plus médiane que la précédente.

i, Ganglion pleural; ii, cordon pédieux; iii, fibres de la commissure pédieuse; iv, otocyste.

Fig. 11. — Section plus médiane que la précédente.

Chiffres comme dans cette dernière.

Fig. 12. — Reproduction d'une figure de M. BOUTAN, *Revue biologique du Nord de la France*, t. II, pl. IX, fig. 7, déjà reproduite dans *Arch. de Zool. Expér.*, sér. 2, t. VIII, p. XLV, avec la légende suivante :

Coupe schématique de *Parmophorus* passant par le milieu de la masse nerveuse ventrale (cordons palléaux-pédieux).

c, coquille; *M*, lobe supérieur du manteau; *M'*, lobe inférieur du manteau; *M₁*, collerette (épipodium); *d*, portion palléale de la masse nerveuse ventrale; *e*, portion pédieuse de la même; α , nerf pédieux; β , nerf de la collerette; γ , nerf palléal (dont les terminaisons n'ont pas été suivies par M. BOUTAN, *loc. cit.*, p. 458).

Fig. 13. — La même figure, avec les nerfs naissant de la masse nerveuse ventrale, tels que je les ai suivis jusqu'à leurs terminaisons.

γ , nerf pédieux supérieur; β , nerf pédieux moyen (épipodial); α , nerf pédieux ventral (plantaire); A, cordon pédieux; P, partie latérale du pied; M, manteau.

PLANCHE XVI.

Fig. 14. — *Margarita groenlandica*, vu du côté gauche; \times 4.

i, Lobe épipodial antérieur; ii, tubercule pigmenté à la base d'un tentacule épipodial.

Fig. 15. — Section d'un tubercule pigmenté précité; \times 200.

Fig. 16. — *Margarita helicina*, vu du côté gauche, ventralement ;
× 4.

i, Tubercule pigmenté ; n, lobe épipodial antérieur.

Fig. 17. — Section transversale du pied de *Margarita helicina* ;
× 40.

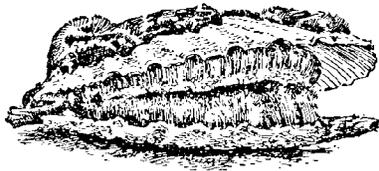
i, Tubercule pigmenté ; n, face ventrale du pied ; m, cordon pédieux ; iv, cellules pigmentées du pied ; v, tentacule épipodial.

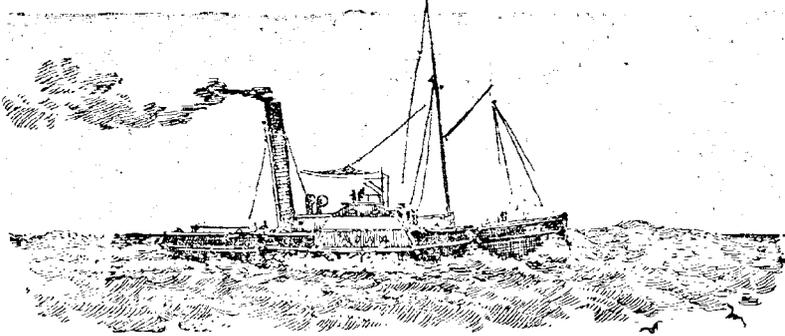
Fig. 18. — Section transversale du pied de *Pectunculus glycymeris*, L. ; × 10.

i, Fibres dorso-ventrales superficelles (si la saillie épipodiale v était un produit de contraction, ces fibres ne seraient pas rectilignes, et s'infléchiraient dans la saillie) ; n, fibres dorso-ventrales propres à la saillie épipodiale, dont elles peuvent rapprocher les deux faces dorsale et ventrale ; m, face ventrale du pied ; iv, fibres transversales, rétractrices de la saillie épipodiale ; v, saillie épipodiale ; vi, plissements produits par la contraction, tant sur la saillie épipodiale que sur toute la surface du pied, preuve que cette saillie a subi la contraction, mais n'en est pas un produit.

Fig. 19. — Section transversale du pied de *Nucula nucleus* L., qui est conforme à celui de *Pectunculus*, et dans le même état de rétraction, mais ne montrant néanmoins aucune saillie comparable à la saillie épipodiale de ce dernier ; × 15.

i, Face ventrale du pied ; n, cavité du byssus.





LES COPÉPODES MARINS DU BOULONNAIS (1),

PAR

EUGÈNE CANU.

V.

Les semi-parasites.

1. — SUR LE DIMORPHISME SEXUEL DES COPÉPODES ASCIDICOLES.

Les nombreuses espèces de Copépodes qui vivent en commensales ou parasites dans les Tuniciers, appartiennent à plusieurs familles.

Les formes les plus élevées, beaucoup mieux connues, grâce aux recherches de THORELL, BUCHHOLZ, KERSCHNER et GIESBRECHT, se rangent parmi les Notodelphyidés. On les trouve plus spécialement dans les Ascidies simples ; les mâles sont plus petits que les femelles adultes et en diffèrent par quelques caractères morphologiques qui les rapprochent des jeunes femelles immatures. J'ai déjà insisté sur ces faits, signalés antérieurement par GIESBRECHT, chez *Notoplerophorus*, pour les interpréter comme un phénomène de progénèse dans le sexe mâle (2).

Les Copépodes parasites des Synascidies appartiennent en général

(1) *Bulletin scientifique*, tome XIX, pp. 78, 228, 402 ; t. XXII, p. 469.

(2) *Bulletin scientifique*, tome 22, p. 484.

à d'autres familles : dans la plupart des espèces, les femelles seules ont été soigneusement étudiées par les carcinologistes. Rarement des Copépodes mâles ont été observés dans ces Tuniciers, et décrits comme des espèces distinctes ou bien rapprochés d'exemplaires femelles recueillis sur le même hôte ; mais ces déterminations ne reposent sur aucune base sérieuse, et les nombreuses descriptions publiées par HESSE laissent subsister sur ce point une complète incertitude. Il existe, en effet, entre les deux sexes, des différences considérables, et c'est en suivant avec soin les métamorphoses de ces parasites, qu'il est possible de saisir le lien unissant les deux formes sexuées.

Je prendrai comme type *Enterocola fulgens* VAN BEN. commun à Wimereux, dans *Polyclinum succineum*.

La femelle se rencontre très abondamment, durant toute la belle saison, dans la plupart des cornus de son hôte, et se distingue facilement par la belle coloration rouge des œufs mûrs. Elle est vermiforme et ses mouvements très limités sont d'un parasite définitif. Comme on le sait par les descriptions de VAN BENEDEN, CLAUS et DELLA VALLE, elle ne possède plus d'appendices natatoires. Les pattes thoraciques, très réduites, ne portent pas de soies, mais des épines recourbées en crochet : elles ne servent qu'à ramper.

Contrairement à l'opinion de CLAUS et de DELLA VALLE, le genre *Enterocola* est dépourvu de mandibules. Ces appendices (dernière paire du *nauplius*) entrent en régression durant le passage du dernier stade nauplien au premier stade cyclopoïde, et disparaissent dans le deuxième stade cyclopoïde.

Dans l'évolution de la femelle, c'est le deuxième stade cyclopoïde qui est le dernier stade mobile, et c'est à cet état que le parasite recherche son hôte définitif. A la mue suivante, l'embryon femelle perd tous les attributs des Copépodes libres ; les antennes se simplifient, les soies et les bâtonnets sensoriels disparaissent, les pattes se transforment en moignons armés de crochets. En résumé, le deuxième stade cyclopoïde est suivi du premier stade entérocolien, ce qui constitue une curieuse condensation embryogénique, limitée au sexe femelle.

D'autre part, après le deuxième stade cyclopoïde, l'embryon mâle continue à se développer suivant le mode normal des Copépodes

nageurs, par un accroissement graduel des appendices et des organes des sens.

Le mâle d'*Enterocola* s'écarte donc totalement de la femelle et ressemble plutôt aux formes semi-parasites comme *Notodelphys*. Il est très commun dans *Polyclinum*, à la fin de l'été et moins abondant au printemps. Sa taille dépasse un millimètre; les cinq segments thoraciques sont libres, et l'abdomen compte aussi cinq segments, plus la furca. Les antennules comptent huit articles dont le dernier porte un long bâtonnet sensoriel réfringent que l'on voit déjà sur l'antennule 5-articulée du deuxième embryon cyclopoïde. Comme dans ce même embryon, les antennes ont trois articles, dont le dernier se termine par une épine en crochet et quelques soies fines. La bouche est située au sommet d'un cône plissé, fonctionnant peut-être comme organe de succion. Les mandibules manquent. En arrière de la bouche, viennent deux paires d'appendices impropres à la mastication : ce sont les maxilles et les maxillipèdes, dépourvus de prolongements masticateurs et portant, les premières, six soies en éventail, les dernières, une seule soie. Les quatre paires de pattes sont biramées, triarticulées, sauf dans la première paire où la rame externe a deux articles; elles portent des épines denticulées du côté externe et des soies barbelées. Le cinquième segment thoracique est court, et porte une paire d'appendices réduits. Les pièces furcales sont courtes et pourvues à leur extrémité de quatre grosses soies richement barbelées.

L'éthologie et l'ontogénie s'accordent bien pour caractériser ainsi les formes sexuelles d'*Enterocola fulgens*. Le dimorphisme sexuel des Entérocoliens est des plus remarquables, parce qu'il se manifeste très tôt au cours des métamorphoses embryonnaires.

Les Enteropsidæ (AURIVILLIUS) nous présentent des faits du même ordre, qui ont échappé aux naturalistes. Les *Haligryps teres* et *aculeatus*, décrits par AURIVILLIUS d'après des exemplaires recueillis dans *Molgula ampulloides*, ne sont que les mâles adultes et très jeunes d'*Enteropsis sphynx* signalé par cet auteur dans la même Ascidie (1).

(1) C.-W.-S. AURIVILLIUS, Krustaceer hos arktiska Tunikater, *Vega-Expeditionens Vetenskapliga Jakttagelser*, Bd. IV, Stockholm, 1885, p. 242-246.

2. † SUR LE DÉVELOPPEMENT DES COPÉPODES ASCIDICOLES.

Le développement des Copépodes vivant dans les Ascidies a été peu étudié et les métamorphoses de ces Crustacés n'ont pas encore été suivies entièrement.

L'influence des habitudes éthologiques sur l'évolution embryonnaire se manifeste, chez ces animaux, par une remarquable condensation de l'embryogénie.

1° **Commensaux** (genres *Notodelphys*, *Doropygus*, *Bonnie-rilla* = *Paryphes*, *Doroixys*). Le premier *nauplius* — expulsé de la cavité incubatrice à sa sortie de la membrane de l'œuf — présente, avec les trois paires d'appendices caractéristiques, l'indication de quatre paires de membres, à savoir : les deux paires de maxilles et les deux premières paires de pattes thoraciques, représentées par de simples replis exodermiques recouverts par la cuticule. L'œil nauplien en forme d'x est placé sur la ligne médiane, en avant des deux lobes dorsaux du cerveau qui se séparent de l'exoderme. L'endoderme forme une masse cellulaire compacte, vivement colorée, qui subira ultérieurement d'importantes modifications de structure pour la constitution du tube digestif. A la face dorsale de l'endoderme, vers le tiers postérieur de l'embryon, viennent s'attacher les muscles doubles, qui font mouvoir les appendices naupliens :

Les organes mésodermiques du premier nauplius dérivent des cellules mésodermiques primitives (« *Urmesodermzellen* » de HATSCHK). Dans la région postérieure de l'embryon où se forment les segments nouveaux, apparaissent des cellules mésodermiques polaires (« *Polmesodermzellen* ») destinées à fournir les organes mésodermiques des somites en formation.

L'embryon subit plusieurs mues sans quitter la forme de *nauplius* typique. Dans ces stades naupliens, la formation des appendices céphaliques et thoraciques s'opère graduellement. Les deux maxillipèdes dérivent d'une seule paire de replis appendiculaires correspondant à la deuxième maxille des Malacostracés.

Le *nauplius* se transforme ensuite en *metanauplius* par l'appa-

rition, à l'extérieur, d'une soie rigide fixée au sommet du repli tégumentaire composant la première maxille. C'est alors qu'apparaît l'œil tripartite de l'adulte, ainsi que le troisième somite thoracique, avec sa paire de bourrelets appendiculaires.

