

BULLETIN SCIENTIFIQUE

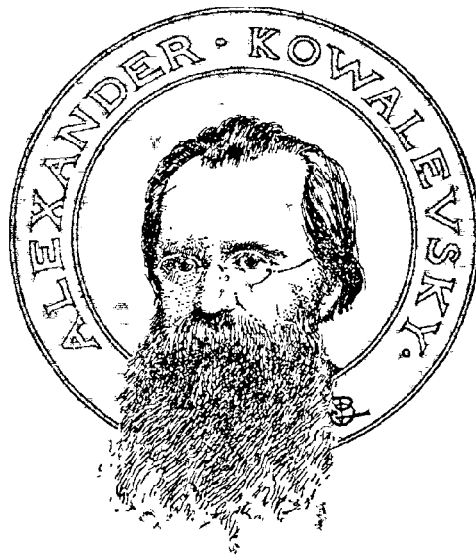
DE LA FRANCE

ET DE LA BELGIQUE,

PUBLIÉ PAR

ALFRED GIARD,

Professeur à la Sorbonne (Faculté des Sciences).



LONDRES,

DULAU & Co.
Soho-Square

PARIS,

Georges CARRÉ, Rue Racine, 3,
et
Paul KLINCKSIECK, Rue des Ecoles, 52.

BERLIN,

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

(Sorti des presses le 4 Septembre 1895).

Publications de la Station zoologique de WIMEREUX-AMBLETEUSE

SOUS LA DIRECTION DE

Alfred GIARD,

PROFESSEUR A LA SORBONNE.

I.

BULLETIN SCIENTIFIQUE DE LA FRANCE ET DE LA BELGIQUE.

VINGT-CINQUIÈME ANNÉE (1893).

Le *Bulletin scientifique* paraît par livraisons datées du jour de leur publication. Chaque volume grand in-8°, contient 500 pages environ et de 15 à 30 planches hors texte.

Sans négliger aucune des parties des sciences biologiques, la direction s'attache surtout à publier des travaux ayant trait à l'Évolution (ontogénie et phylogénie) des êtres vivants. Les recherches relatives à l'éthologie et à la distribution géographique dans leurs rapports avec la théorie de la Descendance occupent aussi une large place dans le *Bulletin*.

Enfin, ce recueil peut être considéré comme le Journal de la Station maritime de *Wimereux-Ambleteuse* (Pas-de-Calais), fondée et dirigée depuis 1873 par le Professeur A. GIARD.

Les tomes I, II, III, IV, VIII, X et XI sont épuisés. Quelques exemplaires des tomes V, VI, VII et IX sont encore en vente au prix de 25 fr. le volume; les tomes XII à XVI au prix de 10 fr.; et à partir du tome XVII au prix de 40 fr. le volume.

Le tirage étant limité, ces prix seront rapidement augmentés.

PRIX DE L'ABONNEMENT A UN VOLUME :

Pour Paris..... 30 fr.
Pour les Départements et l'Étranger..... 32 »

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, }
JULES BONNIER, 75, rue Madame, } Paris.

BULLETIN SCIENTIFIQUE
DE LA FRANCE ET DE LA BELGIQUE.



TOME XXV.

Quatrième Série. — Quatrième Volume.

1893.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

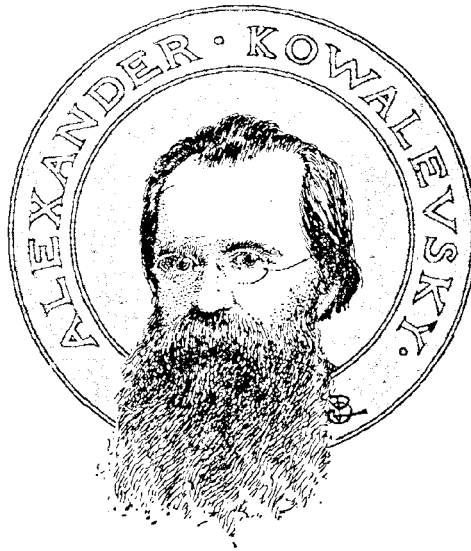
DE LA FRANCE
ET DE LA BELGIQUE,

PUBLIÉ PAR

ALFRED GIARD,

Professeur à la Sorbonne (Faculté des Sciences).

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD



LONDRES,

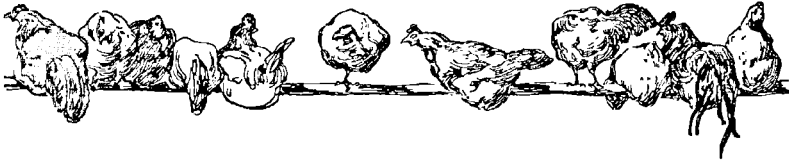
DULAU & C^o,
Soho - Square . 37.

PARIS,

Georges CARRÉ, Rue Racine, 3;
et
Paul KLINCKESIECK, Rue des Écoles, 53.

BERLIN,

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

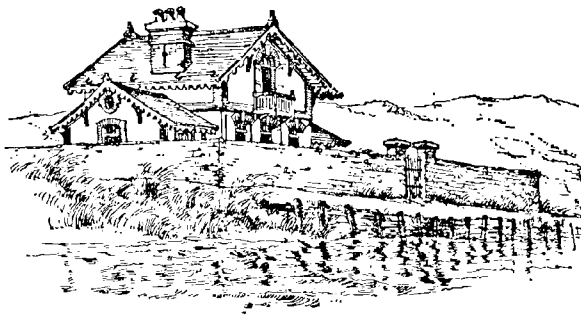


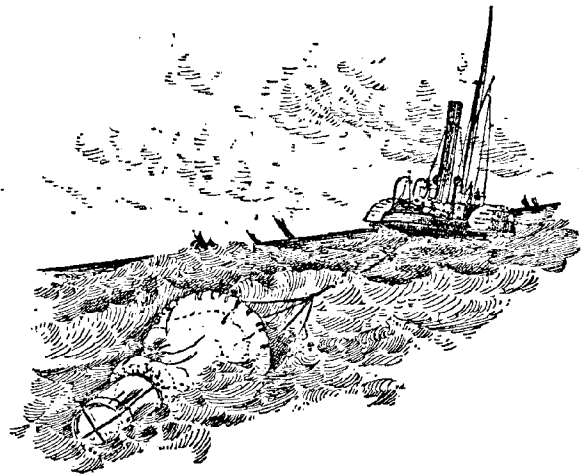
TABLE

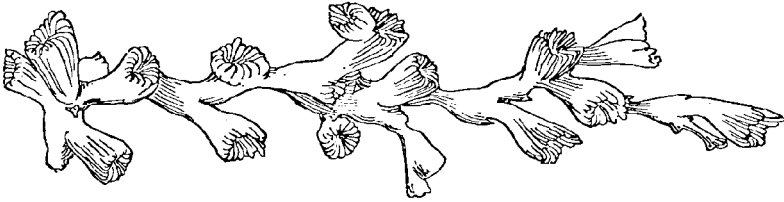
BARON (R.) — Nouvelles considérations théoriques et expérimentales sur la <i>loi Delbœuf</i>	155
BATAILLON (E.) — La métamorphose du ver à soie et le déterminisme évolutif. (6 fig. dans le texte)	18
BONNIER (GASTON.) — Recherches physiologiques sur les plantes parasites.	77
BONNIER (JULES.) — Note sur les Annélides du Boulonnais : l' <i>Ophryotrocha puerilis</i> CLAP. et METSCH. et son appareil maxillaire. (Planches I à IV),...	198
BONNIER (J.) et A. GIARD : Contributions à l'étude des Épicarides : XIX, Sur les Épicarides parasites des Arthrostracés et sur quelques Copépodes symbiotes de ces Épicarides (4 fig. dans le texte et Planches V à XIII).....	417
BONNIER (PIERRE.) — De la nature des phénomènes auditifs : réfutation de la théorie d'HELMHOLTZ. (1 fig. dans le texte).....	367
DEBRAY (F.) — Liste des Algues marines et d'eau douce récoltées jusqu'à ce jour en Algérie.....	174
DOLLO (L.) — Sur la morphologie de la colonne vertébrale.	1
DOLLO (L.) — Sur le <i>Lepidosteus suessoniensis</i>	193

GIARD (A.) et J. BONNIER. — Contributions à l'étude des Épicarides : XIX, Sur les Épicarides parasites des Arthrostracés et sur quelques Copépodes symbiotes de ces Épicarides (<i>Planches V à XIII</i>).	417
HERDMAN (W.-A.) — Note on atrial or circumcloacal Tentacles in the <i>Tunicata</i>	56
HOUSSAY (F.) — A propos des <i>Éléments d'anatomie</i> <i>comparée</i> de M. RÉMY PERRIER.....	346
JULIN (CH.) — Structure et développement des glandes sexuelles, ovogénèse et spermatogénèse chez <i>Styelopsis grossularia</i>	93
JULIN (CH.) — Le <i>corps vitellin de Balbiani</i> et les éléments de la cellule des Métazoaires qui correspon- dent au <i>Micronucleus</i> des Infusoires ciliés.	295
KOEHLER (R.) — Sur la détermination et la synonymie de de quelques Holothuries (<i>19 fig. dans le texte</i>) ..	353
LE DANTEC (F.) — Note sur quelques phénomènes intra- cellulaires.....	398
LE MOULT (A.) — Destruction du Hanneçon et de sa larve par l' <i>Isaria densa</i>	494
MASSART (J.) — Sur l'irritabilité des Noctiluques.....	59
MASSART (J.) et VANDERVELDE. — Parasitisme organique et parasitisme social.....	227
VANDERVELDE (E.) — (Voir MASSART).	

Le premier fascicule du Tome XXV, de la page 1 à la page 352, est sorti des presses le 23 octobre 1893; le deuxième fascicule, de la page 353 à la fin, est paru le 4 septembre 1895.







SUR LA DÉTERMINATION ET LA SYNONYMIE
DE QUELQUES HOLOTHURIES,

PAR

R. KCHLER,

Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

Les Holothuries comptent parmi les animaux dont la détermination offre la plus grande difficulté. Cependant les corpuscules calcaires des léguments, dont la forme est ordinairement caractéristique pour chaque espèce, fournissent à la spécification des caractères très précis qui facilitent la reconnaissance des espèces. Certes, ces éléments ont été souvent décrits et figurés avec plus ou moins d'exactitude, mais ce qui rend les déterminations particulièrement laborieuses, c'est une synonymie fort embrouillée dans laquelle il est bien difficile, à celui qui n'est pas versé dans l'étude des Echinodermes, de se reconnaître. Les premiers observateurs ont décrit les Holothuries d'après la forme extérieure, qui ne fournit pas de caractères précis, et qui s'altère dans les liquides conservateurs au point de devenir absolument méconnaissable. Plus tard, quand les naturalistes se furent rendus compte de l'importance des corpuscules calcaires pour la classification, ils rectifièrent et complétèrent les anciennes descriptions, mais d'une manière parfois très

malheureuse, les corpuscules d'une espèce étant souvent attribués à une autre. De nouvelles espèces furent découvertes, tandis que d'anciennes espèces étaient décrites plusieurs fois de suite sous des noms différents. Il semble que certains auteurs, même très modernes, aient voulu, comme à plaisir, compliquer la synonymie en créant des noms nouveaux pour des espèces qu'ils ne se donnaient pas la peine d'homologuer à celles déjà connues. Les mêmes termes spécifiques ont été appliqués à 5 ou 6 espèces différentes, et, réciproquement, d'anciens noms dont on a jamais su au juste la vraie signification, tels que *Cucumaria pentactes*, ont été conservés. Bref, la synonymie des Holothuries est très embrouillée. Les travaux de LUDWIG et de MARENZELLER, ont singulièrement contribué à l'éclaircir, mais l'accord n'est pas encore définitivement fait entre zoologistes. Ainsi, tout récemment, NORMAN soulevait une discussion à propos de la détermination de certaines espèces de *Cucumaria* et d'*Holothuria* (1); d'autre part, dans son ouvrage récent sur les Echinodermes d'Angleterre, JEFFREY BELL établit, au sujet d'une espèce de *Cucumaria*, une synonymie qui n'est pas à l'abri de tout reproche.

Je voudrais examiner ici de plus près la valeur de quelques espèces litigieuses et discuter certaines difficultés de synonymie sur lesquelles les deux savants anglais ne me paraissent pas avoir suffisamment insisté. Les espèces dont je veux parler appartiennent aux genres *Cucumaria* et *Holothuria*, qui sont, à beaucoup près, les plus riches en espèces parmi les Holothuries. Comme c'est principalement dans la détermination des espèces de ces deux genres que l'on rencontre les difficultés que je signalais plus haut, j'ai pensé rendre service à quelques zoologistes en faisant suivre cette courte notice d'une table dichotomique permettant la détermination des espèces de *Cucumaria* et d'*Holothuria*, qu'on rencontre sur nos côtes. Je réserve la description détaillée et les dessins de ces espèces pour un ouvrage étendu, qui paraîtra prochainement, mais j'ai cru devoir accompagner ces tableaux de détermination de quelques figures qui en faciliteront l'usage.

* * *

(1) NORMAN. — *Cucumaria Montagu* FLEMING, and its synonymy. *Ann. and Mag. of Nat. History*. (6) Vol. XII. 1893.

**Cucumaria (Colochirus) Montagui. —
Cucumaria Lefevrei.**

La synonymie du *Col. Montagui* a été établie récemment par MARENZELLER. Cette espèce a été décrite très exactement par HÉROUARD qui, tout en reconnaissant qu'elle n'était pas nouvelle, lui avait néanmoins appliqué un nom nouveau (*Col. Lacazei*). Le terme spécifique qu'il lui a attribué et qui surcharge inutilement la littérature zoologique, doit être abandonné et remplacé par celui de *Montagui* sous lequel cette Holothurie a été décrite pour la première fois par FLEMING.

Je n'aurais pas parlé de cette espèce dont les dénominations successives ont été si bien discutées par MARENZELLER, si NORMAN et G. BELL n'avaient de nouveau introduit une confusion à propos de cette Holothurie, le premier dans sa note sur la synonymie du *Col. Montagui* et le second dans son catalogue des Echinodermes anglais du British Museum.

NORMAN affirme que *Cuc. Montagui* et *Cuc. Lefevrei* constituent une seule et même espèce : or ces deux formes ont des caractères si différents qu'on les distingue à première vue, lorsque l'on peut comparer entre eux des exemplaires authentiques de chaque espèce. La *Cucumaria Montagui* offre, en effet, les caractères d'un *Colochirus*, genre dans lequel on doit la faire rentrer ; les deux ambulacres dorsaux portent des tubes papilliformes rétractiles espacés, disposés en zigzag au moins dans les régions moyenne et postérieure, et bien différents des tubes ambulacraires du trivium qui sont serrés et disposés sur deux rangées. La *Cuc. Lefevrei* a les tubes ambulacraires de même forme dans les cinq ambulacres et elle possède en outre, dans les zones interambulacraires, des tubes minces et grêles, particularité qui pourrait la faire placer dans le sous-genre *Semperia*. En outre, les tubes génitaux du *Col. Montagui* sont *piriformes*, très renflés à l'extrémité, tandis que ceux de la *Cuc. Lefevrei* sont simplement tubuleux. Je n'ai pas à insister sur les différences de forme qu'offrent, dans ces deux espèces, les dépôts calcaires des téguments ; ils ont été décrits en détail par BARROIS et par HÉROUARD : je rappellerai toutefois que

le type de ces dépôts, chez le *Col. Montagui*, est un corpuscule en forme de lunette qui est le point de départ de plaques à contours variables offrant trois et parfois quatre orifices (1). Ces plaques à quatre orifices ont quelque analogie avec celles de la *Cuc. Lefevrei*: cette ressemblance est d'ailleurs très superficielle et les plaques à quatre orifices de la première ne portent jamais les tubercules qui caractérisent les plaques de cette dernière; c'est elle sans doute qui a induit NORMAN en erreur. Il est évident pour moi que cet auteur n'a eu entre les mains que des exemplaires à différents âges, d'une seule et même espèce et que tous étaient des *Col. Montagui*.

J. BELL applique le nom de *Cuc. pentactes* à une Holothurie qui n'est autre que le *Col. Montagui*. Sa description est tout à fait insuffisante et la figure où il représente l'animal entier n'indique pas son caractère extérieur le plus saillant, c'est-à-dire la différence de forme des appendices ambulacraires des faces dorsale et ventrale; mais les dessins très nombreux et très exacts qu'il donne des spicules ne laissent aucun doute à cet égard. D'ailleurs, parmi les synonymes de *Cuc. pentactes* que cite BELL, nous trouvons le *Fleurillardé*, DICQUEMARE et *Cuc. Montagui*, FLEMING. J'ajouterai que le terme de *Cuc. pentactes* paraît être d'un usage courant en Angleterre, pour désigner l'Holothurie que j'appelle, avec MARENZELLER, *Col. Montagui*, car j'ai reçu du laboratoire de Plymouth un échantillon étiqueté *Cuc. pentactes* et qui est bien un *Col. Montagui*. MARENZELLER a déjà fait remarquer que le mot *pentactes* devrait être banni, une fois pour toutes, de la nomenclature zoologique, car il est impossible de savoir quelle est l'espèce à laquelle LINNÉ l'avait appliqué. Ce terme a été attribué successivement aux *Cuc. frondosa*, *elongata*, *cucumis*, etc., et il en résulte la plus grande confusion.

Je partage complètement la manière de voir de MARENZELLER sur la suppression du mot *pentactes*, mais je ne saurais reprocher à J. BELL de l'avoir employé s'il en avait précisé exactement la valeur par une synonymie correcte. Or il donne comme synonyme de *Cuc. pentactes* (c'est-à-dire de *Col. Montagui*, FLEMING), *Cuc.*

(1) Voir fig. 1, page 360.

elongata, DÜBEN et KOREN. Cette dernière espèce est en effet celle que FORBES a décrite sous le nom de *Cuc. pentactes*, mais ses caractères, nettement établis par DÜBEN et KOREN, confirmés ensuite par SARS et par MARENZELLER, en font une espèce bien distincte, et pas plus que la *Cuc. Lefevrei*, la *Cuc. elongata* n'a rien de commun avec le *Col. Montagui*.

En revanche J. BELL place à la suite de la description des *Psolus*, et comme forme *incertæ sedis*, le *Colochirus Andersoni* qui n'est autre que le *Col. Montagui*, et qui aurait dû, par conséquent, trouver sa place parmi les synonymes de sa *Cuc. pentactes*.

Il faut donc rétablir de la manière suivante la synonymie du *Col. Montagui*:

Le Fleurilardé, DICQUEMARE, 1778 ;
Cucumaria doliolum, Règne animal de CUVIER, 1817 ;
Holothuria Montagui, FLEMING, 1823 ;
Cucumaria pentactes, var. *Montagui*, FLEMING, 1828 ;
Cucumaria Dicquemarii, BLAINVILLE, 1834 (non SARS, 1857) ;
Colochirus Andersoni, LAMPERT, 1885 ;
Colochirus Lacazei, HÉROUARD, 1887 ;
Cucumaria pentactes, J. BELL, 1893.

*
 * *

Holothuria Forskåli ; Holothuria Polii.

L'identité des *Holothuria Forskåli*, DELLE CHIAJE, *H. catanensis*, GRUBE et *H. nigra*, KINAHAN, a été établie d'une manière indiscutable par MARENZELLER et par NORMAN. Le premier terme étant plus ancien doit prévaloir dorénavant. Mais après avoir remarqué que l'Holothurie des côtes anglaises connue sous les noms de *Nigger* et de *cotton-spinner* devait être rapportée à *H. Forskåli* (*H. catanensis*), NORMAN trouve que les Holothuries envoyées par la Station Zoologique de Naples sous le nom de *H. Polii*, ne

diffèrent pas de l'*H. Forskali*. Aussi se pose-t-il la question suivante : Qui a raison dans la détermination de l'*H. Polii*? Est-ce la Station Zoologique de Naples ; — et dans ce cas l'*H. Polii* avec ses téguments très pauvres en corpuscules calcaires devrait être confondu avec l'*H. Forskali* ; — ou sont-ce les auteurs, tels que LUDWIG, MARENZELLER, THÉEL, qui attribuent à la première espèce des plaques ovalaires perforées et des tourelles qui ne se trouvent pas dans les échantillons de Naples envoyés comme *H. Polii*?

L'étude que j'ai faite de différentes Holothuries fournies par la Station de Naples, et leur comparaison avec des échantillons que j'ai recueillis en Méditerranée ou que je dois à l'obligeance de MARENZELLER, me permettent de répondre à la question posée par NORMAN. C'est la Station Zoologique de Naples qui a fait une erreur de détermination. Les caractères de l'*H. Polii* ont été très exactement indiqués par les naturalistes cités plus haut, et l'espèce se trouve à Naples comme dans l'Adriatique, mais elle est livrée par la station de Naples, sous le nom de *H. Stellati*, tandis que les échantillons étiquetés *H. Polii* sont en réalité des *H. Forskali*. L'identité des Holothuries livrés par Naples sous le nom de *H. Stellati* avec *H. Polii* ne fait aucun doute pour moi. Ces Holothuries ont le corps violet-noir couvert d'appendices ambulacraires, très serrés sur la face ventrale et terminés par une extrémité blanche qui tranche nettement sur la coloration générale foncée du corps. Les corpuscules calcaires, qui ne se rapportent pas du tout à ceux de l'*H. Stellati*, répondent parfaitement aux descriptions des auteurs et comprennent de nombreuses plaques offrant ordinairement six orifices, accompagnés de corpuscules turriformes dont le disque est anguleux et la tige peu développée.

*
* *

L'ancien genre *Cucumaria* a été démembré en un certain nombre de sous-genres : *Cucumaria*, s. str., *Colochirus*, *Ocnus* et *Semperia*, d'après des caractères qu'il est parfois difficile d'apprécier. Le genre *Colochirus*, créé par TROSCHEL en 1846, renferme des formes dont les deux ambulacres dorsaux portent des papilles au lieu de tubes ambulacraires. Ce genre doit être conservé et le

caractère sur lequel il est fondé se reconnaîtra facilement dans tous les cas. Ce n'est pas toujours le cas pour le genre *Ocnus* dont la création est due à FORBES. Ce naturaliste y rangeait des Holothuries dont les tubes ambulacraires sont disposés en une seule rangée ou un zigzag, au moins sur la face dorsale. Or, lorsqu'il s'agit de faire l'application de ce caractère, on rencontre parfois de grandes difficultés, telle espèce offrant des tubes ambulacraires dorsaux disposés en une seule série ou en zigzag dans le jeune âge et en deux séries à l'état adulte. C'est ce qui arrive, par exemple, pour la *Cucumaria Kirschbergii* qui a été placée par certains auteurs dans le genre *Ocnus* (MARENZELLER) et par d'autres dans le genre *Cucumaria* (HELLER, THÉEL). Je crois qu'il n'y aurait aucun inconvénient à supprimer ce genre dans l'énumération des espèces de nos côtes.

Quant au genre *Semperia* dont la création est plus récente, il comprend des *Cucumaria* qui portent des tubes ambulacraires dans les aires interambulacraires. Ces tubes interambulacraires sont parfois très nombreux et bien développés, comme dans la *Cuc. (Semperia) syracusana*, où leur existence saute aux yeux, mais il n'en est pas de même chez la *Cuc. (Semperia) frondosa* où ils sont petits et peu nombreux, et surtout chez la *Cuc. Lefevrei* où il est très difficile de les apercevoir, du moins chez les individus conservés. Néanmoins ils existent, et si l'on accepte la validité du genre *Semperia*, on doit y ranger la *Cuc. Lefevrei* ainsi que l'a fait HÉROUARD (1). Mais comme l'appréciation de ce caractère peut laisser quelque doute, je ne l'utiliserai pas dans l'établissement de la clef dichotomique qui suit.

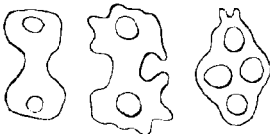
Je remets également à plus tard la discussion de la validité du sous-genre *Sporadipus*.

*
* * *

(1) Je conserve à cette espèce le nom qui lui a été appliqué par BARROIS. HÉROUARD avait cru devoir le remplacer par celui de *Drummondi*. Or il n'est pas certain que l'espèce décrite par BARROIS réponde à l'*Holothuria Drummondi* de THOMPSON; de plus, comme l'a fait remarquer récemment MARENZELLER, ce terme de *Drummondi* est maintenant attribué par tout le monde à une *Aspidochiroto* ayant plus de 10 tentacules et qu'on range habituellement dans le genre *Phyllorhynchus*.

Clef pour la détermination des espèces du genre
CUCUMARIA (s. lat.)

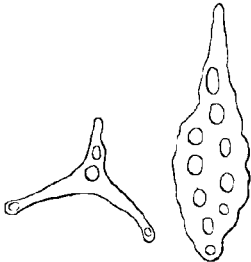
1 Appendices ambulacraires constitués par des tubes sur la face ventrale et par des papilles ou des tubes papilliformes sur la face dorsale ; tubes génitaux terminés par une extrémité renflée, piriforme et aplatie : corpuscules calcaires en forme de lunette ou dérivés de cette forme.

Fig. 1 

C. (Colochirus) Montagui FLEMING (fig. 1). Atlantique.

Les appendices ambulacraires ont la même forme dans les cinq ambulacres..... 2

2 Dépôts calcaires des téguments formés de plaques oblongues, percées de deux rangées d'orifices et dont l'une des extrémités se continue par un prolongement en pointe ; des spicules à trois branches.

Fig. 2 

C. Kirschbergii, HELLER (fig 2). Méditerranée.

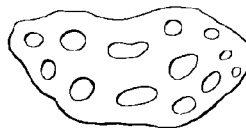
Les dépôts calcaires ne comprennent pas de plaques oblongues avec prolongement en pointe à l'une des extrémités..... 3

- 3 } Dépôts consistant en plaques de forme indéterminée ou irrégulière, minces, aplaties, généralement grandes, larges, percées de nombreux orifices, accompagnées ou non de corbeilles réticulées..... 4
- 3 } Dépôts calcaires de forme régulière et définie, consistant en spicules, en corbeilles ou en plaques épaisses, garnies de tubercules arrondis... 8
- 4 } Les corpuscules calcaires sont formés de plaques exclusivement..... 5
- 4 } De grandes plaques dans les régions profondes des téguments et des corbeilles dans la couche superficielle 6

Plaques lisses et planes; des spicules à trois branches dans les tubes ambulacraires.

C. Hyndmani, THOMPSON
(fig. 3). Atlantique, Méditerranée.

Fig. 3



- 5 } Plaques couvertes de dépôts secondaires formant des mailles réticulées plus ou moins développées.

C. frondosa, GÜNNER (fig. 4).
Atlantique (1); Méditerranée.

Fig. 4



(1) *C. frondosa*. Les dépôts calcaires peuvent faire complètement défaut, et cela arrive souvent dans les gros échantillons dont les téguments sont tout à fait mous. Toutefois, les dépôts manquent rarement dans les tentacules et l'on trouve habituellement, dans leur partie basilaire, les plaques caractéristiques de l'espèce. Je n'ai trouvé dans les autours aucun bon dessin de ces plaques. Celui de DÜBEN et KOREN est tout à fait insuffisant; ceux qu'a donnés J. BELL dans ses *British Echinoderms* sont exacts, mais ils ne se rapportent qu'à un stade jeune des corpuscules. L'auteur anglais ne figure en effet que des plaques perforées, garnies de petites éminences coniques, toutes semblables. Or, à mesure que la plaque se développe, ces éminences grandissent et se réunissent les unes aux autres pour former des masses calcaires réticulées, de forme irrégulière, qui viennent se surajouter à la plaque primitive. Ce sont ces corpuscules composés qui sont véritablement caractéristiques de la *C. frondosa*.

6

Fig. 5. *a* *b*

Tubes ambulacraires gros, coniques, non rétractiles, peu nombreux, disposés en zigzag plutôt qu'en deux rangées distinctes (fig. 5 *a*); plaques calcaires particulièrement grandes et longues (fig. 5 *b*).

C. tergestina, SARS.
Méditerranée (1).

Tubes très nombreux et serrés, petits, courts, disposés en deux rangées 7

7

Fig. 6

Corps allongé; région postérieure prolongée en un processus caudal; plaques très grandes; cercles des corbeilles portant des dents ou des crénelures sur leur bord externe.

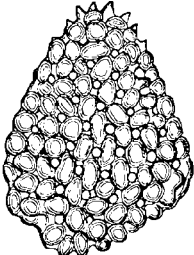
C. elongata, DÜBEN et KOREN. (fig. 6). Atlantique; Méditerranée.

Fig. 7

Corps ascidiforme; extrémité postérieure raccourcie; plaques de moyenne grosseur; cercle des corbeilles à bord externe lisse ou portant de petits lobes.