Au-dessous de la cuticule, viennent ensuite les limites de deux nouveaux segments sans traces d'appendices et les deux pièces furcales. L'endoderme se transforme peu à peu en canal digestif. L'embryon quitte alors la forme métanauplienne pour entrer dans le *premier stade cyclopoïde*. Le corps compte six segments et la furca, l'antennule comprend cinq articles, l'antenne n'a pas perdu sa rame externe, la troisième patte thoracique est encore emprisonnée sous la cuticule, la soie furcale interne est la plus longue.

Le *deuxième stade cyclopoïde* diffère du précédent par le nombre sept des segments, par l'antennule de six ou sept articles, par l'antenne sans rame externe, par la troisième patte thoracique libre et mobile, par la soie furcale interne plus courte que sa voisine.

A ce moment, les embryons nagent encore vivement vers la lumière et leur musculature est composée de faisceaux compacts et bien développés. Après le deuxième stade cyclopoïde, dès qu'apparaissent les rudiments de la quatrième paire de pattes thoraciques, les faisceaux musculaires s'allongent et s'effilent et, par la flexion ventrale de l'abdomen sur le thorax, les jeunes copépodes perdent l'allure des formes libres. Ce passage est particulièrement net chez *Doroixys*, où la perte immédiate des longues soies furcales indique mieux encore l'adaptation à la vie sédentaire. C'est au deuxième stade cyclopoïde que les jeunes Copépodes rentrent dans le Tunicier qui les abrite, pour terminer leur métamorphose.

2° **Parasites** (genres *Enterocola* VAN BEN., *Aplostoma* CANU). La métamorphose des parasites des Synascidies est plus abrégée. Je n'ai pas vu de stade *metanauplius*. La première maxille se montre toujours à l'état de bourrelet tégumentaire au-dessous de la cuticule; chez *Aplostoma*, elle n'est jamais libre à l'extérieur. La seconde maxille reste indivise.

J'ai déjà signalé précédemment les divergences curieuses qui existent dans l'évolution des mâles et des femelles de ces animaux ainsi que la transformation graduelle des appendices buccaux, avec l'interprétation morphologique qu'elle impose.

3. — SUR LES RELATIONS DES COPÉPODES ASCIDICOLES.

Parmi toutes les formes des copépodes commensaux ou parasites que j'ai recueillies dans le Boulonnais; la famille des Ascidicolidæ (Notodelphyidæ, THORELL + Buproridæ, THORELL + Kosmechtridæ, DELLA VALLE = Schizoproctidæ, AURIVILLIUS + Enterocolidæ, DELLA VALLE + Enteropsidæ, AURIVILLIUS) est des plus intéressantes, par ce fait qu'elle présente de grandes variations dans la forme extérieure avec une conformation anatomique et des caractères biologiques d'une constance parfaite méconnus par la majorité des naturalistes.

1° Le genre *Notodelphys*, l'un des mieux connus, présente une forme très peu modifiée avec une mobilité presque égale à celle d'un copépode libre. J'ai pu étudier les caractères de l'adulte et de l'embryon sur trois espèces décrites avec assez d'exactitude par THORELL: *N. agilis*, *N. elegans*; *N. Allmanni*.

2° Du genre *Doropygus*, j'ai recueilli en grande abondance, dans les Phallusies et les Molgules, *D. gibber* THORELL; dans les *Cynthia*, *D. pulex* THORELL, espèces déjà étudiées par THORELL, KERSCHNER, GIESBRECHT et AURIVILLIUS.

Une espèce très rare, *D. psyllus* THORELL, recueillie dans *Ascidia virginea*, m'a permis de rectifier quelques-unes des données anciennes d'un grand intérêt pour l'établissement des rapports entre les différentes espèces du genre.

3° *Notopterophorus elatus* O. G. COSTA, est la seule espèce de ce sous-genre que j'aie pu étudier.

4° De même que le genre *Doropygus*, l'unique espèce connue du genre *Doroixys* KERSCHNER, présente une cavité incubatrice relativement peu étendue et limitée aux trois derniers somites thoraciques. Elle est très commune dans les Amarouques; le développement des ovules de deuxième génération a lieu très nettement aux dépens de l'ovaire, et montre la formation des cordons ovulaires signalés par BUCHHOLZ, KERSCHNER et GIESBRECHT, chez *Doropygus*.

5° Sur tous les points de la côte boulonnaise, dans un petit *Cynthia* à test grisâtre et coriace (*C. lurida*, THORELL), j'ai retrouvé en abondance un copépode étudié seulement par KERSCHNER, sur un spécimen unique. Je lui donnerai le nom générique de **Bonnierilla** (1), puisque *Paryphes*, employé par KERSCHNER en 1879, avait déjà servi pour un insecte hémiptère (BURMEISTER, 1835). La cavité incubatrice de **B. longipes** recouvre les 2°, 3°, 4° et 5° somites thoraciques, le repli dorsal incubateur partant du deuxième somite et s'étendant jusqu'à l'abdomen.

6° Il en est encore ainsi chez **Gunenotophorus globularis** O. G. COSTA, que je trouve dans le même *Cynthia* et qui est caractérisé par la régression des appendices thoraciques et particulièrement de la cinquième paire, presque entièrement disparue.

7° Une espèce très intéressante habite la branche de *Lithonephria eugyranda*, petite Molgulide si abondante des rochers du Boulonnais. Elle se rapporte au genre **Botryllophilus** HESSE, 1864 (= *Kosmechtrus* DELLA VALLE, 1883 = *Schizoproctus* AURIVILLIUS, 1885), suffisamment reconnaissable, après la ponte, au sac ovigère sphérique attaché dorsalement, et aux cinquièmes pattes thoraciques latéro-dorsales qui le protègent. Je l'appellerai **B. macropus**, et je signalerai la réduction de l'exopodite mandibulaire, la forme ramassée et élargie de la première maxille, le développement en griffe solide et résistante de la seconde maxille interne, etc. Rien dans l'organisation de ce copépode ne me paraît autoriser la création d'une famille Kosmechtridés ou Schizoproctidés, *Botryllophilus* présentant tous les caractères d'un Ascidicolidé par ses appendices et son appareil reproducteur.

Dans tous ces genres, le corps conserve la segmentation normale, et les régressions morphologiques sont reconnues comme très restreintes, spécialement en ce qui concerne les pièces buccales.

Deux formes curieuses et entièrement nouvelles, dont je ne connais que le sexe mâle, me permettent d'établir le passage des espèces encore normales aux formes plus étroitement adaptées au

(1) Dédié à mon ami JULES BONNIER.

parasitisme : je les nomme *Agnathaner typicus*, n. g. et sp. (de *Cynthia rustica*) et *Agnathaner minutus*, n. g. et sp. (de *Circinatum concreescens*).

La bouche y est un orifice relativement étroit, situé au sommet d'une saillie en bouton de l'enveloppe tégumentaire chitineuse : sur ce bulbe buccal, les lèvres ne sont guère faciles à reconnaître, alors qu'elles le sont encore sur la plupart des siphons de Copépodes parasites. A l'intérieur, le pharynx chitineux et plissé, subit des contractions et dilatations rythmiques, capables de produire des aspirations amenant les sucs nutritifs dans le tube digestif. Mais la particularité la plus intéressante réside dans la dégradation corrélative des appendices buccaux ; car leurs articles basilaires (pièces masticatrices de *Notodelphys*) sont raccourcis et réduits à de simples saillies presque dépourvues d'épines et incapables de triturer des aliments solides. Par tous les autres caractères, le genre *Agnathaner* ressemble étroitement à *Notodelphys*, et représente, à mon avis, l'un des premiers termes de dégradations successives qui ont modifié les Ascidicolidæ à mandibules broyeuses en *Enterocola* sans mandibules et *Aplostoma* sans maxilles avec mandibules extraordinairement réduites.

En effet, les formes véritablement parasites dans les femelles et semi-parasites dans le sexe mâle, dont on a fait trop légèrement les familles des Enterocolidæ (DELLA VALLE) et Enteropsidæ (AURIVILLIUS), montrent la même organisation buccale, avec quelques degrés en plus dans la dégradation des appendices.

A la liste actuelle des parasites des Synascidies, je puis ajouter encore une curieuse espèce nouvelle du genre *Enterocola*, que je suis heureux de dédier à mon ami ALFRED BÉTENCOURT. Elle se distingue de *Enterocola fulgens*, VAN BEN., par l'allongement plus grand du thorax, de l'abdomen et spécialement de la furca, ainsi que par celui des pattes thoraciques (particulièrement de la 3^e paire), et par le développement relativement considérable des épines distales de la cinquième patte thoracique adaptée à la protection des sacs ovigères.

De même que *E. fulgens*, *Enterocola Betencourti* habite *Polyclinum succineum*, plus particulièrement dans une variété foncée des Roches Bernard et des fonds côtiers. Rien, dans les diverses descriptions de HESSE (1864-1878) ne peut indiquer ni même

faire supposer que *Enterocola Betencourti* ait été vu par ce naturaliste. Je l'ai pourtant recueilli en Bretagne, dans une Synascidie (*Aplidium zostericola*) très commune dans la baie de Concarneau et et aux îles Glénans.

A l'encontre des autres naturalistes, je réunis dans *une seule* famille des Ascidicolidæ, les divers copépodes parasites ou semi-parasites des Tuniciers, qui appartiennent aux genres : *Notodelphys*, *Doropygus*, *Goniodelphys*, *Botachus*, *Bonnierilla*, *Doroixys*, *Gunenotophorus*, *Botryllophilus*, *Ascidicola*, *Buprorus*, *Agnathaner*, *Enterocola*, *Enteropsis*, *Aplostoma*. Cette famille, parfaitement naturelle, est caractérisée par la morphologie des appendices, par l'appareil génital et les habitudes éthologiques. Elle tire son nom de *Ascidicola*, type morphologiquement intermédiaire entre les deux séries commensale et parasite — , et ce nom présente l'avantage de rappeler l'habitat commun à *toutes* les formes auxquelles il s'applique.

En résumé les Ascidicolidæ dérivent de Copépodes normaux à mandibules broyeuses, par des types tels que *Notodelphys*, *Doropygus*, etc. Mais il n'existe, contrairement à l'opinion de CLAUS (1889), aucune parenté immédiate, ni même d'origine commune entre les « Notodelphyidæ » (Ascidicolidæ, *pars*) et les Lichomolgidæ.

4. — LES COPÉPODES SEMI-PARASITES RECUEILLIS DANS LE BOULONNAIS.

L'éthologie des Copépodes semi-parasites donne à ces animaux un intérêt spécial par le fait qu'elle permet aux naturalistes de comprendre les modifications des formes complètement parasites et de saisir les facteurs qui régissent ces variations.

Dans les semi-parasites viennent se ranger toutes les formes capables de quitter facilement leur hôte, de vivre parfois longtemps à l'état d'indépendance avant de rejoindre leur habitat primitif. En somme, ces habitudes de liberté passagère (qui se retrouvent fré-

quement chez les mâles des formes parasites ou commensales incapables de mobilité dans le sexe femelle) ne sont qu'une persistance, chez l'adulte, des propriétés éthologiques communes aux embryons de tous les animaux fixés par le parasitisme. A ce titre, on peut considérer le semi-parasitisme des deux sexes comme un caractère primitif, quand il s'agit de comparer entre eux deux Copépodes voisins dont l'un serait semi-parasite et l'autre parasite vrai au sexe femelle ou aux deux sexes.

1° Parmi les Copépodes semi-parasites que j'ai recueillis sur divers Invertébrés du Boulonnais, je citerai d'abord, pour l'intérêt spécial qu'elle présente, la petite famille des *Hersiliidæ*, établie par moi en 1888 (1).

Hersiliodes Pelseneeri CANU vit dans le tube d'un Clyménien du banc de sable de la Pointe aux Oies. Je ne crois pas pouvoir admettre comme certaine l'identité de cette espèce avec *Antaria latericia* GRUBE (également commensal d'un Clyménien), forme si insuffisamment décrite qu'on ne pourrait actuellement déterminer à quel genre elle se rapporte. Puisque trois *Hersiliidæ* voisins vivent sur le même *Callianassa subterranea*, l'habitat commun sur des Clyméniens ne suffit point à prouver l'identité. *Antaria latericia* reste donc provisoirement dans le nombre déjà grand des formes problématiques.

Les *Hersiliens* commensaux des Crustacés sont beaucoup mieux connus et je puis leur rattacher en toute certitude *Nicothoe astaci* AUD. et EDW., après l'étude nouvelle que j'ai faite de ce parasite du Homard.