C. cucumis, RISSO. (fig. 7). Méditerranée; Atlantique.

(1) *C. tergestina*. Dans la caractéristique qu'il a donnée de cette espèce et qui a été reproduite par divers auteurs, SARS indique deux rangées de tubes ambulacraires. Tous les échantillons que j'ai eus entre les mains et qui provenaient, soit de la Méditerranée, soit de l'Adriatique, avaient les tubes disposés en zigzag dans les cinq zones ambulacraires. Il est possible que les tubes forment deux rangées distinctes sur les gros échantillons. Quoi qu'il en soit, la grandeur, la forme conique, la non-rétractilité, et le petit nombre de ces tubes, sont des caractères qui suffisent amplement pour faire reconnaître extérieurement cette espèce.

- | | | | | |
|----|---|---|--------|---|
| 8 | } | <p>Certaines plaques sont très volumineuses et ont la forme de cônes de sapin. (fig. 8)..... 9</p> <p>Pas de corpuscules en forme de cônes de sapin... .. 11</p> | Fig. 8 |  |
| 9 | } | <p>Tubes formant plus de deux rangées dans les ambulacres et n'existant pas dans les aires interambulacraires.</p> <p style="text-align: right;">C. Grubii, HELLER. Méditerranée.</p> <p>Tubes ne formant pas plus de deux rangées dans les ambulacres, et disséminés dans les zones interambulacraires .. 10</p> | | |
| 10 | } | <p>Corps large, trapu, tubes disséminés à peu près uniformément dans les cinq zones interambulacraires ; des corbeilles réticulées dans la couche externe des téguments.</p> <p style="text-align: right;">C. (Semperia) Syracusana, GRUBE. Méditerranée.</p> <p>Corps ascidiforme ; tubes interambulacraires moins nombreux sur la face dorsale ; des plaques à bords épineux dans la couche externe des téguments.</p> <p style="text-align: right;">C. (Semperia) Köllikeri, SEMPER. Méditerranée.</p> | | |
| 11 | } | <p>Animaux dépassant à peine deux centimètres de longueur ; tubes ambulacraires dorsaux disposés en une seule rangée ou en zigzag (1).</p> <p style="text-align: right;">C. lactea, FORBES. Atlantique, Méditerranée.</p> <p>Animaux de grande taille dont les tubes ambulacraires sont disposés sur deux rangées..... 12</p> | | |

(1) Les plaques calcaires, arrondies, pourvues de gros tubercules, ressemblent beaucoup à celles de la *C. Planci* que représente la fig. 10.

Les plaques calcaires, tuberculeuses, n'ont, sauf quelques

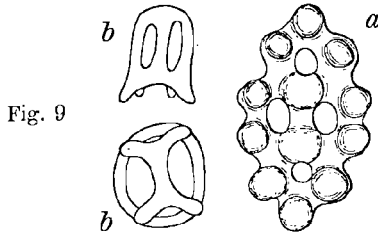


Fig. 9

exceptions, que quatre orifices et leur forme est oblongue (fig. 9 a); corbeilles grandes, à baguettes calcaires épaisses et fortes (fig. 9 b); plaques radiales pharyngiennes à deux points.

C. (Semperia) Lefevrei, BARROIS, Atlantique.

12

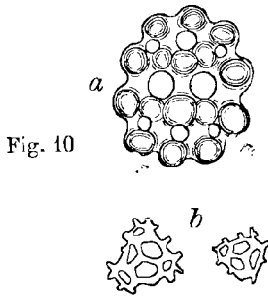


Fig. 10

Les plaques calcaires, couvertes de gros tubercules, ont habituellement huit orifices (fig. 10 a); corbeilles petites et délicates (fig. 10 b); plaques pharyngiennes radiales à une seule pointe.

C. Planci, BRANDT.
Atlantique; Méditerranée.

*
* *

Clef pour la détermination des espèces du genre
HOLOTHURIA.

Tous les appendices ambulacraires sont des papilles ayant la même forme sur la face dorsale que sur la face ventrale; les dépôts calcaires consistent en corpuscules turriformes bien développés et en plaques ovales à six orifices; des organes de Cuvier.

H. impatiens, GMELIN (fig. 11). Méditerranée; Atlantique.

1

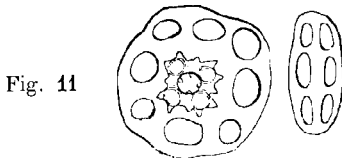



Fig. 11

Les appendices ambulacraires ont une forme différente sur la face dorsale et sur la face ventrale, cette dernière portant des tubes ambulacraires et la face dorsale des papilles

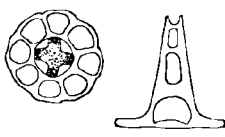
..... 2

2 } Corpuscules calcaires des téguments d'une seule sorte, très petits, peu abondants, offrant le plus ordinairement quatre orifices symétriques (ce sont des corpuscules turri-formes atrophiés sur lesquels on retrouve parfois des vestiges de la tourelle); téguments très mous, de couleur foncée, généralement noirs; papilles dorsales blanches à l'extrémité; des organes de CUVIER. Fig. 14 

H. Forskali, DELLE CHIAJE (fig. 12). Atlantique; Méditerranée.

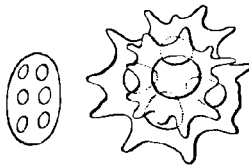
Corpuscules calcaires nombreux offrant au moins deux formes différentes..... 3

3 } Des organes de CUVIER..... 4
Pas d'organes de CUVIER..... 9

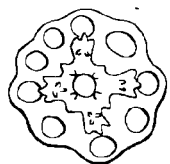
4 } Holothuries de petite taille; corpuscules turri-formes bien développés; leurs disques offrent huit trous périphériques disposés régulièrement, et leurs tourelles, longues et minces, ont plusieurs barres transversales; couleur jaune ou brune. Fig. 13 

H. Helleri. MARENZELLER (fig. 13). Méditerranée.

Holothuries de grande taille; disques des corpuscules turri-formes offrant un cercle unique d'orifices..... 5

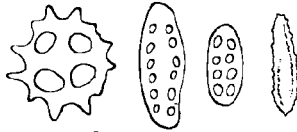
5 } Corpuscules turri-formes petits, à disques épineux ou crénelés sur les bords; extrémités des appendices ambulacraires, tubes et papilles, d'une couleur blanche qui tranche nettement sur la coloration générale violette ou noire, très foncée, des téguments. Fig. 14 

H. Poli, DELLE CHIAJE (fig. 14). Méditerranée.

Corpuscules turri-formes grands, disques à bords lisses ou ondulés; papilles dorsales très développées, nombreuses, disposées en séries; tubes ambulacraires très serrés; couleur jaune ou brune. Fig. 15 

H. Sanctori, DELLE CHIAJE (fig. 15). Méditerranée.

6 } Dépôts calcaires de trois sortes : des corpuscules turriformes à disques épineux ou crénelés sur les bords, des plaques allongées pourvues de 6-16 orifices disposés en deux séries et des bâtonnets elliptiques épais, non perforés, garnis de petites épines.



H. tubulosa, GMELIN (fig. 16).
Méditerranée ; Atlantique.

Fig. 16

Corpuscules calcaires de deux sortes..... 7

7 } Les dépôts calcaires consistent en spicules branchus ou ramifiés de formes diverses, et en corpuscules turriformes, dont les disques, généralement épineux, offrent au centre quatre grands trous séparés par des trabécules à angle droit et 4-8 trous périphériques plus petits. **H. tremula**, GÜNNER (fig. 17). Atlantique.

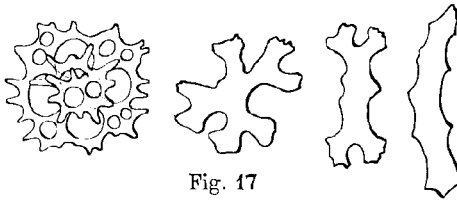


Fig. 17

Dépôts calcaires formés de corpuscules turriformes petits et de plaques perforées.

H. Stellati, DELLE CHIAJE. Méditerranée (1).

Lyon, Juillet 1894.

(1) Cette espèce ne diffère de l'*H. tubulosa*, dont elle se rapproche beaucoup, que par l'absence de bâtonnets épineux dans les téguments, mais les corpuscules turriformes et les plaques perforées ont la même forme que dans cette dernière espèce.

Peut-être faudrait-il ajouter aux espèces françaises l'*H. mammata* qui a été décrite par GRUBE en 1840 et qui n'avait pas été revue jusqu'au jour où LUDWIG pensa l'avoir retrouvée dans des échantillons provenant de Naples. Les tentacules sont en forme de bouclier, non ramifiés à l'extrémité, mais simplement lobés, à pédoncule très épaissi. La face dorsale est couverte de papilles, disposées régulièrement en cinq ou six rangées, ayant 4 millim. de largeur à la base et 3 millim. de hauteur. Les tubes ambulacraires de la face ventrale sont espacés. Il y a plusieurs canaux du sable à droite et à gauche et leur nombre varie avec les individus. La face dorsale est d'une couleur rouge-brun, la face ventrale est plus claire et tachetée. Longueur 8-11 centimètres; largeur 2-3, 5 centimètres.

LUDWIG n'a pas trouvé de corpuscules calcaires dans les téguments, et il estime que cette absence tient à l'action du liquide conservateur, de telle sorte qu'il sera assez difficile de reconnaître cette espèce. THEEL, dans les *Reports* du Challenger, indique l'existence de petits corpuscules turriformes et de dépôts voisins de ceux de l'*H. tubulosa*.

Cette espèce se rapporte sans doute à l'*H. mammilata*, trouvée à Nice par RUSSO, mais la description donnée par cet auteur est trop incomplète pour qu'il soit possible de faire une identification certaine.



DE LA NATURE DES PHÉNOMÈNES AUDITIFS,

RÉFUTATION DE LA THÉORIE DE HELMHOLTZ.

PAR

PIERRE BONNIER.

Il existe deux procédés d'investigation scientifique, l'observation et la dialectique, dont on peut dire qu'ils sont d'autant meilleurs qu'ils deviennent moins personnels.

Les méthodes graphiques, la photographie, les réactifs chimiques, physiques et physiologiques de toute nature, en un mot l'intervention de plus en plus générale du machinisme dans la production scientifique, offrent aujourd'hui au chercheur une rectitude et une sécurité que l'observation personnelle ne devait jamais lui assurer. De même la dialectique a pris elle aussi une forme impersonnelle ; elle s'est désindividualisée pour devenir l'expérimentation, c'est-à-dire une dialectique qui fait la part aussi grande que possible aux arguments impersonnels, à la logique, au déterminisme même des phénomènes évoqués par nous.

Il n'est pas de bonne expérimentation sans dialectique préalable, et c'est encore à la dialectique qu'il appartient d'interpréter les résultats de l'expérimentation. La personnalité du chercheur intervient avant et après, mais l'expérimentation n'est-elle pas une dialectique impersonnelle où se manifeste l'inconsciente logique des faits ?

Les faits répondent toujours, et toujours clairement, à une question bien posée et l'expérimentation n'est pas autre chose que la position d'une question préalablement raisonnée. Il s'agit de parler aux faits leur langage, de savoir les interroger et surtout de les laisser parler d'eux-mêmes.

Inversement, il n'est pas pour la dialectique personnelle de meilleure école que l'expérimentation ; car c'est à cette école que le déterminisme des faits forme notre raisonnement et nous met dans l'esprit un peu de cette logique impassible, impersonnelle, naturelle plutôt qu'humaine, qui seule est vraiment scientifique.

Mais il est bien des cas où l'expérimentation n'est guère réalisable, et où nous ne savons comment faire parler les faits. Les phénomènes du fond de l'oreille en sont un exemple. Les papilles convexes, concaves ou spirales du labyrinthe semblent se refuser à toute intrusion expérimentale ; et l'on comprend en effet que la moindre entreprise sur cette région, chez l'animal vivant, troublerait à tel point les conditions physiologiques du fonctionnement labyrinthique, que les résultats mêmes de l'expérimentation la plus prudente seraient forcément suspects ou incompréhensibles. Quant aux expériences faites sur le cadavre, elles s'adressent à un organe dépourvu des conditions indispensables à son fonctionnement : les muscles tenseurs ont perdu leur tonicité, la régulation vaso-motrice ne se fait plus, la tension des liquides n'a plus sa valeur utile, etc. Ces expériences n'ont même pas une valeur négative.

D'autre part on n'examine pas objectivement le fond de l'oreille comme celui de l'œil. Il reste la clinique ; mais nous y avons pour notre part rencontré tant de symptômes complexes dont l'apparition et la disparition étaient liées à des variations fonctionnelles de l'oreille, et ces symptômes sont encore si peu reconnus par la généralité des cliniciens comme irradiations de troubles auriculaires ou sympathies fonctionnelles, que nous devons hésiter à les utiliser dans une démonstration de nos vues personnelles sur la physiologie de l'oreille.

Ce n'est donc pas par voie expérimentale que nous sera révélée la nature intime des phénomènes auditifs ; et ce serait, à notre avis, se fermer à plaisir l'esprit à toute recherche scientifique que d'exiger en tout le contrôle expérimental. La plus exacte et la plus conjecturale à la fois des sciences, l'astronomie, est toute d'observation

et de dialectique ; elle échappe à l'expérimentation directe. Nous devons donc nous soucier médiocrement du reproche que l'on nous peut faire d'apporter une théorie de l'audition sans expérimentation à l'appui ; car, d'une part, ce reproche pourrait s'adresser à tous ceux qui ont cherché à soumettre à la méthode inductive ce qui se refusait à l'expérimentation, et c'est le cas de tous ceux qui se sont occupés de l'audition ; et, d'autre part, nous ne nous sommes servis que des données anatomiques les plus généralement contrôlées et admises, en leur appliquant les propriétés physiques qu'il est impossible de leur refuser.

C'est qu'en effet, à défaut de cette dialectique impersonnelle qu'est l'expérimentation, il nous reste cependant un procédé dialectique qui réduit à son minimum l'intervention personnelle : c'est l'*analogie*. Il est permis de supposer que si tel phénomène exige pour se produire certain ensemble de conditions et se manifeste dès qu'elles sont réunies, il nous suffira de mettre en évidence, à défaut du phénomène lui-même, les conditions de sa réalisation pour conclure à l'existence du phénomène qu'elles déterminent. En un mot nous poserons la question de la mécanique auriculaire sans attendre d'autre réponse que celle que nous offrent, dans d'autres appareils, les phénomènes suscités par des conditions analogues, mais sur un terrain qui nous est plus accessible.

C'est d'ailleurs ce procédé d'analogie qu'a employé HELMHOLTZ, il y a vingt-cinq ans ; et l'on doit d'autant plus volontiers le considérer comme le meilleur qu'il n'en existe pas d'autre. Seulement, la question peut être posée autrement qu'il ne l'a fait.

Si le caractère véritablement séduisant de l'hypothèse de HELMHOLTZ peut suffire à nous expliquer la faveur avec laquelle l'accueillirent les physiciens et même les physiologistes, à qui elle offrait les apparences d'une théorie explicite et relativement définitive des phénomènes intimes de l'audition, il est aussi permis d'y voir la raison de la stagnation presque absolue de la physiologie auriculaire depuis un quart de siècle, au milieu du courant qui emporte actuellement toute la physiologie à la suite des investigations de plus en plus instantes de l'anatomie microscopique et du contrôle clinique et expérimental.

Cette heureuse théorie, qui aujourd'hui encore règne presque sans conteste, repose sur trois hypothèses fondamentales que nous allons

chercher à détruire pour leur substituer trois hypothèses contraires sur lesquelles nous élèverons une autre théorie.

Longtemps avant HELMHOLTZ, on avait supposé qu'il y a dans l'appareil cochléaire autant de segments percepteurs différents qu'il y a de *degrés* dans l'échelle tonale ; c'est-à-dire qu'à chaque périodicité de l'ébranlement sont attribués des segments définis de l'échelle papillaire. En second lieu on a toujours supposé que l'agent physique extérieur, l'ébranlement sonore, va exciter directement, sans subir de modification *dans sa nature*, l'appareil sensoriel percep-teur ; c'est-à-dire que c'est l'ébranlement sonore lui-même qu'analysent les papilles. Enfin, depuis HELMHOLTZ, on admet une assimilation aussi étroite que possible entre certains éléments de l'appareil cochléaire et les appareils connus en physique sous le nom de *résonnateurs*.

Nous voudrions montrer au contraire : 1° qu'il n'y a aucune raison de supposer que tous les points de la papille cochléaire ne sont pas *également* aptes à percevoir les ébranlements de toute périodicité et que sur ce point l'appareil auditif ne fait pas exception à la règle commune des appareils sensoriels ; 2° que ce n'est pas l'ébranlement sonore lui-même qui intéresse les papilles auditives, mais un autre ébranlement de *nature différente*, bien que dérivé de lui ; 3° que la papille cochléaire est assimilable non aux résonnateurs, mais aux appareils *enregistreurs*.

*
* *

Est-il tout d'abord nécessaire de supposer, comme l'a fait HELMHOLTZ, séduit sans doute par l'analyse toute physique que les résonnateurs réalisaient d'un ébranlement complexe, que notre appareil auditif *décompose* l'ébranlement en ses éléments harmoniques ? Les résonnateurs de toute forme, diapasons, cordes, boîtes, cylindres, lames ou sphères, ont la propriété de tirer de la forme, de la périodicité et de l'intensité d'un ébranlement, les éléments de vibrations pendulaires dont leurs qualités physiques propres offrent les conditions. C'est ce qui constitue la vibration dite *par influence*. Nous verrons plus loin si l'appareil auditif réalise des conditions analogues.

Mais si, au lieu de vouloir introduire trop intégralement la physique des instruments dans la physiologie des organes, on avait tout d'abord posé la question d'une façon avant tout physiologique, on eût remarqué que dans aucun cas les appareils sensoriels n'offrent autant de variétés d'éléments analyseurs qu'il y a de degrés dans une même modalité d'irritation sensorielle. Avons-nous autant de sortes d'éléments tactiles distribués sous nos téguments, qu'il y a pour nous de degrés de température, d'humidité, à analyser ? Ne doit-on pas admettre au contraire que chaque point de notre surface tactile est apte à percevoir sur place toutes les nuances de la sensibilité à la chaleur ou à l'humidité ? L'accumulation des éléments sur un même point de la surface sensorielle se rapporte non à une meilleure analyse de la modalité, mais à la délicatesse des localisations, c'est-à-dire à l'analyse du relief, de l'image, de la forme.

Pour la vue, peut-on admettre qu'il y ait dans notre rétine autant de segments analyseurs qu'il y a de nuances dans toute l'étendue du spectre ; et n'est-il pas plus vraisemblable que chaque point de notre rétine, sinon, d'après certaines hypothèses que nous n'avons pas à discuter, chaque élément rétinien, soit capable d'enregistrer toutes les nuances de la modalité lumineuse ? Ici encore l'accumulation des éléments sert à définir non la modalité, mais la distribution dans l'espace de l'image objective, la forme.

Pourquoi alors supposer qu'il existe dans l'oreille et en particulier dans le limaçon autant de segments analyseurs qu'il y a de degrés dans l'échelle tonale, et admettre qu'à l'instar des résonateurs chaque segment vibrera par influence pour un certain système harmonique, et ne vibrera que pour celui-là ? Sans doute la distribution sériale des éléments cochléaires poussait à cette hypothèse, mais nous verrons que l'examen des données anatomiques, telles qu'on les possède aujourd'hui, s'y oppose absolument.

N'est-il pas plus rationnel, a priori, d'admettre que dans tous les appareils sensoriels, chaque élément est capable de l'analyse de toutes les nuances d'une même modalité sensorielle, de toutes les nuances d'intensité dans cette même modalité ; que la distribution topographique des éléments sur une surface sensorielle correspond à l'analyse non de la modalité ni de l'intensité, mais de l'image qui

résulte de la juxtaposition des perceptions élémentaires, et que l'accumulation des éléments répond à une plus grande délicatesse dans la définition de l'image tactile, visuelle ou auditive.

Avant d'établir l'analogie entre un appareil sensoriel et des appareils de laboratoire, il importe selon nous de rechercher tout d'abord son analogie avec les autres appareils sensoriels mieux connus ou plus simples. Or cette analogie nous fait supposer que chaque point de la papille cochléaire doit être capable de percevoir toutes les variations et les tonalités de l'ébranlement sonore.

Quand une température se mêle à une autre, nous prenons la notion de ces deux températures confondues, c'est-à-dire d'une troisième température. Notre tactilité permet-elle que nous retrouvions dans cette dernière les quantités qui correspondent à chacune des températures composantes ? Aucunement. Nous ne décomposons pas la température. Pas davantage l'hygrométrie. Quand notre œil perçoit une nuance colorée plus ou moins complexe, ce n'est que par un effort d'attentivité centrale et surtout par éducation, que nous pouvons imaginer la proportion des tonalités diverses qui la composent ; nous ne les analysons pas. Rien n'a pu établir suffisamment jusqu'ici que notre rétine opérât différemment pour les tonalités simples ou pour les composées ; comme pour les températures qu'analyse le tact, toute nuance est une somme, un degré d'une échelle sensorielle plus ou moins étendue, avec son intensité variable ; et chaque élément possède individuellement toutes les qualités d'analyse qui caractérisent l'appareil dont il fait partie. Dans un même appareil sensoriel tous les éléments se valent, morphologiquement ; pourquoi leur refuser l'équivalence physiologique ?

De même pour le goût, de même pour l'odorat. On n'imagine pas qu'il y ait dans nos papilles olfactives ou gustatives autant de variétés d'éléments analyseurs spéciaux qu'il y a de réactifs dans le laboratoire d'un expert. Rien en tout cas ne devait le faire supposer. Pourquoi l'a-t-on admis pour l'oreille ? L'histologie le permet-elle ?

Nous verrons que la structure de l'oreille ne prêtait à cette supposition que de très vagues vraisemblances, et que l'hypothèse de HELMHOLTZ était purement physique, aucunement physiologique.

*
* *

En second lieu, si l'on a pu comparer avec raison l'oreille à une machine, on eût du le faire plus exactement. Dans une machine à vapeur par exemple, il est évident que la chaleur est bien l'agent qui provoque la mise en mouvement de tout le système mécanique, et qu'elle va se répandre dans tout l'appareil qu'elle échauffera, depuis la chaudière jusqu'aux tiroirs, aux pistons, aux bielles et aux roues. Mais ce n'est pas la chaleur qui fait directement tourner les roues, c'est une nouvelle force produite par la chaleur, c'est la tension de la vapeur qui va développer une pression que la disposition de la machine pourra utiliser d'une façon appropriée.

Dans l'oreille, l'ébranlement sonore est également l'agent qui parcourra tout l'appareil des formations organiques, avec une vitesse de propagation qui variera selon le milieu qu'il traversera, depuis l'air qui baigne le méat, jusqu'aux terminaisons nerveuses et au delà. Mais cet ébranlement rencontre des milieux inertes et suspendus et il se produit une nouvelle forme d'oscillation, une nouvelle force que l'inertie des milieux aériens, solides et liquides de l'oreille pourra utiliser également d'une façon plus physiologique. Sans aucun doute l'ébranlement sonore passe au niveau des papilles, mais est-ce bien lui qui les excite? Il nous suffira de comparer le travail produit à ce niveau par l'ébranlement sonore d'une part et d'autre part par la force née de lui.

Il est sans doute impossible d'évaluer exactement le travail produit par l'ébranlement sonore au niveau des papilles labyrinthiques, mais l'on peut cependant rechercher, sinon la valeur, du moins la signification qu'il convient, dans ce cas particulier, d'attribuer à la formule $\frac{1}{2} m v^2$.

L'ébranlement sonore sollicite tout d'abord l'inertie moléculaire des milieux qu'il parcourt. C'est la conduction sonore qui est ici en jeu. L'ébranlement passe de molécule en molécule et sollicite *successivement*, et non simultanément, l'inertie de chacune d'elles. Sa vitesse de propagation, qui est grande dans les milieux gazeux extérieurs et dans l'air du conduit, devient plus grande encore au niveau des articles solides de la caisse et de ses parois, moindre toutefois dans les milieux liquides de l'oreille interne. Mais ce n'est pas cette vitesse de propagation qui intervient dans la formule du travail. En effet, sur le parcours de l'ébranlement, chaque molécule s'écarte de sa position d'équilibre, la retrouve, la dépasse, et oscille ainsi plus ou moins selon l'intensité de l'ébranlement et selon une périodicité qui varie avec la sienne.

Au niveau des papilles, le travail qui peut se produire est donc égal à la moitié du produit de la faible masse des quelques molécules liquides qui baignent le filet nerveux, par le carré de la vitesse du déplacement vibratoire de celles-ci, — vitesse qui, relativement à celles que nous allons examiner plus loin, n'est jamais considérable, même sous les ébranlements sonores les plus intenses.

Cette circulation de l'ébranlement sonore à travers les milieux auriculaires est toujours réalisée, indépendamment des qualités physiologiques de l'organe ; et l'on peut même admettre que l'oreille qui conduit le mieux le son est loin d'être celle qui entend le mieux ; et plus une oreille est sclérosée, rigide, ossifiée, c'est-à-dire moins elle est bonne, plus elle conduit intégralement le son.

Le travail produit par la sollicitation de l'inertie moléculaire ne peut donc être considérable. Il en est tout autrement quand l'ébranlement sollicite un corps dont l'*inertie totale*, celle de la masse prise en bloc, peut être influencée par la périodicité de l'ébranlement. C'est ainsi que le moindre son transmis par l'air pourra faire vibrer de fortes cordes, d'énormes diapasons, si l'inertie totale, indépendamment de leur inertie moléculaire, se prête pour ces corps à des oscillations synchrones de celles que provoque l'ébranlement propagé. En est-il de même, comme on l'a admis, des éléments de l'oreille ?

Les partisans de la vibration par influence directe de l'ébranlement sonore ont appliqué leur hypothèse à toutes les parties de l'oreille. Le tympan a été considéré comme présentant, grâce à la différence de ses tensions radiales, les conditions de vibrations par influence pour des sons d'acuité différente ; on a supposé de plus que le tenseur accommodait la tension tympanique pour des sons de périodicité variable, sans tenir aucun compte des énormes différences qui existent entre les périodicités de tous les sons qui composent un même timbre et que le tympan doit accueillir simultanément. Pour les osselets, on n'a pas fait les mêmes tentatives, mais pour l'oreille interne, il était naturel de chercher à retrouver des conditions physiques en accord avec l'hypothèse en faveur.

En 1683, DU VERNEY, qui croyait le limaçon plein d'air, admettait que la lame spirale vibrerait en recevant sur ses deux faces le « frémissement » de l'air, communiqué par le tremblement de la fenêtre ovale et de la fenêtre ronde. « Enfin, ajoute-t-il, cette lame

n'est pas seulement capable de recevoir les tremblements de l'air, mais sa structure doit faire penser qu'elle peut répondre à tous leurs caractères différents; son état plus large au commencement de la première révolution qu'à l'extrémité de la dernière, où elle finit comme en pointe, et les autres parties diminuant proportionnellement de largeur, on peut dire que les parties les plus larges pouvant être ébranlées sans que les autres le soient, ne sont capables que de frémisses plus lents, qui répondent par conséquent aux tons graves, etc. » LE CAT (1767) reprit l'idée de DU VERNEY et dit « qu'on voit clairement que la lame spirale du limaçon est faite pour être « trémoussée » par l'impulsion de l'air intérieur qui l'environne ».

CARUS (1828) pensait également que des sections limitées du cône cochléaire accueilleraient des sons de périodicité définie.

Ces premières hypothèses attribuaient la vibration par influence aux parties rigides surtout. Il est évident que l'ébranlement peut se propager de l'air à des milieux solides et les faire osciller; mais la lame spirale peut-elle être réellement regardée comme un appareil oscillant? Ses dimensions, qui varient relativement peu de la base au sommet, lui permettraient-elles de vibrer par segments pour des périodicités qui, d'après l'échelle tonale, varient de 1 à plus de 2000? Un si petit appareil rigide pourrait-il vibrer à l'unisson d'un trente-deux pieds d'orgue? Il en est de même pour les différents calibres du canal cochléaire osseux. Il n'y a pas de rapports entre les plus grandes des dimensions de ces appareils et la périodicité des sons les plus graves; il n'y a pas non plus proportionnalité entre l'échelle tonale et la série des dimensions.

HASSE attribua la vibration par influence aux parties molles, à la membrane de CORTI. Il renonça à cette hypothèse que nous ne discuterons pas. HELMHOLTZ (1862) la reportait à la série des piliers externes de l'arche de CORTI, et démontrait si luxueusement leurs propriétés vibratoires, que sans la remarque que fit HASSE que les oiseaux en manquaient, la théorie aurait survécu. Or, elle est passible des objections que l'on a pu adresser aux premières; mais nous ne la discuterons pas, son auteur l'ayant abandonnée. Remarquons seulement que sans l'objection tirée de l'anatomie comparée, cette hypothèse d'ordre purement physique aurait trouvé place comme sa cadette dans la physiologie classique.