La dégradation croissante de ces formes, par le parasitisme de plus en plus intime, est particulièrement manifeste :

Hersiliodes Thomsoni CANU et *Giardella callianassæ* CANU vivent en commensaux dans les galeries de *Callianassa subterranea*. *Clausidium (Hersilia) apodiforme* PHILIPPI adhère à la carapace du même Crustacé et se loge jusque dans la cavité branchiale. En conséquence *Clausidium* est un parasite plus intime

(1) E. CANU, Sur les *Hersiliidæ*. . . *Comptes rendus Acad. d. Sci.*, t. CVIII, n° 20, séance du 12 nov. 1888. — E. CANU, Les Copépodes marins du Boulonnais, III, les *Hersiliidæ*, famille nouvelle des Copépodes commensaux, *Bull. scientifique*, t. XIX, p. 402-432, pl. xxviii-xxx.

et la dégradation qu'il a subie est plus profonde. Plus intimes encore sont les rapports qui unissent la femelle de *Nicothoe* à son hôte, ce Copépode étant un véritable parasite, fixé sur la branchie sans pouvoir quitter la place ni glisser à la surface des téguments. La spécialisation de tous les appareils de *Nicothoe* est en conséquence plus parfaite, sans toutefois s'écarter du type moyen de la famille des *Hersiliidæ*, puisque toute l'organisation morphologique concorde dans :

A. Les antennes quadriarticulées (et non triarticulées : CLAUS 1860), à bord interne adhérent dans le troisième article ;

B. L'atrium buccal transformé en disque-suçoir avec lèvre supérieure et paragnathes encore reconnaissables (CLAUS 1875) ;

C. Les premières maxilles bilobées, presque superposables aux appendices homologues de *Giardella* et *Hersiliodes* ;

D. Les secondes maxilles construites sur le même type ;

E. L'appareil génital.

Malheureusement le mâle de *Nicothoe* reste inconnu — l'unique échantillon décrit par CLAUS en 1860, n'étant qu'une femelle immature — ; les importants caractères taxonomiques fournis par ce sexe nous manquent donc pour confirmer la position systématique de ce Crustacé.

2° — Les **Lichomolgidæ** sont certainement les Copépodes les moins connus, malgré les recherches déjà anciennes de nombreux naturalistes.

Tout récemment (1889), CLAUS insista sur la nécessité de décrire méthodiquement et de disséquer avec le plus grand soin les appendices céphaliques de ces petits Copépodes, avant d'établir les diagnoses génériques et spécifiques. Les nombreuses erreurs de description commises par des naturalistes comme KOSSMANN, BRADY, DELLA VALLE, etc., montrent la difficulté d'une pareille étude, et rendent la synonymie des formes actuellement décrites pleine d'obstacles.

Après l'observation approfondie que j'ai pu faire des divers appendices de huit espèces distinctes de *Lichomolgidæ*, je me rallie

entièrement aux dernières données de CLAUS sur la morphologie de ces animaux, contre KOSSMANN, DELLA VALLE et autres.

A. — Le genre *Lichomolgus* THORELL me paraît caractérisé par sa forme cyclopoïde, ses antennules 7-articulées, ses antennes préhensiles 4-articulées, terminées par des crochets recourbés et quelques soies, ses mandibules et ses secondes maxilles effilées et falciformes, ses quatrièmes pattes thoraciques à endopodite biarticulé.

a. — *Lichomolgus doridicola* LEYDIG est très abondant sur les branchies de *Doris tuberculata*, *D. Johnstoni*, *D. millegrana*, sur les papilles dorsales de *Antiope hyalina*, *Eolis coronata* ; je l'ai recueilli dans la baie de Concarneau (1886) aussi bien que dans le Boulonnais.

b. — *Lichomolgus albens* THORELL habite la cavité péribranchiale et le cloaque de diverses Ascidies : *Ciona intestinalis*, *Molgula socialis*, *Cynthia lurida*. La mandibule est effilée et finement barbelée sur les deux bords. La cinquième paire de pattes porte, à la face interne de son extrémité distale, une saillie légèrement incurvée qui l'élargit au niveau de l'insertion de l'épine pectinée. Pour ces caractères, *L. furcillatus*, var. *mediterranea*, décrit et figuré par KOSSMANN (1877), me semble se rapporter à *L. albens*.

Les soies terminales de la furca présentent une conformation spéciale, méconnue jusqu'à présent : elles sont cylindriques, arrondies à leur extrémité ; la moitié proximale, revêtue d'une paroi chitineuse épaisse, est seule barbelée, tandis que la région distale se compose d'un axe médian réfringent, soutenant une mince paroi externe hyaline et complètement nue.

c. — *Lichomolgus Poucheti*, n. sp., habite à la surface des colonies de *Morchellium argus* et de *Fragarium areolatum* de la baie de Concarneau. J'ai pu recueillir la femelle de cette espèce en 1886, durant mon séjour au Laboratoire de Concarneau, grâce aux moyens de recherche qu'a bien voulu mettre à ma disposition M. le Professeur G. POUCHET.

Cette espèce se rapproche du *L. furcillatus* THORELL par la disposition des segments abdominaux, par la forme auriculaire des

ouvertures génitales femelles, par la réduction des cinquièmes pattes thoraciques et des pièces furcales.

Elle s'en distingue nettement :

α. Par la forme générale plus allongée, puisque THORELL dit *L. furcillatus* un peu plus élargi que les autres espèces, et que l'inverse est vrai pour *L. Poucheti*.

β. Par les appendices céphaliques, et en particulier l'armature du 4^e article de l'antenne, composée de trois fortes épines recourbées, et de deux longues soies, ce qui rappelle plutôt *Sabelliphilus Sarsi* CLAPARÈDE.

γ. Par la mandibule, bien différente de celle décrite par THORELL.

δ. Par la maxille, pourvue d'une soie terminale et non de deux soies, comme chez *L. furcillatus*.

ε. Par la 2^e maxille externe, dont l'extrémité falciforme porte vers la base quatre grandes épines subégales et diffère ainsi de *L. furcillatus*, puisque dans ce dernier THORELL ne décrit en ce point qu'une seule épine plus grande, comme chez *L. albens*. De plus, la grande soie interne est richement garnie de fortes épines dans *L. Poucheti*, tandis qu'elle est nue chez *L. furcillatus*.

ζ. Par la 2^e maxille interne, à griffe terminale plus courte.

η. Par la longueur du dernier segment abdominal, supérieure à la largeur (inférieure chez *L. furcillatus*, d'après THORELL).

θ. Par les pièces furcales dont la longueur contient presque trois fois la largeur.

ι. Par les soies furcales plus longues.

κ. Par l'habitat, puisque *L. furcillatus* vit dans *Ciona intestinalis*, d'après THORELL et AURIVILLIUS.

B.— J'établirai un nouveau genre, pour une belle forme de Lichomolgide dont j'ai recueilli les deux sexes en semi-parasites sur *Mactra stultorum*, dans les bancs de sable de la Pointe aux Oies, à Wimereux. Je dédie ce genre, **Herrmannella**, à mon ami G. HERRMANN.

De même que les genres *Sabelliphilus* M. SARS, *Anthessius* DELLA VALLE, *Paranthessius* CLAUS, *Myicola* WRIGHT, *Modiolicola* AURIVILLIUS, *Diogenidium* CH. EDWARDS, *Herrmannella* se distingue des autres Lichomolgides par l'endopodite triarticulé de la quatrième

paire de pattes thoraciques. L'antennule 7-articulée atteint les bords du premier segment thoracique, indépendant du céphalon. L'antenne, 4-articulée, porte à son extrémité une forte griffe recourbée aussi longue que les deux derniers articles, et trois soies flexibles ; le troisième article porte également trois soies courtes, assez grêles.

La mandibule falciforme est très allongée et effilée à son extrémité ; elle porte de petits denticules sur ses deux bords, mais il n'existe pas de soie à son bord concave. La maxille, presque cylindrique et de forme régulière, se termine par deux soies flexibles.

La seconde maxille externe se termine par un prolongement falciforme garni d'épines ; la grande soie interne est bien développée et porte aussi des épines ; la petite soie accessoire interne est mince et rigide.

La seconde maxille interne est relativement très développée : la griffe terminale, chez la femelle, est de forme allongée ; dans le mâle, elle est aussi longue que l'appendice entier, comme dans les genres *Anthessius* et *Myicola*.

Les cinquièmes pattes thoraciques comprennent une base soudée avec le tronc et munie d'une courte soie vers l'extérieur et d'un article allongé terminé par une soie flexible à l'extérieur et une épine denticulée à l'intérieur.

En résumé, *Herrmannella* se distingue :

a. de *Sabelliphilus*, par l'antenne et les pièces buccales ;

b. d'*Anthessius* et *Myicola* par la mandibule, la première maxille, la seconde maxille externe ;

c. de *Myicola* femelle, par la présence de la seconde maxille interne ;

d. de *Modiolicola*, par l'antenne et les pièces buccales ;

e. de *Diogenidium*, par la forme de la région moyenne du corps et par les pièces buccales.

Herrmannella rostrata, n. sp., vit sur les branchies des Mactres. Le prolongement frontal est particulièrement développé : ses bords sont formés d'une chitine très épaisse ; l'extrémité forme une épine solide et pointue qui s'étend, à la face ventrale, jusqu'à la base des antennes.

C. — Le genre *Pseudanthessius* CLAUS comprend des formes dans lesquelles le 1^{er} segment est soudé au céphalon, l'antennule 7-

articulée pourvue de longues soies, l'antenne terminée par plusieurs épines coudées et articulées et quelques soies, la mandibule sans prolongement terminal falciforme, une épine adhésive sur le 2^e article de la seconde maxille interne, l'endopodite monoarticulé à la quatrième paire de pattes thoraciques, la cinquième paire de pattes thoraciques imparfaitement séparée du segment qui la porte.

Comme CLAUS l'a fait observer, deux espèces de *Lichomolgus* décrites par BRADY, se rapprochent de *Pseudanthessius* par leur quatrième paire de pattes. En l'absence d'exemplaires types, les descriptions de BRADY paraissent ici difficiles à utiliser, en raison de leur insuffisance. En tout cas, *L. Thorelli* BRADY est certainement un *Pseudanthessius* très voisin de l'unique échantillon décrit par CLAUS comme *P. gracilis*.

Par suite des analogies qu'il présente avec une nouvelle espèce de *Pseudanthessius* que j'ai recueillie, je rapprocherai encore de ce genre *L. liber* BRADY et ROBERTSON. Divers caractères très saillants et faciles à observer, qui ne sont pas signalés par BRADY, me portent à séparer d'ailleurs ces deux formes.

Pseudanthessius Sauvagei, n. sp., vit en commensal sur l'oursin irrégulier, *Echinocardium cordatum*, des bancs de sable de la Pointe-aux-Oies, à Wimereux, et du Port en eau profonde de Boulogne. Je dédie cette espèce à M. le D^r SAUVAGE, directeur de la Station aquicole de Boulogne-sur-Mer. Elle est caractérisée par la forme ramassée du mâle et de la femelle ; par la division de l'abdomen en 5 segments chez le mâle et en 4 (et non 5, comme dans *P. liber* BRADY) chez la femelle ; par la forme de sa mandibule, constituant une lame solide et dentelée à son bord médian, par la deuxième maxille interne, dont le deuxième article porte vers l'extérieur, chez la femelle, une petite épine et une grande soie barbelée aussi longue que l'appendice entier, et, chez le mâle, deux petites épines, dont l'une remplace cette soie, et une riche garniture de denticules triangulaires. Ces ornements de la seconde maxille interne, très faciles à distinguer, n'existent pas dans *P. liber* BRADY et ROB. La griffe terminale de la seconde maxille interne atteint, dans le mâle, la longueur de l'appendice entier.

La cinquième patte forme une lame saillante sur le côté du 5^e somite thoracique, et porte une forte épine effilée et denticulée sur les bords, avec deux soies flexibles.

D. — Le genre *Modiolicola* AURIVILLIUS ne comprend qu'une seule espèce, *M. insignis* AURIV., que j'ai recueillie en grande abondance sur les branchies des gros *Modiola modiolus* dragués entre le Varne et le Colbart durant les sondages faits à bord du vapeur l'*Ajax* pour les études du Pont sur la Manche.