Les mensurations de HENSEN permirent à HELMHOLTZ de reporter de nouveau la vibration par influence à un autre appareil, la membrane basilaire. Mais celle-ci étant plus large vers le sommet du limaçon, les sons graves sont perçus à ce niveau. MOOS et STEINBRUGGE ont publié l'observation d'un homme qui avait perdu l'audition des sons aigus et qui présentait une lésion marquée des parties du limaçon qui avoisinent la fenêtre ronde, c'est-à-dire la base. Ce fait anatomo-pathologique semblerait d'accord avec l'hypothèse de HELMHOLTZ-HENSEN, mais il en a lui-même peu de valeur. La clinique otologique nous montre en effet fréquemment la diminution de la perception des sons aigus coïncidant avec des troubles variés de l'appareil auriculaire, et même variant avec certains troubles vasculaires. Elle peut être très prononcée et disparaître subitement comme nous l'avons observé une fois, à la reprise du flux hémorrhédaire, par exemple.

Il est certain que la membrane basilaire pouvait être divisée en segments vibrants différents, par le fait de sa forme spirale et par celui de ses dimensions radiales, de beaucoup inférieures à sa dimension longitudinale; et l'on sait qu'une telle membrane, dont une dimension est de beaucoup inférieure à l'autre, vibrera comme si elle était tendue dans le sens de sa plus petite dimension. Il n'était pas besoin d'invoquer les détails de sa structure, car les fameuses cordes de NUEL, qui ne sont que des épaissements dans le sens radial de la couche hyaline qui recouvre la membrane, ne dépassent guère les piliers externes, et par conséquent ne peuvent être considérées comme tendues, n'ayant qu'une seule insertion fixe. De plus elles n'occupent que le cinquième de l'épaisseur de la membrane. Il est difficile de leur attribuer la propriété de vibrer isolément et même de vibrer de n'importe quelle façon. BAER l'avait montré, et P. MEYER remarque: « En somme, cette membrane fort peu élastique, d'une épaisseur très appréciable, superficiellement striée, composée de diverses couches dont, disons-le en passant, l'épaisseur varie avec l'âge: tel est, en dernière analyse, l'appareil auquel on voudrait rapporter nos plus fines sensations auditives ». P. MEYER diminue un peu ici les qualités d'oscillation de la membrane basilaire, comme il exagérera plus loin celles des cils terminaux des cellules de CORTI, qu'il n'hésite pas à comparer à de véritables tiges d'acier.

En réalité, la membrane basilaire constitue un délicat appareil de suspension de la papille cochléaire, qui assure à celle-ci une assez remarquable liberté d'inertie, comme nous le verrons plus loin.

Mais, même en attribuant aux divers segments de la membrane la propriété de vibrer par influence comme autant de cordes isolées de longueur différente, nous savons, par HENSEN lui-même, que la dernière corde, au sommet du limaçon, ne serait que douze fois plus longue que la première, à la base. Elle correspondrait donc à un son douze fois plus grave ; et nous voilà encore bien loin de notre échelle tonale dont le son le plus grave l'est près de trois mille fois plus que le son supérieur de nos perceptions auditives.

Il n'y a donc pas encore ici proportionnalité entre l'échelle de dimensions et l'échelle tonale. Il n'y en a pas davantage entre les dimensions des appareils vibrants et le diapason de nos perceptions auriculaires. Sans doute le son grave d'un grand tuyau d'orgue pourra être produit par la lame beaucoup plus petite d'un harmonium, mais il est véritablement impossible de trouver dans l'oreille un appareil physique de résonance dont les dimensions puissent accueillir un son si grave. Et cependant nous le percevons.

Le nerf lui-même serait-il capable d'une assimilation spéciale à chaque périodicité ; est-ce que chaque ton, selon l'expression de J. MÜLLER, éveille sa sensation particulière ? Les terminaisons nerveuses jouissent-elles, comme l'a admis HERRMANN, d'une propriété analytique indépendante de l'élasticité mécanique ? Mais alors pourquoi ce dispositif compliqué, quand une simple papille réunissant des éléments capables de réagir à toutes les périodicités de l'échelle tonale suffirait à toutes les analyses ? Dans tous les cas, ces trois hypothèses sont distinctes de la théorie de la vibration par influence, et de plus il est assez difficile même de les discuter, car si elles créent pour l'appareil auriculaire un procédé d'analyse absolument analogue à ce que nous savons des autres appareils sensoriels, où chaque nuance dans la même modalité sensorielle est perçue indifféremment par chaque élément, comme nous l'avons observé déjà plus haut, elles ne rendent pas compte du rôle de ce remarquable dispositif organique.

La vibration par influence a encore été attribuée par WALDEYER et PAUL MEYER, son élève, aux cils qui surmontent les plateaux cupulaires des cellules sensorielles. Comme leurs longueurs diffèrent, on peut les supposer appropriés à accueillir différentes périodicités.

Nous répéterons encore les mêmes objections que pour les autres appareils.

Remarquons en outre que ces fins pinceaux ciliaires existent dans toutes les papilles labyrinthiques et qu'ils sont formés de cils beaucoup moins rigides que n'aime à les représenter P. MEYER. Si la coupe histologique les montre courts, raides, dépassant peu le plateau réticulaire, nous savons depuis les belles recherches d'HOWARD AYERS, qu'à l'état physiologique ils sont extrêmement longs, plongés dans la masse de la membrane de CORTI, qu'ils contribuent à former, au point qu'AYERS les poursuit jusqu'à leur insertion sur la bandelette sillonnée. Il est difficile d'y trouver les conditions de vibrations isolées, car ils sont flexueux, forment ensemble une masse cohérente qui se séparera, au moment de la coupe, de ses insertions cupulaires plutôt que de se laisser diviser ou de perdre son insertion supérieure sur la protubérance de HUSCHKE.

La théorie des vibrations ciliaires remonte aux remarquables expériences de HENSEN sur les Mysis et les Palæmons, qui ont joué un rôle vraiment déplorable dans la physiologie auriculaire, en laissant considérer un phénomène purement physique comme une spécialisation physiologique. Tout d'abord l'analyse des trépidations n'est pas l'audition, et si les longueurs des formations ciliaires suffisaient à l'enregistrement des ébranlements de toute périodicité, pourquoi, encore une fois, ce complexe appareil de formations si régulières, quand une simple papille épithéliale, réalisant un complet assortiment de cils de longueurs variées, suffisait largement ?

D'ailleurs, la physiologie des appareils auriculaires des Invertébrés ne nous apprend rien sur l'audition, puisque, comme nous l'avons démontré ailleurs, ces animaux n'entendent pas, selon toute vraisemblance, mais se bornent à percevoir les trépidations. C'est ce qu'avait pressenti CH. NODIER, dans sa conversation avec DE LA METTRIE, quand il disait : « N'en est-il pas de même de l'araignée, si sensible aux moindres ébranlements, qu'à la vibration d'une voix ou d'un instrument qui fait frémir sa toile, elle se précipite, ou plutôt se laisse tomber au centre où convergent tous ses rayons, ce qui lui a valu, assez ridiculement, selon moi, la réputation de musicienne ».

Cette même réputation, toutes les papilles labyrinthiques, qui sont pourvues de cils, en ont joui ; et on pourrait l'étendre à toutes les cellules ciliées de l'économie. Il s'agit d'un phénomène de trépidation

et non de perception auditive. Quant aux cils des papilles labyrinthiques, nous savons qu'ils contribuent à former les membranes tectoriales, et en particulier celle de CORTI, et qu'il est véritablement impossible de retrouver dans ce feutrage compact la moindre velléité de vibration par influence.

Laissons donc de côté cette hypothèse, qui laissait considérer l'ébranlement sonore comme éveillant directement la vibration par influence chez des formations diverses de l'oreille interne. Elle n'a produit rien de satisfaisant au point de vue physiologique, tout en abusant singulièrement des données purement physiques en les pliant de force aux nécessités d'une conformation anatomique qui ne pouvait s'y prêter.

*
* *

Voyons maintenant si, de même que la chaleur peut mettre en mouvement une machine grâce à la production d'une force appropriée qui dérive d'elle, l'ébranlement sonore fait naître, en traversant les milieux auriculaires, une autre forme d'activité appropriée aux conditions physiologiques de l'organe sollicité.

On doit remarquer que ces milieux auriculaires sont suspendus et susceptibles d'oscillations en totalité, en masse. L'air du conduit est libre au niveau du méat, et jouit au niveau du tympan d'une certaine liberté que lui laissent l'élasticité et les déplacements de la membrane. Les milieux solides de la caisse oscillent sur leurs ligaments suspenseurs et se déplacent en totalité. Les liquides de l'oreille interne, enfermés dans la capsule labyrinthique aux parois rigides, trouvent des points d'échappement au niveau des aqueducs, de la fenêtre ronde ; et le liquide peut refluer vers ces orifices de recul à la moindre poussée de l'étrier.

Les milieux suspendus jouissent d'une inertie totale considérable, puisque leur masse est la somme des masses moléculaires que nous considérons précédemment dans l'examen de la propagation de l'ébranlement. Cette inertie totale va entrer en jeu sous les sollicitations périodiques de l'ébranlement sonore.

a) — Au niveau du méat, l'air du conduit ne prête guère aux sollicitations de l'ébranlement que son inertie moléculaire ; mais au niveau du tympan la masse aérienne présente son minimum de

mouvement moléculaire et le maximum de ses variations de pression. Il se forme un nœud, c'est-à-dire qu'il s'en formerait un si le tympan n'était pas dépressible et élastique. Sous ces variations de pression, le tympan se laisse déprimer pendant la phase expansive, revient pendant la phase de contraction, et ses déplacements permettent aux masses aériennes voisines de se livrer à des déplacements de même sens. Il s'ensuit que plus on approche du tympan, plus les masses gazeuses subissent une oscillation en totalité, jusqu'aux couches d'air contiguës à la membrane, qui participent à son oscillation.

De dehors en dedans l'inertie totale est donc de plus en plus sollicitée concurremment avec l'inertie moléculaire. Le travail produit au niveau des papilles dépend maintenant non seulement de la vitesse de l'oscillation moléculaire, mais aussi et surtout de la vitesse d'oscillation totale, qui, au niveau du tympan, n'est autre que la vitesse d'oscillation de la membrane elle-même ; il dépend d'autre part non plus de la masse des molécules considérées en un point donné, mais de la masse de la totalité des molécules intéressées par l'oscillation totale et agissant solidairement.

En d'autres termes, à côté de l'ébranlement sonore qui passe de l'air du conduit à la membrane tympanique, nous devons considérer au niveau de la face externe de cette même membrane des *variations périodiques de la pression* de l'air qu'elle limite. De même dans la machine, à côté de la chaleur qui parcourt les diverses parties de l'appareil, nous devons considérer la pression exercée par la vapeur sur le piston.

b) — La membrane tympanique, dépressible et élastique, cède aux pressions et entraîne le manche du marteau comme la voile gonflée par le vent entraîne le mât qui la soutient. Sans doute l'ébranlement sonore passe du marteau à l'enclume, de l'enclume à l'étrier avec la vitesse de propagation dans ces milieux solides ; mais ces articles rigides, bons conducteurs du son, se trouvent être aussi des leviers suspendus, articulés, jouissant d'une grande liberté d'inertie, gênée pourtant en certains points axiles, ce qui impose à l'oscillation de tout l'appareil suspendu un certain régime.

Cette oscillation des osselets est en réalité complexe et nous l'avons étudiée ailleurs à propos de l'orientation, montrant que l'incidence de l'ébranlement exerçait une influence sur les positions respectives qu'affectaient, pendant la transmission, les différents

articles osseux. Qu'il nous suffise de remarquer ici que le marteau recueille toute la poussée subie par l'écran tympanique ; qu'il la transmet à l'enclume ; que les dimensions moindres de l'enclume augmentent la force de la poussée de ce qu'elles enlèvent à l'amplitude de l'oscillation ; que l'étrier oscille au niveau de la fenêtre ovale comme un véritable piston et que c'est au niveau de cette fenêtre que l'ébranlement oscillatoire produit le travail le plus considérable. car il résume l'oscillation solidaire de tous les milieux oscillants extérieurs au labyrinthe. C'est aussi en ce point que l'ébranlement prend la forme d'une poussée extrêmement précise et simple dans sa force, sa périodicité, sa forme et son incidence.

c) — Dans l'oreille interne, la poussée rencontre un liquide incompressible enfermé dans un récipient rigide qui ne lui laisse d'issues qu'en certains points de sa paroi osseuse. Ces voies d'échappement et de recul sont, pour le vestibule, l'aqueduc du vestibule, et pour le limaçon, l'aqueduc du limaçon d'une part et la fenêtre ronde d'autre part. Nous ne nous occuperons que du limaçon, l'organe exclusif de l'audition tonale.

A chaque poussée de l'étrier, le liquide s'échappe en partie par ses voies de recul, revient pendant la phase négative, et ainsi de suite à chaque ébranlement. Il s'établit donc progressivement un va-et-vient liquide entre la voie de pénétration et les voies de recul, et cette oscillation intéresse peu à peu la plus grande partie du liquide placé entre l'étrier et les voies d'échappement. Il se fait donc encore ici une oscillation totale d'une certaine partie de la masse liquide incompressible, et le travail produit par cette oscillation est, on le conçoit, bien plus considérable que celui que produisait, en un point donné, l'oscillation de quelques molécules sollicitées par l'ébranlement sonore propagé. Toute la masse liquide oscillante agit solidairement, et le travail réalisé au sein de cette masse liquide est égal à la moitié du produit de la masse oscillante par le carré de la vitesse du liquide en mouvement. Sans qu'on puisse évaluer ce travail, il est facile de reconnaître qu'il est très supérieur à celui que provoque l'ébranlement sonore dans sa propagation à travers le milieu liquide, car ce dernier n'intéresse que *successivement* les molécules liquides en parcourant ce milieu, tandis que l'oscillation totale intéresse *simultanément* un grand nombre de molécules, que la solidarité et la simultanéité des sollicitations rend en quelque sorte cohérentes et unanimes dans

leurs actions mécaniques. De plus, la vitesse et l'amplitude de l'oscillation totale dépassent de beaucoup celles de l'ébranlement moléculaire.