Les caractères différentiels du genre *Modiolicola* sont très nets :

a. l'abdomen compte, dans les deux sexes, cinq segments plus la furca ;

b. la limite du céphalon et du premier somite thoracique est très visible dans les deux sexes ;

c. l'antenne compte quatre articles dont le 3^e est plus long que le premier et égal au 2^e et au 4^e ; elle se termine par quatre soies en griffe et deux soies grêles ; le 3^e article est inerme ;

d. La seconde maxille externe porte une extrémité falciforme épineuse, et une soie interne lisse ; il n'existe pas de grande soie interne épineuse ;

e. la seconde maxille interne 3-articulée dans les deux sexes, se termine par un article arrondi chez la femelle et par une forte griffe, aussi longue que l'appendice entier, chez le mâle ;

f. l'endopodite des quatrièmes pattes thoraciques est 3-articulé ;

g. les cinquièmes pattes thoraciques se composent d'une base saillante pourvue d'une soie au côté dorsal, et d'un article terminé par une soie fine vers la face dorsale et par une longue épine effilée vers la face ventrale. Cette épine, beaucoup plus développée que dans les autres Lichomolgides, atteint aux $\frac{2}{3}$ du segment génital.

Les épines qui garnissent le bord postérieur des 2^e, 3^e et 4^e segments abdominaux chez *M. insignis*, n'existent qu'à la face ventrale.

Les Lichomolgidæ sont, sans nul doute, de proches parents des Sapphirinidæ d'une part, et des Ergasilidæ d'autre part. J'ai pu me convaincre de cette dernière parenté par l'étude attentive de *Thersites gasterostei* PAGENSTECHER, espèce recueillie dans le vieux port de Wimereux, sur *Gasterosteus aculeatus*. Mais on ne connaît encore aucun type de passage ni de disposition anatomique permet-

tant de les rattacher à une forme ancestrale quelconque. Le Copépode gnathostome actuel le plus voisin des Lichomolgides reste à déterminer, et on ne peut le supposer parmi les Notodelphyidæ plutôt que dans toute autre famille.

3° De même que les différents auteurs qui ont recherché les Copépodes marins, j'ai recueilli, isolément ou en compagnie de leurs hôtes, plusieurs individus d'*Ascomyzontidæ* qui se rapportent à six espèces distinctes, et j'ai pu étendre ainsi les observations récentes de CLAUS sur ces intéressants Crustacés.

A. — Le genre *Dermatomyzon* décrit par CLAUS sur un spécimen femelle recueilli en liberté à Trieste, se distingue d'*Ascomyzon* THORELL :

a. par son abdomen 4-segmenté dans la femelle, et 5-segments chez le mâle ;

b. par ses antennules 19 articulées dans la femelle, et 13-articulées chez le mâle, où les 18^e et 19^e articles sont soudés et où les articles 11 à 13 et 14 à 17 ne forment respectivement qu'une seule pièce ;

c. par le siphon court, aminci vers l'extrémité qui ne dépasse point la base de la seconde maxille ;

d. par la lame mandibulaire solide, dentelée à son extrémité amincie en stylet ;

e. par la lame maxillaire courte et dirigée vers la ligne médiane ;

f. par les cinquièmes pattes thoraciques foliacées, portant deux épines et des soies vers leur extrémité.

J'ai pu recueillir, dans les dragages de l'*Ajax* (1890), plusieurs exemplaires de *Dermatomyzon elegans* CLAUS appartenant au sexe mâle, non encore décrit ; et je suis convaincu, grâce aux renseignements complémentaires que m'a communiqués le Prof. BRADY, que *Cyclopicera nigripes*, rapporté au genre *Ascomyzon* par CLAUS, n'est qu'une autre espèce de *Dermatomyzon*. Dans l'état actuel des descriptions, la différence spécifique la plus nette consiste dans la coloration foncée des pattes thoraciques et du corps, chez *D. nigripes* BRADY et ROB.

B. — Le genre *Asterocheres* BOECK (1859), supprimé par BRADY (1880) et par CLAUS (1889), doit être conservé, comme j'ai pu m'en convaincre en étudiant à nouveau l'espèce de BOECK pour laquelle ce genre fut créé. Contrairement à l'opinion de CLAUS, qui a soumis les espèces décrites avant lui à une critique minutieuse, ce genre est parfaitement distinct :

a. d'*Ascomyzon* THORELL (type : *A. Lilljeborgi* TH. = *Artotrogus Boeckii* BRADY), par l'organisation et le développement du siphon, étendu chez *A. Lilljeborgi* d'après THORELL, jusqu'au 5^e somite thoracique et chez *A. Boeckii*, d'après le dessin de BRADY, jusqu'au delà du céphalon ;

b. de *Cyclopicera* BRADY (type : *C. nigripes* BRADY et ROB.) qui présente les caractères du genre *Dermatomyzon* CLAUS (abdomen, 5^{es} pattes thoraciques, siphon) ;

c. de *Cyclopicera* BRADY (type : *C. lula*, BRADY = *Ascomyzon echinicola* NORMAN) qui possède les caractères du genre *Echinocheres* CLAUS (antennules 17-articulées du mâle et 21-articulées de la femelle ; première maxille).

Et il peut se reconnaître :

a. aux antennules 17-articulées de la femelle (où BOECK a omis l'avant dernier article) ;

b. aux antennules 17-articulées du mâle, avec le 12^e article égal au 13^e et au 14^e ;

c. au siphon court, ne dépassant pas la base des secondes maxilles, plus court, plus large et plus fort que chez *Artotrogus*, comme le dit BOECK ;

d. par les mandibules à base styliforme atteignant jusqu'au bout du siphon, légèrement denticulée à son extrémité et suivie d'un fouet biarticulé terminé par deux soies ;

e. aux cinquièmes pattes thoraciques réduites à deux articles, dont le dernier ne porte que deux soies ;

f. a l'abdomen 3-segmenté de la femelle.

Je rapporte à *Asterocheres Lilljeborgi* BOECK, type du genre, un céphalothorax de Copépode ascomyzontide mâle, recueilli au

fond d'un bocal contenant des produits de dragages faits à bord de l'*Ajax*, par M. le Dr SAUVAGE, un peu au large du Cap Gris-Nez (dans ce dragage abondaient *Molgula socialis* et aussi *Psammechinus miliaris*). Le premier article du fouet mandibulaire est très allongé et double du second. Étant donnée l'imperfection des dessins de BOECK, je noterai seulement une différence dans l'ornementation du 2^e article de la 5^e patte thoracique qui, dans mon échantillon, est ciliée sur les deux bords, tandis que, d'après le dessin et la description de BOECK, elle ne porterait que 4 épines sur le bord interne.

Sur une éponge gluante, *Renieria* sp., draguée à l'accore du Colbart, j'ai trouvé un exemplaire femelle d'une nouvelle espèce que je dénommerai **Asterocheres Renaudi** (1). Elle se distingue de la précédente par la brièveté du fouet mandibulaire 2-articulé, dont les deux articles sont égaux ; par la grande réduction de la 5^e patte thoracique qui a les bords lisses ; par la cuticule ornementée de stries ondulées, dans les appendices céphaliques.

C. — Du genre **Artotrogus** BOECK, caractérisé :

- a. par des antennules 9-articulées chez la femelle ;
- b. par des antennes 4-articulées, pourvues d'un exopodite très réduit avec 2 soies ;
- c. par un siphon renflé à sa base, très effilé et fendu sagittalement, vers son extrémité, pour former une sorte de bec laissant poindre l'extrémité des mandibules.
- d. par des mandibules styliformes, denticulées à l'extrémité, aussi longues que le rostre, et dépourvues de fouet ;
- e. par la 4^e paire de pattes biramée, à endopodite 3-articulé et porteur de soies très réduites.

Dans la zone des Laminaires, j'ai recueilli un bel exemplaire femelle, que je rapporte, pour l'ornementation de sa cuticule dorsale richement ponctuée de tubercules terminés par une petite soie, à **A. Normani** BRADY et ROB. Cette espèce se sépare encore

(1) En souvenir de la gracieuse hospitalité que M. JULES RENAUD, ingénieur-hydrographe de la Marine, nous a offerte à bord de l'*Ajax* et de l'empressement qu'il a mis à nous faciliter les recherches zoologiques, au cours des sondages effectués sous sa direction dans le Pas-de-Calais en Juillet et Août 1890.

nettement des *Artotrogus orbicularis* BOECK et *A. magniceps* BRADY par sa forme allongée, spécialement dans la région abdominale.

D. — Le genre *Dyspontius* THORELL est représenté à Wimereux par l'espèce type *D. striatus* THORELL dans les petites Ascidies de la zone des Laminaires.

L'antennule du mâle porte de très longs bâtonnets sensoriels sur les articles 2 à 8, et un autre beaucoup plus gros, sur le 9^e.

L'antenne présente encore des traces évidentes de la séparation des premier et deuxième articles ; elle peut donc passer pour 4-articulée. Son exopodite est très réduit.

Le siphon, étendu jusqu'au milieu du thorax, est fendu à son extrémité et laisse voir le bout denticulé des mandibules.

Le fouet mandibulaire manque totalement.

Il n'existe pas d'endopodite dans les 4^{es} pattes thoraciques uniramées.

La cinquième paire de pattes existe parfaitement ; et bien qu'elle soit extrêmement réduite, on y reconnaît un article basilaire soudé au thorax et porteur d'une soie externe, et un article distal, terminé par deux longues soies.

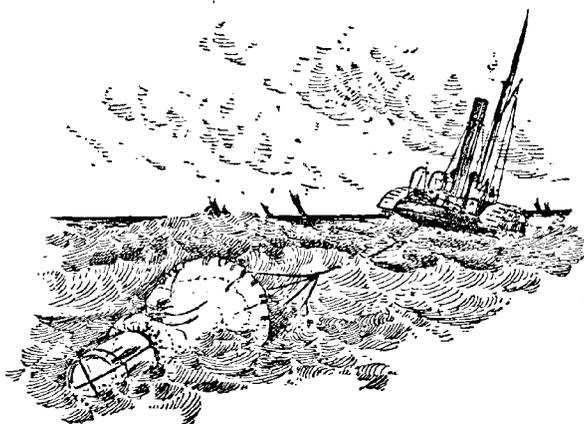
E. — Du genre *Acontiphorus* BRADY — très remarquable par l'organisation du siphon en tube capillaire dans lequel les mandibules effilées n'atteignent plus l'extrémité et ne jouent plus de rôle térébrant — j'ai recueilli au milieu des Eponges et des Ascidies de la zone des Laminaires et des dragages de l'*Ajax*, plusieurs spécimens d'*A. scutatus* BRADY et ROB, qui se distingue de son congénère *A. armatus* BRADY, par la brièveté des antennules et par la longueur du siphon, dont l'extrémité arrive jusqu'à la furca.

4^o. — Trois exemplaires du curieux parasite d'*Amphiura squamata* signalé par GIARD en 1879 ont été recueillis à Wimereux. Comme l'a fait remarquer GIARD, *Cancerilla tubulata* DALYELL est très voisin de *Caligidium vagabundum* CLAUS (1889). En effet, dans les deux genres, les deux premières pattes thoraciques sont seules propres à la natation, la 3^e patte est très réduite, la 4^e manque totalement et la 5^e présente un article basilaire soudé au

thorax et un article terminal porteur de plusieurs soies. Les antennes préhensiles sont identiques. L'organisation de la bouche concorde assez exactement : elle est assez spéciale pour que, avec CLAUS, on puisse attendre d'une connaissance plus approfondie (développement, etc.), la nécessité d'établir pour ces formes une nouvelle famille bien distincte des Ascomyzontides. Les différences sexuelles si curieuses de *Cancerilla*, et spécialement la réduction des deux paires de pattes nataoires dans la femelle, distingueraient nettement les deux groupes (1).

Wimereux, le 5 Juillet 1891.

(1) Les espèces que j'ai signalées brièvement ici seront décrites en détail dans un mémoire accompagné de trente planches, actuellement sous presse, et qui formera le tome VI des *Travaux du Laboratoire maritime de Wimereux*.





A PROPOS
DES *PLEUROTOMARIA* DES MUSÉES AMÉRICAINS,

PAR

W. - H. DALL.

Nous recevons de l'éminent malacologiste américain W.-H. DALL, la lettre suivante que nous nous faisons un devoir de publier.

Washington D. C., 29 Mai 1891.

A Monsieur le Professeur A. GIARD, Paris.