Si l'on fait abstraction de la forme spirale du limaçon, on peut le considérer comme un cône à parois rigides, profond de trente millimètres, large seulement de deux à la base. La voie de pénétration de la poussée est à l'orifice de la rampe vestibulaire ; les voies d'échappement sont également situées à la base du cône, ce sont la fenêtre ronde et l'orifice de l'aqueduc de limaçon. En aucun autre point de la paroi osseuse le liquide refoulé ne trouverait d'issue, ce qui revient à dire qu'il ne se laisse pas refouler. Ce n'est que tout à fait au niveau de la base du cône cochléaire que le va-et-vient du liquide peut s'effectuer et qu'il s'effectue en réalité. Les parties plus élevées du cône restent parfaitement étrangères à l'oscillation de la base, le liquide n'y oscille pas, c'est à peine si la pression y monte imperceptiblement.

En reculant vers ses voies d'échappement dans la rampe tympanique, c'est-à-dire en déprimant le tympan secondaire et en fuyant par l'aqueduc du limaçon, le liquide a permis aux tympans membraneux de se laisser déprimer sous la poussée. La membrane de REISSNER fléchit, ainsi que la membrane basilaire, et avec celle-ci la papille épithéliale qu'elle suspend. Puis à la phase négative, tout remonte, et ainsi de suite. A chaque ébranlement, et seulement à la base du cône limacéen, les membranes, et le bourrelet épithélial qu'elles isolent, sont sollicités transversalement entre l'orifice de la rampe vestibulaire et les orifices de la rampe tympanique. Cette sollicitation présente une grande force, de nature hydraulique, et il nous reste à montrer comment l'ébranlement est analysé par la papille cochléaire.

Cependant une remarque s'impose ici. Nous pouvons admettre que l'ébranlement moléculaire, c'est-à-dire la conduction sonore, d'une part, et l'ébranlement total des milieux suspendus, c'est-à-dire une autre force dérivée de la première, s'adressent concurremment à la papille sensorielle. Quelle est la force utile, quel est l'agent physiologique?

Nous avons vu qu'aucune des parties inertes de l'oreille interne ne pouvait utiliser physiologiquement l'ébranlement sonore lui-même, que le travail que produit celui-ci est très inférieur à celui que réalise l'autre ébranlement, tandis que ce dernier influencera forcément,

sinon acoustiquement, au moins de façon hydrodynamique, les papilles baignées par les liquides cochléaires.

La clinique nous montre d'autre part que, quelle que soit la lésion de l'appareil de transmission, l'ébranlement sonore peut toujours traverser les milieux auriculaires et que si c'était lui qui intervint directement pour irriter les terminaisons sensorielles, l'audition persisterait. Au contraire *l'audition souffre de tout obstacle à l'oscillation en totalité* d'une quelconque des parties de l'appareil auriculaire, et il suffira de la moindre lésion, qui sans aucune action sur la transmission acoustique, pourra gêner l'oscillation d'un point quelconque de la série des milieux auriculaires, pour altérer et même supprimer l'audition.

C'est à l'oscillation totale, et non à l'oscillation moléculaire qu'est liée l'intégrité des fonctions auditives. Ce n'est donc pas l'ébranlement sonore qui intervient directement au niveau des papilles.

Comment se fait l'analyse papillaire?

*
* *

Il existe en physique deux procédés d'analyse de l'ébranlement sonore, celui des *résonnateurs* et celui des *enregistreurs*. Nous croyons avoir montré que rien ne permettait d'assimiler le limaçon à un appareil de résonnance. Peut-on le considérer comme fonctionnant à la façon des enregistreurs ?

Les enregistreurs sont des appareils qui permettent à l'ébranlement, par l'intermédiaire d'un stylet, de s'inscrire lui-même sur une surface impressionnable. Si le stylet et la surface gardent leurs rapports respectifs, l'ébranlement inscrit toujours au même point de la surface son intensité, mais sa forme et sa périodicité ne s'y laissent pas analyser. Mais si, par un artifice approprié, la surface se déplace sous le stylet, ou encore le stylet sur la surface, d'une façon régulière et continue, on voit l'ébranlement s'inscrire sous la forme d'une ligne ondulée dont les particularités sont d'autant plus analysables que chaque phase ondulatoire couvre un plus grand espace, c'est-à-dire que le déplacement est plus rapide.

Au niveau de la base du limaçon l'ébranlement s'inscrit toujours au même point des membranes, et de la papille cochléaire; il est donc surtout perçu dans sa force, mais mal analysé dans sa périodicité et dans les détails de sa forme ondulatoire. Que se passe-t-il dans les étages plus élevés?

La membrane basilaire est jetée comme un pont flexible entre la lame spirale et la paroi externe du canal cochléaire. Elle est surmontée d'un épithélium, qui, aplati au niveau des attaches de la membrane, s'enfle subitement pour former vers le milieu de la membrane et un peu en dedans un bourrelet cellulaire relativement énorme. Tout cet appareil suspendu fait masse en ce point; et l'on peut considérer toute la papille spirale comme constituée, au point de vue mécanique, par un gros cordon épithélial suspendu latéralement par des attaches membraneuses flexibles. Tout le poids de l'appareil est au centre, tandis que l'effacement de l'épithélium au niveau des attaches de la membrane donne à l'appareil suspendu une remarquable liberté d'oscillation transversale, mais ne lui permet que celle-là. Si l'on remarque que les dimensions de l'appareil suspenseur croissent de la base au sommet, on supposera avec vraisemblance que cette liberté d'oscillation est de plus en plus grande vers le sommet.

Comment se comporte un cordon suspendu dont on secoue transversalement l'une des extrémités? L'oscillation de cette extrémité se propage successivement à tous les points du cordon suspendu, et cette série d'oscillations transversales figure une ondulation longitudinale qui se propage le long de la corde, et rappelle complètement celle qu'inscrit le stylet sur la surface sensible des enregistreurs.

Cette ondulation dérivée, qui n'est que la répétition, pour tous les points consécutifs de la corde suspendue, de l'oscillation initiale, a les caractères d'intensité, de composition, de forme de cette oscillation du début, et tous les points oscillent tour à tour avec la même périodicité. Seulement l'ondulation dérivée est plus explicite dans ses manifestations que l'oscillation initiale, grâce au grand espace qu'elle intéresse simultanément.

Il nous semble évident que le cordon papillaire suspendu par la membrane basilaire sera de même parcouru longitudinalement par l'ondulation dérivée de l'oscillation transversale de sa base; que cette propagation sera rapide et par conséquent intéressera dans une même phase ondulatoire une grande étendue du cordon papillaire, c'est-à-

dire un grand nombre d'éléments analyseurs ; que tous les points de l'appareil suspendu répèteront successivement l'oscillation de la base.

Il s'ensuit que chaque point de la courbe ondulatoire propagée correspond à un moment donné à une position définie d'un segment basilaire au-dessus ou au-dessous de sa position d'équilibre ; c'est-à-dire que dans une même phase ondulatoire, les éléments basilaires intéressés occupent autant de niveaux différents qu'il y a de points dans la courbe elle-même.

Tous les éléments de la papille basilaire occuperont successivement le niveau correspondant à chacun des points de la courbe ondulatoire et réciproquement chaque point de la courbe ondulatoire sera constamment analysé par la série des éléments contigus.

Voyons comment se fait cette analyse élémentaire.

L'appareil basilaire a trois points fixes qui sont, d'abord les deux attaches latérales de la membrane de suspension, et ensuite l'insertion de la membrane de CORTI sur la protubérance de HUSCHKE. Si nous appelons positive la phase d'abaissement de la membrane basilaire, celle qui correspond à la poussée de l'ébranlement, et négative la phase d'élévation au-dessus de la position d'équilibre, nous voyons que dans les oscillations de chaque segment basilaire, certaines conditions anatomiques interviennent, qui nous semblent propres à déterminer l'excitation spécifique. Dans la phase négative, et jusqu'à un faible degré dans la phase positive, la papille épithéliale pourra varier de niveau sans que la membrane de CORTI soit aucunement empêchée d'osciller avec elle. Mais dans la phase positive, la membrane de CORTI se trouve bientôt arrêtée, comme par un chevalet, par la crête dentelée de la protubérance de HUSCHKE, et si la papille épithéliale s'abaisse, la membrane de CORTI cesse bientôt de la suivre, retenue par les dents de HUSCHKE, et elle exerce forcément une traction sur son insertion papillaire.

Cette membrane de CORTI renferme les longs cils des éléments cellulaires de CORTI. Ces cils, enfermés et isolés par les cils des cellules de soutènement qui leur forment par leur cohésion de longues gaines accolées, constituent la partie importante de la membrane de CORTI. Ils descendent de la partie interne de la protubérance de HUSCHKE, où il se sont attachés par un mécanisme

que peut seule expliquer l'embryogénie, s'étendent au-dessus de la crête dentée, arrivent aux plateaux cupulaires des cellules de CORTI, pénètrent jusqu'à la formation globulaire décrite par HENSEN. Celle-ci semble unie à son tour au noyau de la cellule par des striations légères. Il semble donc que, considérée individuellement comme élément tactile, la cellule de CORTI soit appropriée à l'irritation par tiraillement plutôt que par tout autre mode d'excitation élémentaire.

Ce tiraillement s'exerce dès que l'excursion positive de la papille abaisse les cellules de CORTI, soutenues et fixées par l'éléphantin sommier des cellules de DEITERS et des piliers, au-dessous du niveau où les dents de HUSCHKE arrêteront leurs longs cils. Ces cellules, retenues par leur chevelure absalonienne, sont alors le siège d'un tiraillement qui varie avec le niveau qu'occupe l'élément dans la phase positive de son oscillation.

Ce tiraillement mesure donc les variations de niveau de chaque point de la papille au-dessous de sa position d'équilibre, c'est-à-dire pendant la phase positive de son oscillation. Et cette partie de la courbe est donc relevée de la façon dont on analyse une courbe inscrite, en mesurant les hauteurs de ses différents points à partir de sa position d'équilibre.

Dans la phase négative, il ne peut se produire d'irritation. Celle-ci est donc intermittente et ne dure qu'une demi-phase.

L'intensité de l'ébranlement se mesure par la force du tiraillement, qui dépend de l'amplitude de l'excursion positive.

La périodicité de l'ébranlement commande la périodicité des oscillations positives de chaque élément.

La forme de l'ébranlement régit la forme même de l'ondulation papillaire, c'est-à-dire la distribution de l'irritation élémentaire pendant chaque période.

De même qu'un objet lumineux se déplaçant devant la rétine produit, par la contiguïté des éléments intéressés, la sensation continue d'une ligne lumineuse, grâce à la persistance des impressions élémentaires, — de même chaque opération élémentaire, successivement reprise par la série des éléments papillaires, fournira la sensation d'une analyse continue de chaque point de la courbe ondulatoire ; et celle-ci sera analysée dans tous ses détails par une série d'éléments *contigus* chez qui la persistance des impressions développera le caractère *continu* des perceptions tonales.

Ce qui précède concerne la perception de l'ébranlement transmis par le milieu aérien. L'ébranlement sonore peut se transmettre directement par la paroi crânienne et à côté de l'inertie moléculaire, l'inertie totale des milieux suspendus est également sollicitée. Les variations de pression, les oscillations en totalité se produisent également, mais leur force est moindre que dans le cas de la transmission aérienne, à l'état normal. Ainsi un diapason vibrant se fera encore entendre au méat, alors que nous ne l'entendrons plus vibrer sur notre front ou appliqué sur l'apophyse mastoïde (Expérience de RINNE).

Mais s'il existe un écran s'opposant à l'expansion au dehors des variations de pression, celle-ci gagne au contraire de la force en dedans, quel que soit le point de l'appareil de transmission où se trouve l'obstacle. Il semble que l'ébranlement transmis par la voie crânienne trouve dans l'appareil de transmission, dont il sollicite l'inertie, une égale tendance à se perdre au dehors et à agir en dedans. Quant on supprime ce recul vers l'extérieur, toute la force expansive se porte en dedans ; si l'on place un diapason sur le vertex, les deux oreilles le perçoivent normalement avec la même intensité ; si avec le doigt l'on bouche l'un des méats, le recul est interdit à l'expansion de ce côté, et le son frappe plus fortement l'oreille interne correspondante (Expérience de WEBER). La clinique réalise de cent façons les données de cette expérience.

*
* *

On voit en quoi notre théorie diffère de la théorie classique, due surtout à HELMHOLTZ. Remarquons en particulier que HELMHOLTZ n'admet pas que l'oreille analyse la *forme* même de l'ébranlement ; il veut qu'elle le décompose en ses éléments pendulaires. Nous avons discuté son opinion. Il nous reste à développer la nôtre.

En fait, qu'analyse l'oreille, sinon un ébranlement simple ou complexe, mais toujours un en un moment donné ? Si plusieurs ébranlements coïncident, l'oreille perçoit l'ébranlement complexe qui les synthétise et la forme de l'ébranlement composé trahit plus ou moins la nature des ébranlements composants. Mais il est impossible aux milieux oscillants de l'oreille dont quelques-uns sont rigides,

d'osciller *en totalité* de façon à transmettre à l'état isolé plusieurs ébranlements simultanés. C'est donc un seul ébranlement, plus ou moins complexe de forme que reçoit la papille, de même que le stylet d'un phonographe n'inscrit pas isolément les nombreux ébranlements qui coïncident pour former le timbre d'une voyelle. C'est dans la forme même de l'ébranlement que l'oreille doit trouver la signification physiologique de celui-ci.

C'est ainsi d'ailleurs qu'agissent les autres organes sensoriels pour les perceptions simultanées et superposées. Les éléments basilaires ne décomposent pas comme les résonateurs.

Si, sur le passage de l'ébranlement propagé, un même élément se trouve être périodiquement le siège d'un même tiraillement, *la périodicité même de l'irritation détermine une sensation spéciale de même ordre que les perceptions continues de couleur ou de chaleur*. C'est la sensation *tonale* qui est continue, non parce que l'irritation se fait, d'une façon continue, sentir au même point, mais parce qu'elle parcourt d'une façon continue des éléments contigus identiques.

Les rapports entre les périodicités de sons simultanés se révèlent dans la forme même de la courbe composée. Les lois physiques de l'harmonie s'appliquent aux courbes enregistrées comme aux résonateurs ; les sons résultants différentiels ou additionnels également.

Les différences de phases, d'après HELMHOLTZ, font varier la forme de l'ébranlement, mais n'altèrent pas le timbre, c'est-à-dire la sensation complexe qui résulte de la composition de la courbe ondulatoire. Il en conclut que l'oreille décompose le timbre en ses éléments. Mais n'a-t-on point des exemples de sensations identiques produites par des combinaisons variables de sensations simples ? Est-ce que le blanc n'est pas réalisé par la combinaison de couleurs complémentaires variant deux à deux ?

Il est d'ailleurs difficile d'admettre que la différence de phase n'altère pas plus ou moins l'intensité et la forme de l'ébranlement, mais en est-il ainsi de la périodicité même ? Non, puisque le trouble même apporté à l'ébranlement qui synthétise deux ébranlements de phase différente se présente selon la même périodicité. Cette remarque de HELMHOLTZ, qu'il donne comme favorable à sa théorie, ne repose en réalité que sur la constatation que sa propre oreille ne percevait aucune différence dans le timbre, malgré la différence des phases. Sa théorie avait-elle réellement besoin de cette constatation ?

Mais, d'après les conditions mêmes de l'influence, il est impossible que la différence de phase n'agisse pas ainsi sur les résonateurs, car on ne conçoit pas que deux ébranlements puissent indifféremment se contrarier ou s'associer dans l'air, sans que les résonateurs n'en connaissent quelque chose. Son opinion que le timbre est indépendant de la différence de phase, serait également incompatible avec sa théorie et avec la nôtre ; mais comme elle n'est pas plus admissible pour les résonateurs que pour les enregistreurs, nous n'avons pas à nous y arrêter.

L'intensité et le timbre sont sous la dépendance des différences de phase et des interférences ; mais la périodicité n'en souffre pas, et comme c'est sur la périodicité et le rapport des différentes périodicités que repose la théorie harmonique, il est facile de l'établir sans l'appuyer, comme l'a fait HELMHOLTZ, sur les effets physiologiques des battements.

Donnons préalablement quelques définitions indispensables.

La sensation auditive la plus simple est le *son* ; c'est la sensation fondamentale de la papille cochléaire ; elle est provoquée par un ébranlement périodique de courbe absolument régulière. Elle est naturellement exceptionnelle. L'oreille perçoit en réalité presque toujours simultanément un plus ou moins grand nombre de sons combinés, ou mieux un ébranlement complexe qui les résume.

Cet ébranlement complexe a naturellement les formes les plus variées, depuis les plus franchement périodiques jusqu'aux plus irrégulières.

Quand les périodes sont nettement appréciables, le complexe sonore s'appelle *timbre*. Il est consonnant ou dissonnant selon le plus ou moins d'unité du système complexe dont il est la formule synthétique. Quand le caractère périodique tend à s'effacer, le complexe sonore s'appelle *bruit* ; le bruit est toujours périodique, si peut qu'il le soit, car tout bruit a une hauteur déterminée, une acuité tonale qui persiste au sein des combinaisons sonores les plus disparates. Il est donc illogique d'opposer le bruit au son, comme d'opposer la lumière blanche à la couleur ; le bruit et le timbre sont des complexes sonores qui ne diffèrent que par une sorte de *saturation* harmonique.

Quand l'oreille reconnaît au timbre différentes origines dans l'espace, par l'orientation objective, il y a pour nous la sensation *d'accord*, consonnant ou dissonnant ; quand c'est le bruit qui résulte

de la coïncidence de plusieurs sons d'origine distincte, il y a *cacophonie*. La notion de timbre et de bruit doit, physiologiquement, impliquer l'identité d'origine des sons composants.

Terminons rapidement par l'exposé d'une courte théorie harmonique.

*
* *

Deux ébranlements sollicitant simultanément l'inertie des éléments de l'oreille peuvent additionner ou opposer leurs effets.

Deux ébranlements de même périodicité qui additionnent tous leurs effets, c'est-à-dire dont les oscillations sont superposables à chaque instant, sont dits à l'*unisson*.

Ceux dont les périodicités sont dans un rapport tel que chaque oscillation du plus lent s'ajoute seulement à une oscillation sur deux qu'exécute l'autre dans le même temps, forment l'*octave*. Le plus aigu est dit l'octave du premier, ou second harmonique, le premier étant l'unisson.

Si le plus rapide fait trois oscillations pendant que le plus lent n'en fait qu'une, il constitue le troisième harmonique, et ainsi de suite pour le quatrième, cinquième, dixième *harmoniques*.

Ce renforcement périodique affirme à la fois les deux perceptions, c'est-à-dire que le son fondamental renforce une sur deux, sur trois, sur quatre des oscillations de ses harmoniques aigus, et qu'inversement il est renforcé par elles. Il y a donc *sympathie physiologique* puisqu'il y a concordance plus ou moins complète dans les sollicitations simultanées. La perception des deux sons prend par suite un caractère de simplicité, de facilité, d'harmonie, d'où résulte pour les sons une sorte de plasticité auditive, qui est la base de la musique rationnelle.

Ces sons concordants n'ont pas seulement des rapports harmoniques de périodicité avec le son fondamental, ils peuvent en avoir également entre eux; ainsi 4 est l'octave de 2, 6 l'octave de 3, etc. Tout le système est donc cohérent et revêt le son fondamental, le plus renforcé de tous et le pivot de l'harmonie totale, d'un éclat particulier et d'une véritable

individualité tonale, qu'on appelle *timbre* quand l'oreille reconnaît une même origine dans l'espace aux sons harmoniques combinés, et *accord* quand ils proviennent de sources extérieures distinctes et reconnues telles.

L'accord et le timbre varient par la combinaison des valeurs et des intensités respectives des sons harmoniques combinés, dont certains peuvent manquer sans altérer la personnalité harmonique de l'ensemble.

La perception esthétique des sons harmoniques a été l'origine de la plastique musicale dont les règles, toutes physiologiques, ont conduit, après des siècles de tâtonnements dans la théorie physique, à la gamme diatonique *normale*. En voici les éléments :

DEGRÉS	
Harmonique	Diatonique
1 ^{er}	1 ^{er} (ut ₁) = (UNISSON).
2 ^e	8 ^e (ut ₂) = (OCTAVE).
3 ^e	12 ^e (sol ₂) qui, descendu d'une octave 3 : 2 = (QUINTE $\frac{3}{2}$).
4 ^e	15 ^e (ut ₃) » » » 4 : 2 = 2, double l'octave.
5 ^e	17 ^e (mi ₃) » deux » 5 : 2 ² = (TIERCE MAJEURE $\frac{5}{4}$).
6 ^e	19 ^e (sol ₃) » » » 6 : 2 ² = 3 : 2, double la quinte.
7 ^e	21 ^e (si b ₃) » » » 7 : 2 ² = (SEPTIÈME TONALE $\frac{7}{4}$).
8 ^e	22 ^e (ut ₄) » » » 8 : 2 ³ = 2, double l'octave.
9 ^e	23 ^e (ré ₄) » trois » 9 : 2 ³ = (SECONDE MAJEURE $\frac{9}{8}$).
10 ^e	24 ^e (mi ₄) » » » 10 : 2 ³ = 5 : 4, double la tierce maj.

Sans dépasser le dixième harmonique, nous voyons que les sons concordants ont des affinités et des synergies esthétiques de valeur inégale suivant leurs rapports avec la tonique ou premier harmonique.

La tonique renforce tous les sons harmoniques et est renforcée par tous ; c'est-à-dire que tout l'ensemble affirme la perception de la note fondamentale et les autres harmoniques gravitent en quelque sorte autour d'elle à des distances plus ou moins grandes, ou si l'on veut, avec des *attractions* plus ou moins sensibles. Il est évident par exemple que l'octave renforce bien plus sa fondamentale et se trouve bien plus renforcée par elle, que le dixième harmonique ou vingt-

quatrième diatonique, puisque la coïncidence a lieu une fois sur deux pour la première, une fois sur dix pour la seconde.

De plus, ces sons harmoniques se renforcent entre eux; ainsi, jusqu'au dixième harmonique, l'octave est doublée deux fois, la quinte une fois, la tierce majeure une fois. Ce seront les notes constitutives du *timbre parfait* ou de l'*accord parfait*, selon l'unité ou la diversité de l'origine dans l'espace. On chiffrera :

1	$\frac{5}{4}$	$\frac{3}{2}$	2
Unisson.	Tierce majeure.	Quinte.	Octave.

A un second degré de consonnance, tout aussi parfait, mais moins riche et de moindre affinité, s'ajouteront la septième tonale, puis la seconde majeure, et nous aurons ainsi une première gamme :

1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	•	$\frac{3}{2}$	•	$\frac{7}{4}$	2
(ut)	(ré)	(mi)		(sol)		(si b)	(ut 2)

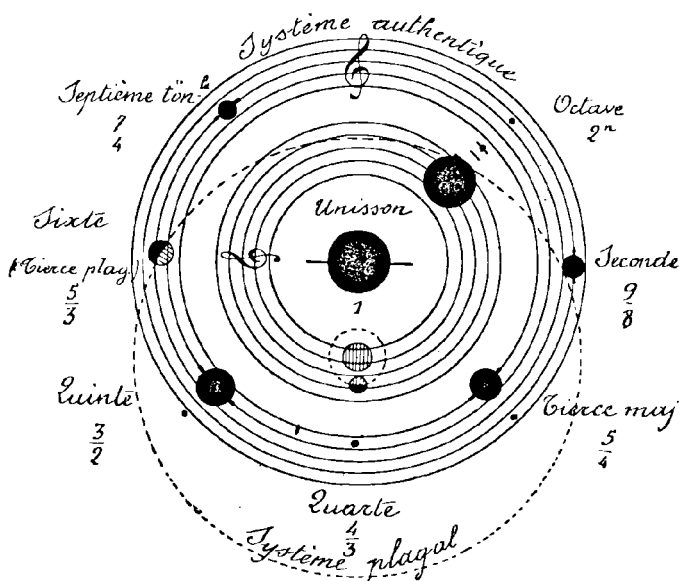
dont tous les termes appartiennent au système tonal de ut = 1.

Nous l'appellerons *système authentique*.

Il manque à cette gamme authentique deux termes pour devenir la gamme diatonique. L'unisson et l'octave ne peuvent rien faire naître de plus dans ce système. Le troisième harmonique 3, ou son octave $\frac{3}{2}$, qui l'introduit dans la gamme, présente après l'octave les plus grandes affinités avec l'unisson. On peut imaginer un second système authentique tel, que l'octave du premier forme avec la note fondamentale du second le rapport $\frac{3}{2}$, c'est-à-dire le rapport de quinte avec sa puissante affinité. Ce second système aurait l'octave du premier pour quinte et ferait ainsi avec cette octave et les autres harmoniques un échange de renforcements vibratoires qui les unirait sympathiquement. Ce second système est dit *système plagal*.

Pour le transcrire dans la notation du système authentique, nous chiffrerons : Unisson plagal $P \times \frac{3}{2} = 2$, d'où $P = \frac{4}{3}$ (*Quarte*).

Ce système plagal aura pour quinte $\frac{4}{3} \times \frac{3}{2} = 2$, l'octave authentique, pour tierce majeure $\frac{4}{3} \times \frac{5}{4} = \frac{5}{3}$ (*Sixte majeure*).



Cette gamme complexe formée par les dix premiers harmoniques du système authentique, et les cinq premiers du système plagal correspondant, se composera donc de huit notes :

	SYSTÈME AUTHENTIQUE	SYSTÈME PLAGAL	GAMME DIATONIQUE
1	Unisson	—	UT
$\frac{9}{8}$	Seconde majeure	—	ré
$\frac{5}{4}$	Tierce majeure	—	mi
$\frac{4}{4}$	(Quarte).	Unisson	FA
$\frac{3}{2}$	Quinte	Seconde majeure	sol
$\frac{5}{3}$	(Sixte majeure)	Tierce majeure	la
$\frac{7}{4}$	Septième tonale	—	Si b
2	Octave	Quinte	ut

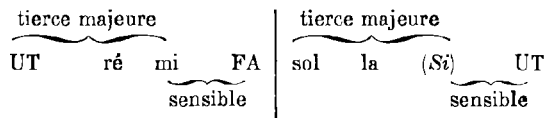
La quinte authentique coïncide avec la seconde plagale, $\frac{4}{3} \times \frac{9}{8} = \frac{3}{2}$. Mais la septième authentique ne constitue pas une quarte plagale, et cette discordance sera la cause d'une foule d'hési-

tations dans l'adoption de cette septième, définitivement abandonnée lors de l'installation du tempérament égal.

On conçoit aisément que cette gamme se soit imposée avec le temps et qu'elle ait survécu aux systèmes anciens dont elle s'est dégagée peu à peu, à travers les formations esthétiques et physiques les plus variées dont nous n'avons pas à refaire l'histoire. Cette gamme *diatonique majeure* ne s'est affirmée que progressivement, quand l'éducation de l'organe auriculaire a rendu de plus en plus exigeante l'esthétique physiologique, quand la délicatesse d'analyse auriculaire a fait la conquête définitive du rapport $\frac{5}{4}$, c'est-à-dire du cinquième harmonique du timbre devenue la tierce majeure de l'accord. C'en fut fait dès lors des nombreuses gammes mineures, à tierce mobile également étrangères au système tant authentique que plagal, d'une instabilité harmonique dont les ressources infinies ont alimenté toute la musique ancienne, la musique populaire moderne, et les intonations du langage parlé de tout temps.

Plus tard, la *septième tonale*, si utile pour les modulations descendantes, a été éliminée par la réapparition fatale de l'ancienne division de la gamme en deux tétrachordes disjoints, dont l'un avait pour fondamentale la tonique et l'autre la quinte, réapparition qui est l'origine même de la fugue ; tous deux ont une seconde et une tierce majeures ; cette tierce majeure fixe, pour le tétrachorde inférieur, la sensible du ton plagal, et pour le tétrachorde supérieur la sensible de l'octave authentique.

$$\frac{3}{2} \times \frac{5}{4} = \frac{15}{8} \text{ sensible, soit } \frac{7,5}{4}$$



La septième tonale disparut donc par le besoin d'une tierce majeure dans le tétrachorde de quinte ; le besoin était physiologique et sa satisfaction permit de réaliser, avec la gamme diatonique, le style fugué et toutes les formations musicales polyphoniques qui suivirent. Cela est d'autant plus net que la sensible n'a vraiment d'affinité ascendante vers la tonique que si la quinte se fait entendre simultanément ou se laisse sous-entendre.

La seconde majeure est la dernière venue dans la gamme authentique ; et elle se trouve, comme la tierce majeure, dans les deux tétrachordes disjoints qui forment la gamme.

1° Notre gamme diatonique actuelle est donc formée primitivement du système authentique qui donne l'unisson, la seconde majeure, la tierce majeure, la quinte, (la septième tonale) et l'octave ;

2° du système plagal qui y ajoute la quarte, la sixte majeure et confirme la quinte et l'octave ;

3° les notes du système plagal sont absorbées par le système authentique, et la nouvelle gamme ainsi formée se décompose en deux tétrachordes disjoints, formés l'un et l'autre d'une fondamentale, d'une seconde majeure, d'une tierce majeure qui fait sensible, et d'une quarte. Les notes d'un tétrachorde font donc le passage du ton authentique à son plagal.