« Cher Monsieur,

» J'ai reçu un exemplaire de l'intéressant mémoire publié dans le *Bulletin scientifique de la France*, par mon ami le D^r H. von JHERING « Sur les relations naturelles des Cochlides et des Ichno-podes (1) ». Dans ce remarquable travail, VON JHERING fait allusion à l'existence supposée de spécimens de *Pleurotomaria* contenant les parties molles, dans le Museum national des États-Unis et dans le Museum de Zoologie comparative de Harvard College. Il ne faut

(1) Voir le présent volume, p. 148.

pas s'attendre à ce que le D^r VON JHERING puisse consulter une bibliothèque bien garnie dans sa résidence si lointaine du Brésil, mais s'il avait lu ce qui a été publié sur ce sujet (1), il aurait sans doute évité des remarques (*l. c.*, p. 159), qui sont tout au moins une critique indirecte des autorités de ces deux Museums. En fait, aucun spécimen de *Pleurotomaria* n'est parvenu jusqu'ici dans ce pays, avec ses parties délicates bien conservées. En raison des moyens défectueux de préparation et de la chaleur excessive du climat des Antilles, tout ce qui restait des exemplaires envoyés en Amérique était le bord du manteau et les parties externes solides du pied et de la tête; tout le reste était dans un état de décomposition absolue. Sans cela, une dissection aussi complète que possible aurait été faite depuis longtemps.

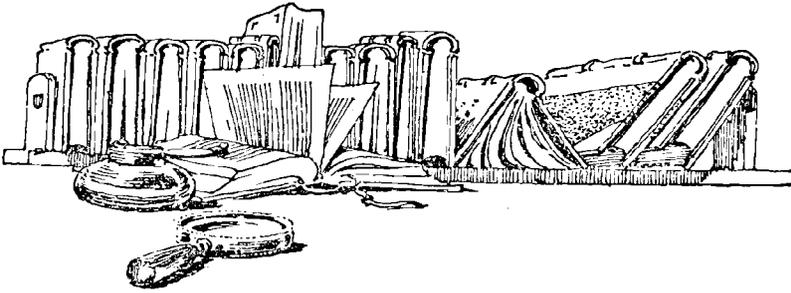
» Je puis ajouter aux remarques du D^r VON JHERING sur *Gadinia* que, depuis plus de vingt ans, j'ai publié en détail la grosse anatomie de cette forme (*Am. Journ. Conch.*, v. pp. 8-22, 1870), montrant que *Gadinia* est un vrai Pulmoné et n'a pas de branchies; que l'impression antérieure sur le côté droit qui, chez *Siphonaria* marque l'insertion de la partie antérieure de l'adducteur, est absente chez *Gadinia* ou reçoit seulement une portion du bord du manteau et n'est la marque d'aucun muscle. Ces observations ont été faites sans l'emploi des méthodes perfectionnées de ces dernières années, mais elles sont suffisamment démonstratives et concluantes. Et cependant, le Professeur LANKESTER, dans la dernière édition de l'*Encyclopædia Britannica*, ne place pas encore les *Gadiniidæ* parmi les familles des Pulmonés!

» Veuillez agréer l'assurance de ma parfaite considération,

W.-H. DALL,

Hon. Curator Dept. of Mollusks
U. S. Nat. Museum Washington. D. C.

(1) Voir *Bull. Mus. Comp. Zool.*, VI, p. 79.



BIBLIOGRAPHIE.

Recherches sur le développement des Poissons osseux, par HENNEGUY (1).

Malgré les travaux nombreux qui ont été publiés sur l'embryogénie des poissons osseux, beaucoup de points importants du développement de ces animaux sont encore entourés d'obscurité, par suite du désaccord qui existe entre les auteurs. A ce point de vue, un mémoire récent de M. HENNEGUY, qui fournit de nombreux détails sur ces phénomènes, présente un grand intérêt.

Cet auteur, mettant à profit les matériaux que lui ont fourni les aquariums de pisciculture établis par COSTE au Collège de France, a repris, à l'aide des procédés de la technique moderne, l'étude détaillée du développement de la Truite, depuis la fécondation jusqu'à la formation des principaux organes.

L'œuf ovarien de la Truite, arrivé à maturité, a une constitution tout à fait différente de celle de l'œuf pris dans la cavité abdominale. Son contenu est formé de vésicules pressées les unes contre les autres; autour de la vésicule germinative, dans la région micro-pylaire, les vésicules sont remplies de fines granulations; leur ensemble constitue le vitellus plastique. Dans le reste de l'œuf, on ne trouve que de grosses vésicules transparentes, renfermant quelques vacuoles et de petits globules huileux. Après la délivrance

(1) *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, de ROBIN, 1888, p. 413.

du follicule ovarien, la vésicule germinative a disparu, et les vésicules plastiques se sont fusionnées en une masse protoplasmique finement granuleuse, irrégulièrement étalée au-dessous du micropyle. C'est le germe. Les grosses vésicules se sont également fusionnées en une masse visqueuse, homogène, le vitellus de nutrition. Les petits globules huileux se sont rassemblés à la périphérie de l'œuf, en de gros globules plus nombreux dans la région micropylaire que dans le reste de son étendue.

Moins heureux que C. K. HOFFMANN, HENNEGUY n'a pu suivre la transformation de la vésicule germinative en noyau femelle, ni observer la formation du noyau mâle aux dépens du spermatozoïde.

Après la pénétration du spermatozoïde, le germe se concentre et ne tarde pas à se segmenter. Le premier sillon de segmentation apparaît généralement sur l'un des bords du germe, rarement au milieu. Le second sillon est perpendiculaire au premier, et le stade VIII se forme, comme chez les autres poissons osseux, par deux sillons parallèles au premier. A partir du stade XVI, la segmentation devient irrégulière ; chaque segment se divise également ou inégalement. Le germe finit par être constitué par un amas de cellules semblables entre elles, sauf celles de la couche superficielle qui sont plus petites et pressées les unes contre les autres. Cette couche est la *lame* ou *couche enveloppante*. Il n'existe pas de cavité de segmentation dans l'intérieur du germe.

De l'étude de la division indirecte des noyaux pendant cette segmentation, il ressort que le mécanisme de karyokinèse ou cytodierèse a pour point de départ le protoplasma, et que la figure achromatique est extra-nucléaire. Sur ce point, un certain nombre d'auteurs, tels que, par exemple, ED. VAN BENEDEN et BOVERI, sont d'accord.

Tout le protoplasma germinatif n'entre pas dans la constitution du germe. Autour de celui-ci, à la surface du vitellus, existe une couche protoplasmique, la *zone périphérique*, qui se concentre peu à peu, pendant la segmentation, pour constituer le *parablaste*. Des noyaux, provenant des sphères de segmentation, persistent dans son intérieur et s'y multiplient par division indirecte.

Le parablaste, une fois différencié, est donc une couche protoplasmique plurinucléée, ayant la forme d'une sorte de cratère à bords très nets, dans lequel est enchâssé le germe segmenté. Du

côté du vitellus, le parablaste est mal délimité. Bientôt, autour d'un certain nombre de noyaux du parablaste, se différencient des cellules qui viennent s'ajouter aux cellules de segmentation. Mais la genèse de ces cellules est très limitée et cesse dès que le jeune commence à s'étaler à la surface du vitellus. Le parablaste suit le germe dans cette extension, et ses noyaux ne se multiplient plus alors que par division directe et ne prennent aucune part à la formation des feuilletts embryonnaires.

Le germe segmenté se soulève au-dessus du vitellus et ne repose plus sur celui-ci que par son bord circulaire qui est plus épais et plus large d'un côté que de l'autre. Entre le germe et le vitellus se trouve la cavité germinative. Le bourrelet blastodermique est le siège d'une prolifération active des cellules ; il en résulte que les bords du germe s'infléchissent vers l'intérieur de la cavité germinative. La couche enveloppante ne prend pas part à cette réflexion. Dès ce moment, les deux feuilletts primaires du blastoderme sont constitués. L'ectoderme est la portion du germe qui forme le toit de la cavité germinative ; la portion réfléchie du germe est l'endoderme primaire.

HENNEGUY décrit les modifications extérieures de forme pendant la formation de l'embryon. Il établit un certain nombre de stades, qu'il désigne par les lettres A, B, C, D, E, F, G, H, depuis l'apparition de l'écusson embryonnaire jusqu'à la fermeture du blastoderme qui finit par entourer complètement le vitellus.

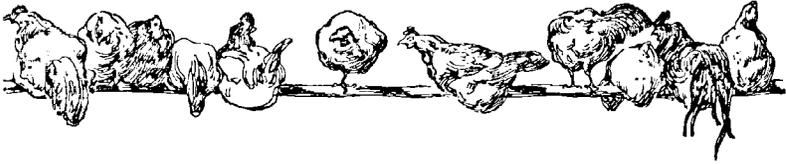
Les descriptions de l'auteur précité concordent à peu près entièrement avec celles données avant lui par OELLACHER.

HENNEGUY étudie ensuite l'aspect des coupes longitudinales et transversales correspondant à chacun de ces stades, en suivant un ordre chronologique. Il montre comment se différencient peu à peu les différents organes de l'embryon aux dépens des deux premiers feuilletts.

Dans la seconde partie de son mémoire, il expose l'évolution de chaque système et de chaque organe en particulier, et discute, à propos de chacun d'eux, les opinions des différents auteurs.

J. KUNSTLER.





Les Sens chez les Animaux inférieurs, par JOURDAN (1).

Sous ce titre, M. JOURDAN a publié un intéressant et complet résumé des connaissances actuelles et des dernières théories sur l'anatomie et la physiologie des organes sensoriels chez les invertébrés. Nous nous empressons tout d'abord de présenter, en le résumant à notre tour, ce livre du savant professeur de Marseille.

Débutant par un exposé rapide de la constitution générale des êtres organisés, destiné à préciser la signification des termes qu'il aura à employer et à faciliter l'intelligence de la structure des animaux, l'auteur caractérise nettement les propriétés de chacun de nos sens et définit la nature des sensations qu'ils nous procurent, en insistant sur les distinctions à établir et à sauvegarder dans l'importance relative des différents organes des sens chez les animaux et chez nous, eu égard aux différences de milieu, aux types anatomiques obligés de fournir les adaptations organiques à des fonctionnements analogues. Il insiste sur les conditions spéciales qui, comme la vie aquatique, favorisent chez certains l'exercice du sens du goût et s'opposent plus ou moins à celui de l'olfaction, sur la puissance visuelle de certains insectes, qui perçoivent des couleurs que nous ne pouvons que soupçonner physiquement.

M. JOURDAN passe ensuite à l'étude isolée de chaque sens et des organes qui lui sont attribués.

Pour le *toucher*, après avoir signalé l'existence de cellules sensibles et de cellules à cil tactile chez les Eponges et les Céléntérés,

(1) Les sens chez les animaux inférieurs, par M. JOURDAN, dans la *Bibliothèque scientifique contemporaine*, J.-B. BAILLIÈRE et fils, éditeurs, Paris, 1889.

il décrit le plexus périphérique et la structure des appendices tactiles tels que tentacules, ambulacres, pédicellaires des Echinodermes ; l'existence de cellules sensibles dans les couches épithéliales de ces appendices permet de faire de quelques-uns d'entre eux de véritables organes du toucher actif. Les vers offrent dans leurs organes tactiles une grande diversité de structure et l'auteur accorde une certaine importance à la description de ceux des Annélides: Ce sont les antennes, les cirres dorsaux, les élytres. Le tact chez les Arthropodes s'exerce à l'aide d'un appareil construit sur un type presque uniforme dans ses parties essentielles, le poil tactile. Les Mollusques ne possèdent pas d'organe du toucher, mais leurs téguments sont parcourus par des plexus nerveux dont les rameaux vont souvent aboutir à des bâtonnets sensitifs dispersés au milieu des cellules cylindriques des téguments et plus nombreux au milieu de certains appendices.

Le sens du *goût* et celui de l'*olfaction*, qui se complètent chez nous, sont presque confondus chez les Invertébrés. M. JOURDAN rapporte à un sens semblable à notre goût les organes que quelques auteurs appellent olfactifs chez les invertébrés à vie aquatique. Le sens du goût doit être chez tous ces animaux d'une application beaucoup plus générale que chez nous ; il sert sans doute à les aider dans le choix des aliments, mais il leur révèle aussi toutes les modifications d'ordre chimique qui s'effectuent dans le milieu ambiant.

L'*olfaction* est très développée chez tous les Arthropodes à vie aérienne ; les insectes sont en effet remarquables par la délicatesse de leur odorat. On rapporte à ce sens la faculté qui permet à ces animaux de reconnaître l'existence des femelles de la même espèce, des substances qui servent à leur alimentation, à des distances énormes ou à travers des obstacles qui s'opposeraient chez nous à la perception de toute odeur. Aussi a-t-on quelque peine à rapporter toujours à l'olfaction ces sensations si délicates. Ce sens siège dans les antennes, ainsi que le démontrent les expériences de FOREL et PLATEAU.

Le sens de l'*ouïe* est attribué chez les Invertébrés à des organes qui rappellent par leur disposition générale l'oreille interne des Vertébrés. On les désigne en anatomie comparée sous le nom

d'otocystes : leur interprétation physiologique laisse place à quelques doutes.

Le plus important chapitre est consacré à la *vue*. M. JOURDAN rappelle l'action si remarquable que la lumière exerce sur la vie de tous les êtres organisés. Les rayons lumineux peuvent être perçus chez quelques animaux unicellulaires à l'aide de simples taches de pigment ; d'autres plus élevés dans la série, des Cœlentérés, des Vers, sont sensibles à la lumière bien que dépourvus de tout organe pouvant passer pour un œil ; enfin, beaucoup ont des yeux véritables comprenant toutes les parties essentielles des nôtres. Certains Mollusques Lamellibranches, les Arches, les Peignes, possèdent des yeux fort intéressants à divers points de vue. Les Arthropodes ont des appareils visuels construits sur un type anatomique tout particulier. Les recherches récentes de W. PATTEN ont modifié beaucoup nos idées sur la structure de ces yeux.

Les expériences de LUBBOCK, FOREL et PLATEAU nous ont révélé des faits physiologiques du plus haut intérêt, tels que la perception de l'ultra violet, la faculté de distinguer les couleurs. Il est regrettable que des observations semblables n'aient pas été réalisées sur les animaux marins. Sans doute les conditions ordinaires de la vie de ces êtres sont difficiles à réunir dans les laboratoires, mais les observations physiologiques sur les organes des sens de ces animaux sont encore si peu nombreuses que le naturaliste qui se livrerait à ces recherches serait sans doute largement récompensé de ses peines.

Ce trop court résumé est bien insuffisant pour faire apprécier l'ensemble de l'ouvrage, mais on conçoit que l'analyse d'un travail de cette nature ne peut entrer dans la matière même de l'étude, car celle-ci comprend la totalité des organes sensoriels connus chez les animaux inférieurs et tous sont également intéressants. L'intérêt principal du livre de M. JOURDAN est la réunion, dans une exposition extrêmement claire et facile à suivre, de toutes les connaissances actuelles sur ce sujet encore si neuf et qui restera longtemps un des plus délicats de la physiologie.

Tout en reconnaissant que le plan adopté par l'auteur, c'est-à-dire le groupement en cinq organes des sens, facilite singulièrement les recherches parmi les documents que sa vaste érudition nous

procure, nous eussions préféré cependant une interprétation plus complète et plus large de ce sujet si étendu. Mais M. JOURDAN n'a en réalité fait que se conformer aux habitudes prises.

Il y a en effet dans toute opération sensorielle une double fonction d'analyse : une fonction élémentaire qui caractérise l'attribution spéciale de l'organe de sens, qui fait que l'œil voit, que l'oreille entend, que le toucher perçoit des contacts, des températures, etc. ; — et une fonction organique, liée au dispositif général de l'appareil, à son accommodation statique et à ses accommodations dynamiques, qui lui permettent de localiser les impressions élémentaires et de percevoir suivant quelle économie elles lui parviennent. La fonction de l'œil n'est pas seulement d'être impressionnable à la lumière, aux couleurs, elle est encore de localiser les impressions et de connaître la disposition de ces couleurs, de ces lumières entre elles et par rapport à nous. De même pour les sons, les contacts. Cette fonction si importante de localisation dans l'espace qui varie avec les formations sensorielles planes, concaves, convexes fixes ou mobiles, semble totalement dédaignée par les physiologistes naturalistes. Et pourtant elle joue un rôle capital dans les investigations sensorielles, car elle fait de la vision de la lumière la perception d'un espace lumineux, de l'audition des sons la connaissance d'un espace sonore, c'est le sens de l'espace à proprement parler, bien plus général et plus complet que celui dont parle CYON, qui n'a vu après FLOURENS et les autres, que sa particularité auriculaire. C'est cette analyse de l'espace par les sens qui intervient dans toutes les adaptations motrices de l'animal, y compris le maintien de son équilibre.

Mais laissant de côté cette forme si importante des opérations sensorielles, ne serait-il pas du plus haut intérêt de rechercher, à travers les formations si simples qui inaugurent les organes des sens à peine définis, comment la tactilité s'est adaptée peu à peu à la perception des ébranlements sonores ou lumineux, et comment on retrouve, avec une analyse déductive, les organes tactiles au sein des appareils auditifs ou visuels ?

En mettant à part le goût et l'odorat, qui apprécient chimiquement la matière à l'état de dissolution dans des liquides soit extérieurs soit fournis par l'économie, ou à l'état de division dans les gaz, et cela au moyen de modifications infimes que la formule moléculaire du protoplasme des cellules gustatives ou olfactives subit sous les

sollicitations électives plus ou moins pressantes des molécules au contact, il est remarquable que si loin que l'on recherche le mode d'excitation des cellules sensibles des organes sensoriels, on retrouve une adaptation tactile. Tous les neuro-épithéliums peuvent par simplification se réduire à une colonie de cellules infusoriformes, à cuticule, à plateau, à couronne ciliée, à cupules, à peignes de cils, etc., affectant toutes les formes et toutes les transparences suivant leur rôle, et au milieu de ces cellules, d'autres éléments monériens s'intercalent, émettant de véritables prolongements pseudopodiques soit entre les cellules isolées, soit au sein des cellules accolées et soudées comme dans les *ommatidies*, soit enroulés autour d'une gangue compacte ou emprisonnés dans son intérieur, comme pour les organes tactiles de l'homme. Le mode d'excitation adopté est la compression, le pincement du filet amœbien qui plonge dans l'intimité de la colonie de cellules épithéliales infusoriformes.

Pour le toucher proprement dit, on conçoit immédiatement comment se fait la compression. Pour ce toucher plus délicat qui s'adresse constamment aux masses otolithiques où se résument les ébranlements qui parcourent le corps de l'animal, il n'était pas nécessaire de modifier beaucoup la distribution du neuro-épithélium; ainsi reste-t-il tactile.

Mais pour l'œil, il faut remonter un peu plus haut. L'ondulation lumineuse avec la forme que les conceptions purement théoriques lui attribuent, ne peut agir sur le protoplasme d'une façon appréciable. Tout au plus, chez les organismes tout à fait inférieurs et homogènes, peut-on admettre que les échanges dans la circulation protoplasmique intracellulaire, nécessaires à la nutrition et à la reproduction, étant favorisés par l'éclairage, les individus sont naturellement amenés à la rechercher. Mais ce n'est pas une perception sensorielle à proprement parler. Il est nécessaire qu'un mouvement se trouve forcé de se transformer en un travail effectif pour que le protoplasme, indifférent à ce mouvement, perçoive le travail. En d'autres termes, il faut sous le marteau une enclume. Le pigment joue ce rôle pour l'ébranlement lumineux, qui s'y transforme évidemment en travail, puisque la lumière est par lui absorbée, ce qui constitue un travail. Quelle que soit la nature de ce travail, nous reconnaitrons facilement que le protoplasme au sein

duquel il surgit, ne peut y rester indifférent. Il est facile de s'en rendre compte en examinant des éléments très nettement différenciés. Les cellules pigmentaires des organes des sens, qui se déplacent, se contractent ou se dilatent selon la quantité de lumière qu'ils reçoivent.

Une cellule surchargée de pigment doit être au plus haut degré sensible au travail irritatif produit par l'absorption de la lumière, et se contracter ou se dilater en conséquence de cette irritation. Si nous supposons maintenant des filets monériens ou amœbiens, prolongements de cellules ganglionnaires plus profondément situées, emprisonnés dans des amas de cellules irritables par la lumière, nous avons un mode d'excitation oculaire simple qui se trouve réalisé dès les premiers Métazoaires. Plus haut dans la série, le filet nerveux est retenu sur toute sa longueur entre deux cellules épithéliales très réfringentes qui distribuent par réfraction totale la lumière sur des cellules noires qui les entourent de toutes parts. Celles-ci, recevant de la lumière, s'irritent, changent de forme et le filet médian se trouve plus ou moins comprimé. La vue est donc une perception tactile indirecte, et l'agent de la compression est le chromatoblaste, irrité par le travail que la lumière produit en se transformant au contact de son pigment.

Nous aurions de même souhaité que M. JOURDAN élucidât la question de savoir si les Invertébrés possèdent comme nous la perception de sons, ou s'ils se contentent d'analyser la trépidation, l'ébranlement comme tels. Nous pensons pour notre part que la perception de son, comme sensation continue, qu'on peut classer parmi d'autres sensations continues de même nature, doit être refusée absolument non seulement à tous les Invertébrés, mais encore aux Vertébrés dépourvus de formations cochléaires. Aucune des expériences faites à ce sujet ne démontre la perception réelle de son proprement dit.

Il nous est enfin impossible d'admettre, après CLAUDE BERNARD et M. JOURDAN, que la sensibilité soit définie *l'aptitude à réagir*. Ce n'est que l'aptitude à percevoir, à sentir. Un paralytique, un hypnotisé peuvent perdre l'aptitude à réagir, sans cesser de percevoir. L'aptitude à réagir comprend l'irritabilité et la motricité, tandis que la sensibilité, surtout dans son action cérébrale, outre qu'elle peut

déterminer la motricité, peut encore, par inhibition, l'interdire ou la modifier, la diriger en tous cas.

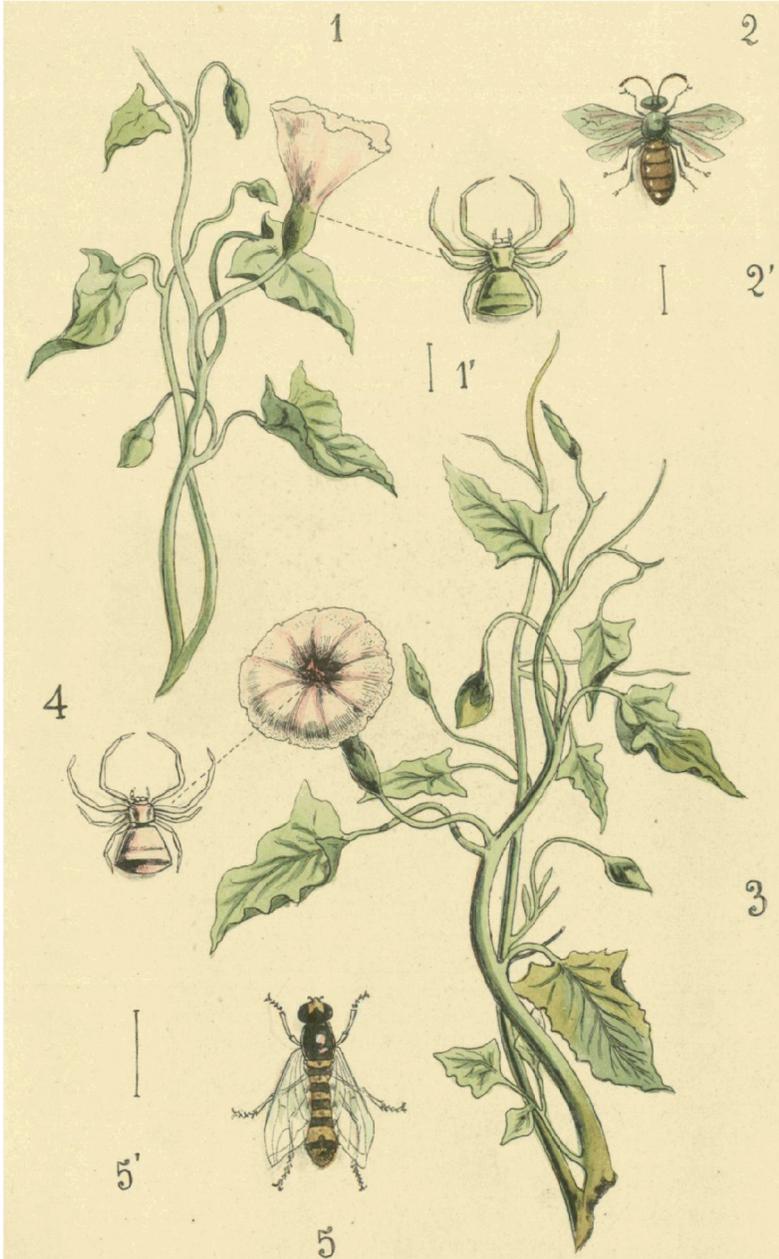
Ces quelques critiques, on le voit, ne s'adressent pas tant à M. JOURDAN qu'à l'universalité des physiologistes et des naturalistes, et l'auteur n'aurait d'ailleurs pu les éviter sans dérouter complètement les habitudes de ses lecteurs, ce qu'on eût critiqué davantage. Pour notre part, nous ne pouvons que louer sans réserve la clarté dans les expositions si délicates, le sens critique qui préside aux comparaisons et surtout la netteté de description qui font de ce compendium un ouvrage précieux et indispensable, permettant plus que tout autre de saisir les éléments de la physiologie humaine, en quelque sorte, à l'état naissant.

PIERRE BONNIER.



Lille Imp. L. Cassi.





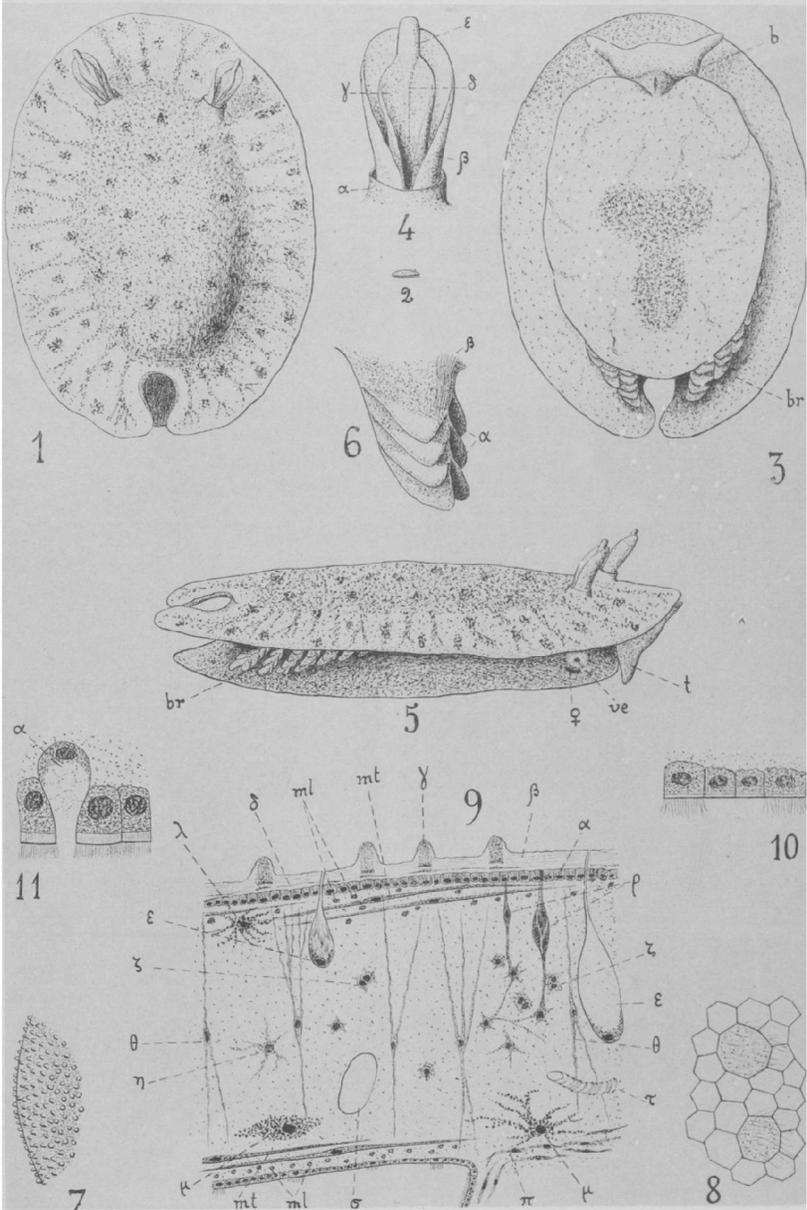
Pellissier pinxit.

Glyptographie Silvestre et C^o, Paris.



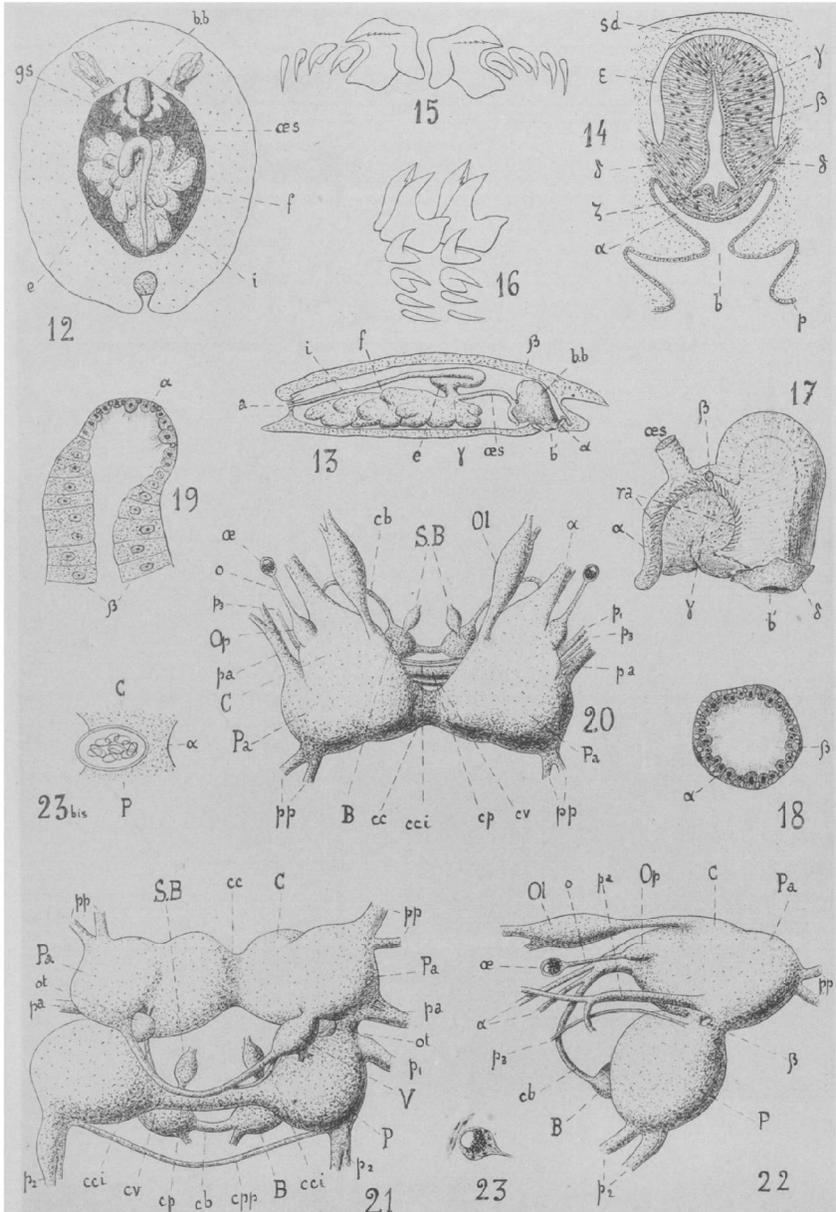
Pellissier pinxit.

Glyptographie Silvestre et C^{le}, Paris.



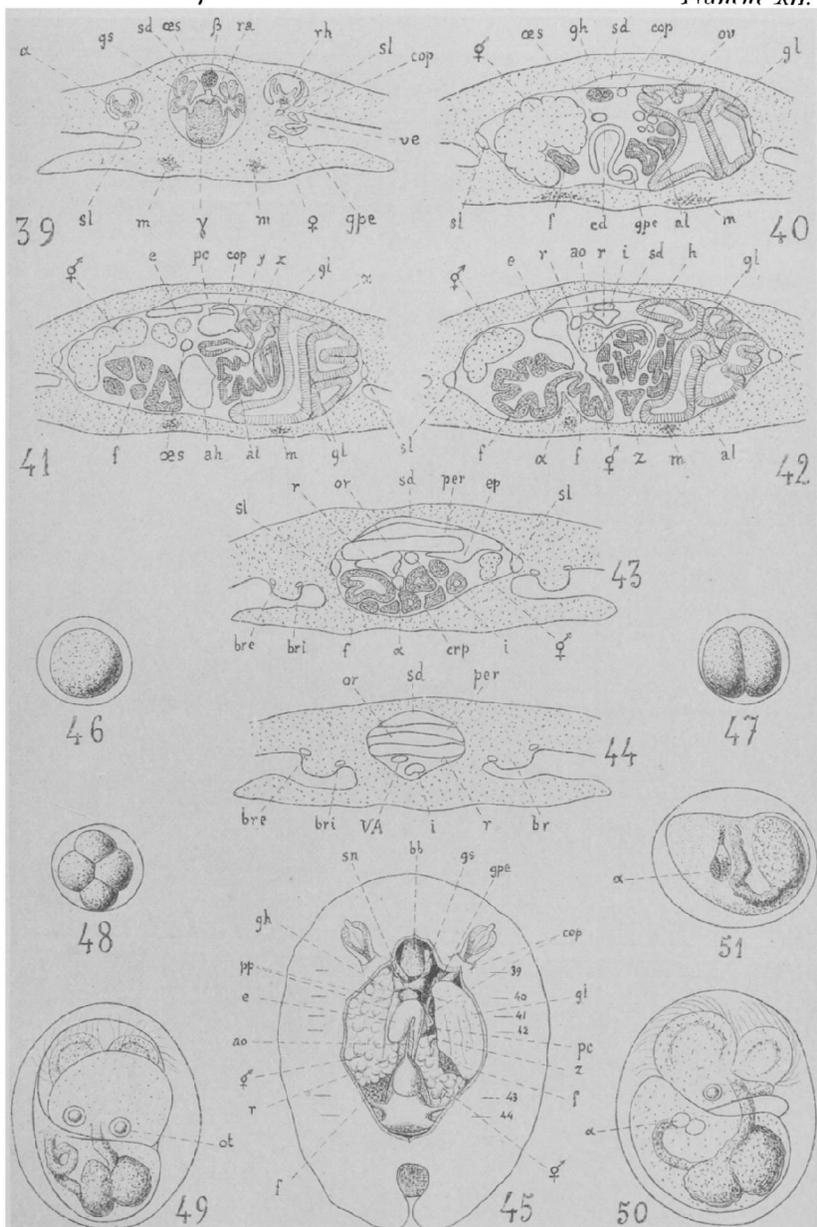
H Fischer del.

Glyptographie Silvestre & C^o Paris.



H. Pis. her. del.

Glyptographie Stievestre & Co. Paris.



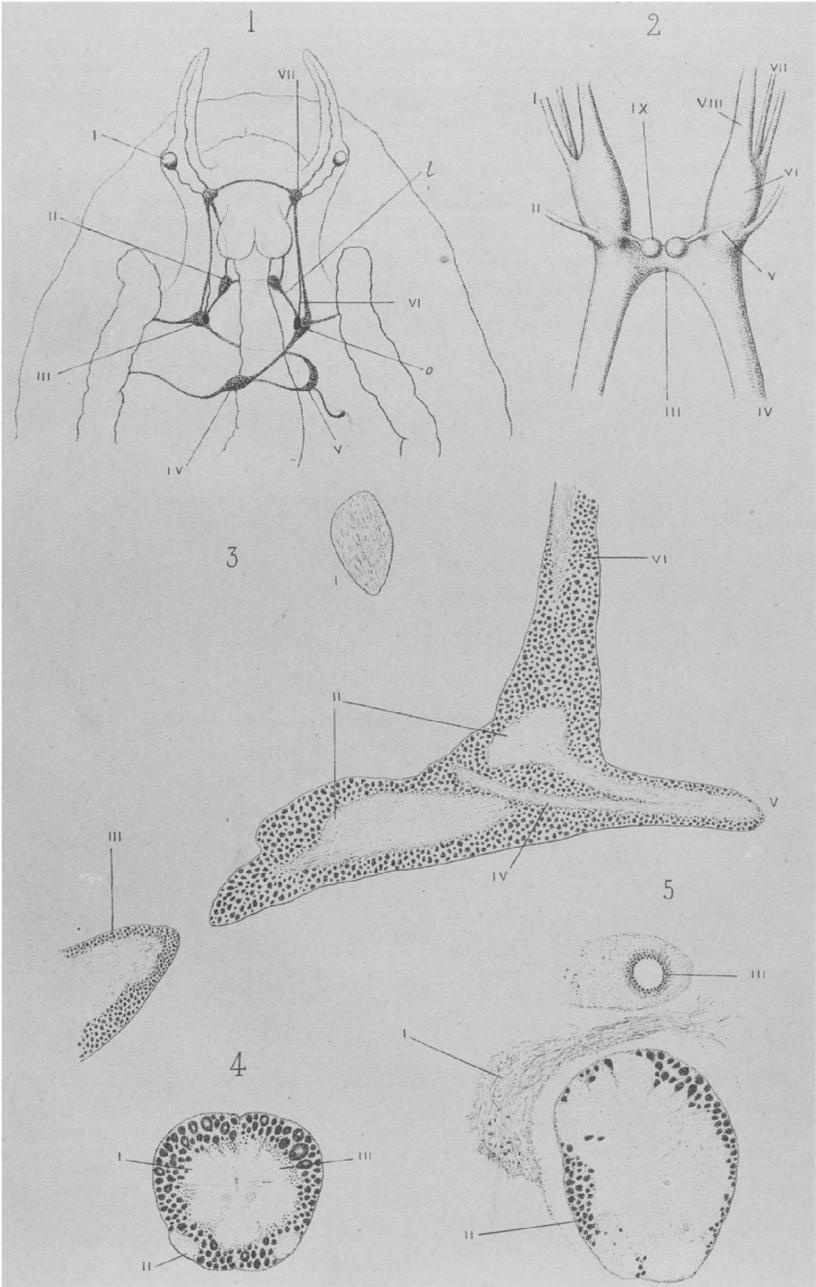
H. F. her de

et plographie Silvestre & C^o Par s



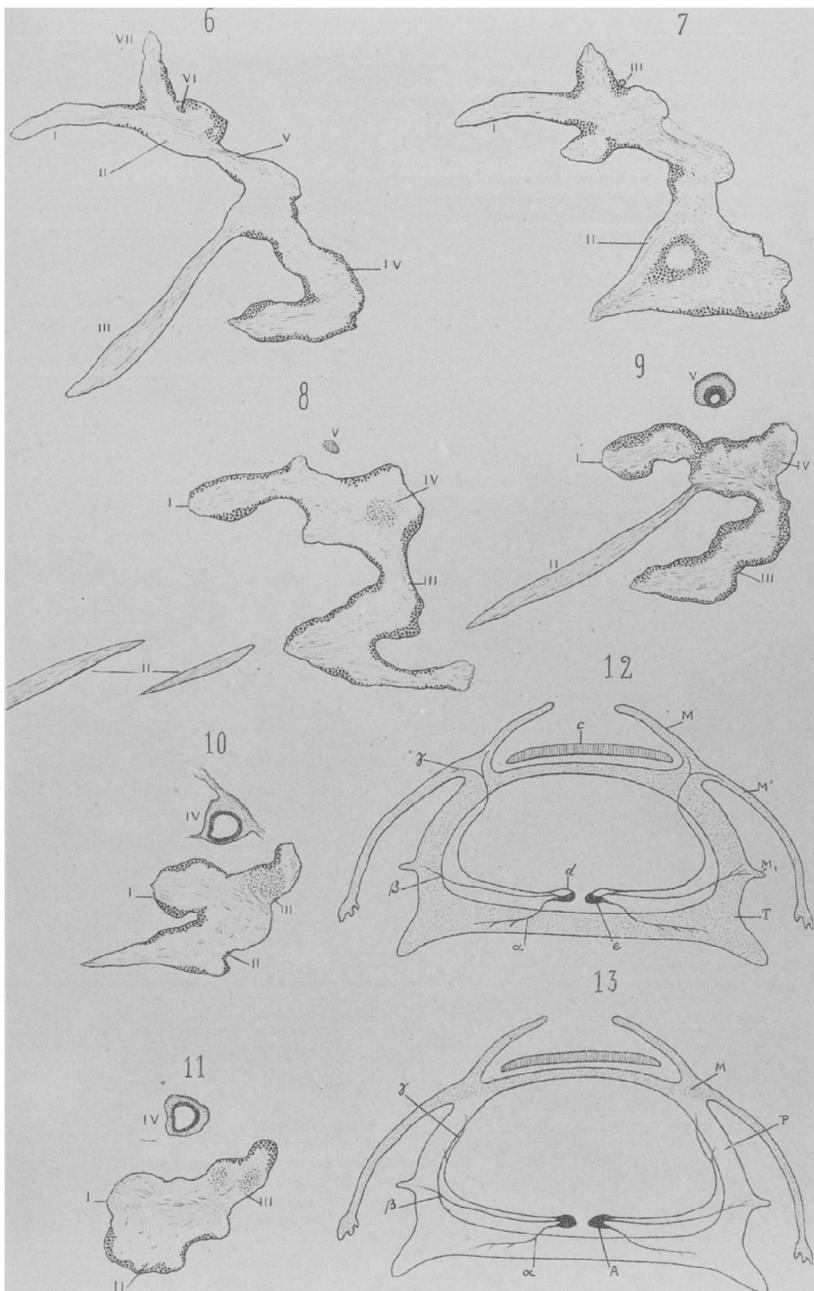
H. Michel del. et pinx.

Glyptographie Silvestre et C^o, Paris



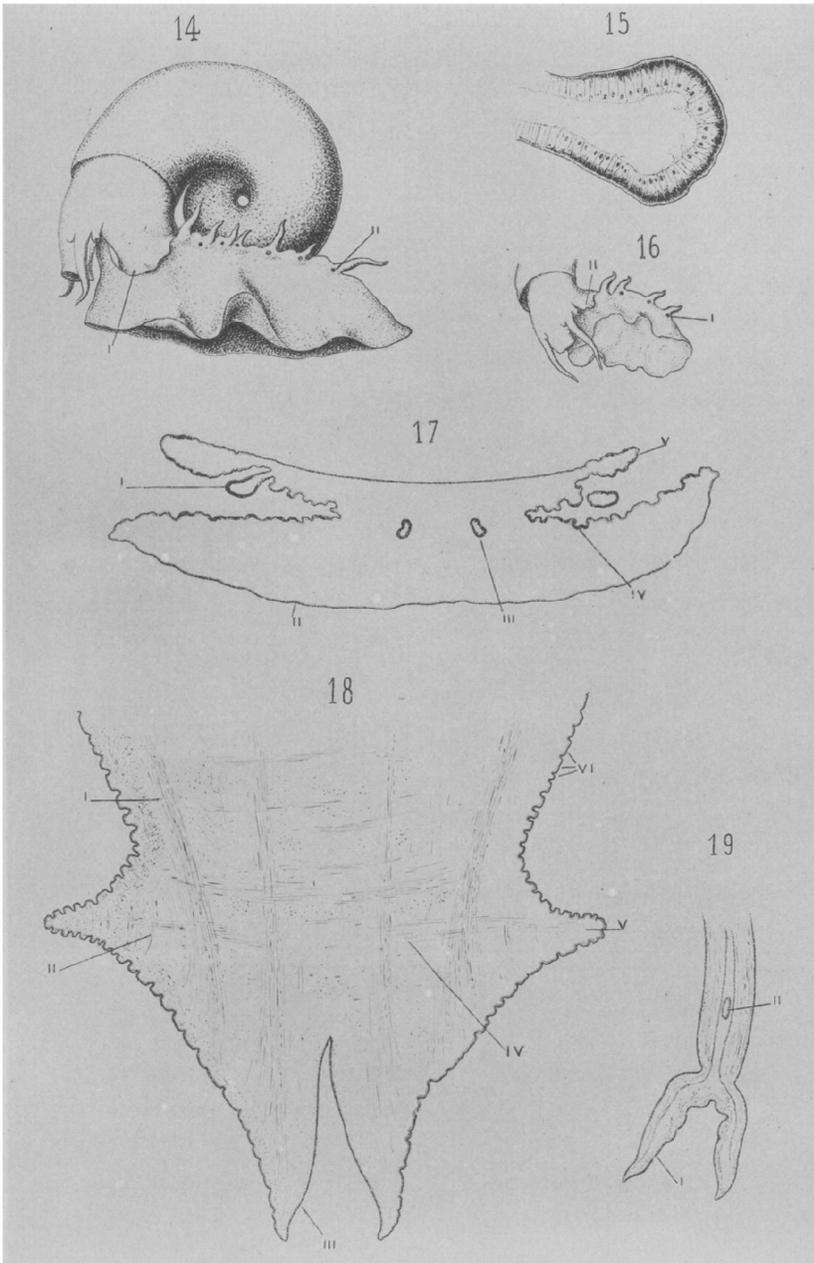
Paul Pelser *ex. del.*

Cytophographie Silvestre & C^o. Paris.



Paul Pelsueer, del

Cylographie Juvénat & Co, Paris



Paul Pilsbry et al.

Glyptorhynchus silvestrii G. Pilsbry.

PUBLICATIONS DE
FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

108, Boulevard St-Germain, PARIS.

**JOURNAL DE L'ANATOMIE ET DE LA PHYSIOLOGIE NORMALES
 ET PATHOLOGIQUES DE L'HOMME ET DES ANIMAUX**

Fondé par CHARLES ROBIN, professeur à la Faculté de médecine.

Dirigé par MM. G. POUCHET, professeur administrateur au Muséum d'histoire naturelle, et MATHIAS DUVAL, professeur à la Faculté de médecine de Paris.

Vingt-septième année (1891).

Ce journal paraît tous les deux mois, et contient : 1° des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre ; 2° l'*analyse et l'appréciation* des travaux présentés aux Sociétés françaises et étrangères ; 3° une *revue* des publications qui se font à l'étranger sur la plupart des sujets qu'embrasse le titre de ce recueil.

Il a en outre pour objet : la *tréatologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie*, et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie, les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine*, de la *chirurgie* et de l'*obstétrique*.

Les treize premières années, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870, 1871, 1872, 1873, 1874, 1875, 1876 et 1877, sont en vente au prix de 20 fr. l'année et de 3 fr. 50 la livraison. Les années suivantes, depuis 1878, coûtent 30 fr., la livraison 6 fr.

Un an, pour Paris	30 fr.
— pour les départements et l'étranger	33 fr.
La livraison.....	6 fr.

REVUE PHILOSOPHIQUE DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Dirigée par TH. RIBOT, professeur au Collège de France.

Seizième année (1891).

La *Revue philosophique* paraît tous les mois, par livraisons de 6 à 7 feuilles grand in-8°, et forme ainsi à la fin de chaque année deux forts volumes d'environ 680 pages chacun.

Chaque numéro de la *Revue* contient : 1° plusieurs articles de fonds ; 2° des analyses et comptes rendus des nouveaux ouvrages philosophiques français et étrangers ; 3° un compte rendu aussi complet que possible des *publications périodiques* de l'étranger pour tout ce qui concerne la philosophie ; 4° des notes, documents, observations, pouvant servir de matériaux ou donner lieu à des vues nouvelles. Les années écoulées se vendent séparément 30 francs, et par livraison de 3 francs.

Sans négliger aucune des parties de la philosophie, la direction s'attache surtout à publier des travaux ayant un caractère scientifique : la *psychologie* avec ses auxiliaires indispensables, l'*anatomie* et la *physiologie du système nerveux*, la *pathologie mentale*, l'*anthropologie*, la *logique déductive et inductive*, tels sont les principaux sujets dont elle entretient le public. Une analyse complète des ouvrages et des périodiques publiés tant en France qu'à l'étranger la tient au courant du mouvement philosophique et scientifique.

Prix de l'abonnement annuel :

Pour Paris.....	30 fr.
Pour les départements et l'étranger	33 fr.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

COLLECTION DES PREMIÈRES SÉRIES.

PREMIÈRE SÉRIE,

Dirigée par MM. GOSSELET, DESPLANQUE et DEHAISNE.

Quelques exemplaires seulement des tomes V, VI et VII (années 1873, 1874 et 1875) sont encore en vente au prix de 15 fr. le volume.

Les tomes I, II, III, IV, VIII et IX (années 1869, 1870, 1871, 1872, 1876 et 1877), sont épuisés.

DEUXIÈME SÉRIE,

Dirigée par ALFRED GIARD.

Les tomes X et XI (1878 et 1879) sont épuisés.

		Prix :
Tome XII.	— 1880	10 fr.
» XIII.	— 1881	—
» XIV.	— 1882	—
» XV.	— 1883	—
» XVI.	— 1884-85	—
» XVII.	— 1886	(Quelques volumes). 20 fr.
» XVIII.	— 1887	Id. —

TROISIÈME SÉRIE,

Dirigée par ALFRED GIARD.

Tome XIX.	— 1888	30 fr.
» XX.	— 1889	—
» XXI.	— 1890 (avec la Table des trois premières séries, Tomes I à XXI)	—

QUATRIÈME SÉRIE,

Dirigée par ALFRED GIARD.

Tome XXII.	— 1890	30 fr.
» XXIII.	— 1891	—