La tierce majeure du second tétrachorde forme la sensible de la gamme complète, et son affinité pour l'octave se révèle sous l'action de la quinte comme l'affinité de la tierce majeure pour la quarte se produit sous l'action indirecte de la note fondamentale. Toutes les modulations majeures sortent de cette double affinité et du passage qu'elles permettent du ton authentique au ton plagal et inversement.

Quand nous aurons ajouté, sans entrer dans de plus grands détails, que le besoin physiologique qui domine toute la musique, comme les autres exercices esthétiques, est la nécessité de repos fréquents dans des attitudes faciles et simples, c'est-à-dire dans des sonorités précises et de composition stable, nous en aurons fini avec la musique.

Les mouvements coordonnés qui caractérisent les modulations et le passage d'un accord à un autre ont toujours pour but de résoudre des combinaisons complexes ou peu tonales en des combinaisons simples et aussi unitonales que possible. Les repos se sont faits d'abord surtout sur les unissons, puis les octaves, puis les quintes et les tierces majeures.

Deux sons réunis dans un accord cherchent à se rapprocher ou à s'écarter de façon à former une combinaison tonale d'un rapport plus simple avec le moins de déplacement possible. On pourrait préciser davantage et déterminer les affinités harmoniques de tous les accords et de leurs résolutions et fixer ainsi les règles de la plastique musicale, en dehors de son application à l'expression définie.

L'apparition des appareils à sons fixes et à clavier, c'est-à-dire l'intervention du *machinisme* dans l'art musical, a supprimé un certain nombre des affinités de la gamme et a introduit des modulations de complaisance, tout à fait factices et que peuvent seules faire accepter l'incessante mobilité des dessins mélodiques et la superposition des marches diatoniques, déjà si remarquables dans la phase initiale de la musique polyphonique.

L'enharmonie, cette source inépuisable de l'expression tant mélodique qu'harmonique, si riche et si variée, si humainement expressive dans le chant et l'orchestre wagnériens par exemple, se trouve figée une fois pour toutes dans les douze demi-tons du clavier, et la voix humaine, si merveilleusement enharmonique dans le chant et plus encore dans le langage, subit d'une désastreuse façon l'influence des instruments à sons fixes.

Les gammes mineures n'ont que des affinités d'octave, de quinte, de quarte et de seconde. L'élément tierce et avec lui l'élément sensible manquent dans les deux tétrachordes. Elles sont surtout propres aux formes mélodiques qui se développent isolées; leur harmonie est pauvre, déprimée, monotone et ne peut se maintenir longtemps; leur expression se manifeste surtout dans les formes descendantes. Le besoin du cinquième harmonique s'impose bientôt, comme tierce ou comme sensible $\frac{5}{4}$ ou $\frac{15}{8}$.

Les différents accords formés par les sons diatoniques de la gamme naturelle ont entre eux des affinités composées qui constituent la base de l'harmonie et de la mélodie diatoniques. Une altération dans la formule d'une note, si elle est suffisamment accentuée, provoque l'apparition de nouveaux systèmes diatoniques, ce qui forme le jeu des *tonalités* associées, soit dans l'harmonie, soit dans la mélodie. Le passage d'une tonalité à une autre se fait par l'intermédiaire des notes communes aux deux tonalités, que l'on accentue, et par l'altération de certaines autres notes qui orientent le premier système harmonique vers la formule du second. C'est ce qu'on appelle *modulation*. Les plus simples et les plus fortes se font sur les notes plagales, par marches de quintes ou de quartes à la base. C'est sur ces accords que l'oreille saisit le mieux les affinités nouvelles, et peut varier ses perceptions sans se départir d'un certain équilibre harmonique.

Il existe d'autres associations de sons non plus harmoniques, mais phonétiques, ce sont les timbres vocaliques, ou *voyelles*, produits par l'action des résonnances buccales et naso-pharyngiennes sur le son glottique fondamental. De même les modifications mimiques internes des parties molles, des lèvres, du voile du palais, de la langue et des constricteurs de la bouche et de la gorge, et leurs rapports variables avec les parties rigides de l'appareil phonateur, retentissent sur l'émission de l'air et la qualité du son ; ce sont les caractères consonantiques, ou *consonnes*, sonores ou sourdes, comme les voyelles elles-mêmes, selon qu'il y a ou non son glottique. L'oreille analyse ces sons articulés et leur reconnaît des particularités que les centres de la mémoire auditive verbale rapportent à des images psychiques dont le jeu constitue la partie centripète du langage intérieur.

Paris, 20 mars 1895.





NOTE
SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES INTRACELLULAIRES

PAR

FÉLIX LE DANTEC,

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Dans un article de ce *Bulletin* (1), j'ai exposé les résultats de nombreuses expériences tendant à démontrer :

1° L'existence d'une vacuole autour de tout corps solide ingéré par un Rhizopode *lobé* ou un Infusoire, au moins à la période initiale du séjour du corps solide à l'intérieur de l'animal.

2° La nature invariable au début du contenu liquide de la vacuole qui est toujours une gouttelette empruntée au milieu ambiant et dans laquelle se passent ensuite plusieurs phénomènes caractéristiques.

3° L'apparition chez tous les Protozoaires précités vivant dans l'eau, et immédiatement après l'ingestion, d'une sécrétion acide dans le liquide de la vacuole, quel que soit d'ailleurs le corps solide ingéré, nutritif ou indigeste.

J'ai exposé ensuite un grand nombre d'observations faites dans les circonstances naturelles de la vie des êtres unicellulaires sans le secours d'un réactif colorant quelconque. Plusieurs de ces observa-

(1) Recherches sur la digestion intracellulaire chez les Protozoaires, *Bulletin Scientifique*, 1891, t. XXIII.

tions donnent des renseignements précieux sur ce qui se passe dans une vacuole digestive *longtemps* après qu'elle a été formée. Au contraire, la présence d'un réactif colorant introduit artificiellement dans la nourriture des Infusoires, m'a toujours paru produire *à la longue* (au moins pour les substances que j'ai employées) des troubles plus ou moins graves dans la physiologie des êtres étudiés. Je n'ai donc cru devoir tirer de conclusion des expériences faites au moyen de ces réactifs que pour les premiers temps de leur séjour à l'intérieur de la cellule, ce qui est toujours suffisant pour constater la sécrétion d'un acide dans le contenu aqueux des vacuoles.

Depuis que j'ai publié ce travail, j'ai observé à l'occasion en étudiant des êtres unicellulaires à un autre point de vue, des digestions effectuées dans des conditions naturelles par des Protozoaires de plusieurs espèces ; je me propose de signaler ici quelques remarques nouvelles et de comparer en même temps les résultats de mes études avec ceux de deux auteurs qui ne semblent pas avoir eu connaissance des dernières parties au moins de mon ancienne publication.

M. GREENWOOD a publié dans les « *Proceedings of the Royal Society*, vol. 54, octobre 1893 » un note intitulée : *On the constitution and mode of formation of Food vacuoles in Infusoria, as illustrated by the history of the processes of Digestion in Carchesium polypinum*. Cette note est le résumé d'un mémoire plus long inséré dans les « *Philosophical Transactions* ».

L'auteur se préoccupe, au début de ce travail, de la grande différence qui existe si évidemment entre les dimensions des particules nutritives ingérées par les Infusoires et celles des masses de nourriture que l'on voit circuler dans l'intérieur de leur corps. Une longue description, rappelant un peu celle de DUJARDIN (1), nous fait assister à la formation d'une vacuole contenant dans une goutte d'eau un grand nombre de particules petites, de nature et de dimensions variées. Cette vacuole est entraînée ensuite dans un mouvement de *progression* déjà décrit par un grand nombre d'observateurs, puis s'arrête quelques secondes à une période de *quiescence* pendant laquelle on voit toutes les particules

(1) F. DUJARDIN. Histoire naturelle des Infusoires, Paris 1841 ; passage cité *Bull. sc. L.*, XXIII. p. 290.

solides ingérées se rassembler en son centre et y former une masse sphérique solide entourée de fluide clair. M. GREENWOOD appelle cet état : état d'agrégation.

Il suffit d'ouvrir un livre traitant des Infusoires pour voir des figures qui l'indiquent clairement ; je l'ai moi-même décrit plusieurs fois, notamment dans le cas d'un *Stentor* ayant ingéré des *Thiocystis* (1) ; voyez surtout la belle planche du 3^e volume de SAVILLE KENT (2) représentant un *Codosiga* nourri avec du carmin. Mais, quoique cette particularité soit connue depuis longtemps, il ne semble pas qu'aucun auteur ait songé jusqu'à présent à insister sur ce fait. M. GREENWOOD lui attribue au contraire une importance capitale, et propose pour l'expliquer trois théories dont la troisième seule lui paraît acceptable après discussion : Les particules solides qui subissent l'agrégation seraient réunies entre elles par la contraction relativement rapide d'une substance probablement visqueuse contenue dans la vacuole. Cette substance visqueuse, dont la coagulation rapide formerait ainsi le caillot central serait le produit d'une sécrétion intra-vacuolaire. Elle ne serait pas à la vérité susceptible d'être mise en évidence par des réactifs colorants quelconques, mais l'auteur insiste sur ce fait que le suc vacuolaire commence à avoir une réaction acide, environ quand l'agrégation est accomplie, et pense que cette sécrétion acide peut aider à la coagulation.

Il ne me semble pas possible de faire concorder cette hypothèse avec certains faits que j'ai observés couramment et que j'ai décrits en détail (3). Je veux parler de l'ingestion et de la digestion d'un filament d'Oscillaire par un Infusoire, phénomène que chacun peut reproduire avec un peu de patience. En général, un seul filament de longueur variable est ingéré. Dans certains cas, il est plus long que la vacuole et se recourbe en la déformant ; dans d'autres, il est seulement presque aussi long qu'elle et y occupe la position *d'un diamètre de la sphère*. Les différentes phases de la digestion durent longtemps. Dans tous les cas, au bout d'une heure environ, le filament est encore droit et non dissocié. Vers cette époque, la substance qui unit entre elles les diverses cellules de l'Oscillaire se

(1) *Bull. sc. t.*, XXIII, p. 311.

(2) SAVILLE KENT. *A manual of the Infusoria*, London, 1880-82.

(3) *Bull. sc. t.*, XXIII, p. 309.

trouvant dissoute, ces cellules viennent former au centre de la vacuole une masse sphérique dans laquelle les contours de chacune d'elles restent nets fort longtemps. Il n'y a plus qu'une masse brune à peu près homogène au moment de la défécation. — J'avais publié tout au long cette observation d'une remarquable digestion de cellulose par les Infusoires; elle me fournit aussi une réponse à la théorie de M. GREENWOOD. Dans son hypothèse en effet, et d'après les chiffres donnés à la fin de son mémoire, l'agrégation aurait toujours lieu moins de 2 minutes après l'ingestion (ce qui, d'ailleurs, est en contradiction avec le fait formulé par l'auteur que la réaction est acide dans la vacuole quand l'agrégation est accomplie; la sécrétion acide commence bien tout de suite, mais le contenu de la vacuole est alcalin et je n'y ai jamais constaté une acidité effective avant 20 minutes au moins) (1).

Dans tous les cas, lorsque la contraction de substance visqueuse de M. GREENWOOD a lieu, moins de 2 minutes après l'ingestion, le filament d'Oscillaire est *rectiligne* et vert au milieu d'une vacuole colorée en bleu clair par la phycocyanine diffusée. Le caillot qui se forme à ce moment dans l'hypothèse précitée, se fixerait autour du filament rectiligne qui occupe une position diamétrale dans la vacuole sphérique. Mais alors, longtemps après, quand sous l'action digestive de substances qui l'entourent, le filament d'Oscillaire se dissocie en cellules isolées brunies par l'action de l'acide de la vacuole, quelle est la force qui rassemble toutes ces cellules isolées en une masse sphérique? Il faudrait faire intervenir *une seconde fois* ici une sécrétion de substance coagulable qui, se rétractant au centre de la vacuole, entraînerait avec elle et agrégerait les éléments dissociés de l'algue. Il me semble bien plus simple de rapporter ce phénomène dont l'importance spéciale m'échappe d'ailleurs, à ces propriétés particulières des vacuoles de dimensions exigües, que j'ai déjà détaillées (2).

D'abord, les bactéries dont se compose le plus souvent la nourriture des *Carchesium*, ainsi que les particules d'albumine coagulée et autres substances dont M. GREENWOOD les a nourris, sont à peu près

(1) M. BALBIANI a signalé une acidité bien plus rapidement obtenue chez les Paramecies; peut-être à cause d'un point de départ moins alcalin.

(2) *Bull. sc.*, t. XXIII, pp. 284, 301, 324, etc.

de même densité que l'eau où vivent ces Infusoires, comme le prouve leur facilité à y rester en suspension. Il n'y a donc pas à tenir compte du poids de ces substances, puisque dans le milieu liquide où elles se trouvent, ce poids est à peu près insensible en raison du principe d'Archimède. Au contraire, les actions moléculaires auxquelles elles sont soumises dans une vacuole sont très considérables, en raison même des très petites dimensions de cette vacuole, et, par suite de la symétrie de ces actions, tout corps, suspendu ainsi dans ce milieu sphérique et soustrait à l'action de la pesanteur, doit, dès qu'il n'a plus de mouvements propres et que l'équilibre est établi, *rester au centre de cette vacuole*. Si l'on suppose, comme cela a lieu généralement, un grand nombre de bactéries ingérées à la fois, elle devront, quand elles seront mortes, se réunir au centre de la vacuole en une masse sphérique.

Maintenant intervient un autre phénomène. J'ai déjà fait remarquer (1) qu'étant donnée la forme sphérique de la vacuole, le liquide qu'elle contient subit et résiste à une pression :

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

r étant le rayon de la vacuole et a la tension superficielle au contact du liquide interne et du protoplasma circonscrit : or, r dans le cas qui nous occupe, est extrêmement petit, 3 à 4 μ . au grand maximum ; c'est-à-dire que la pression rapportée au centimètre carré sera au minimum :

$$p = \frac{2a}{0,0004} = a \times 5000$$

On voit que cette pression est très grande, surtout au début de l'existence de la vacuole, quand le liquide qu'elle contient n'a pas encore été modifié par des sécrétions et des dissolutions, c'est-à-dire quand la tension superficielle a est considérable.

Voilà une masse de microbes ou de grumeaux albumineux agglomérée au centre d'une vacuole sphérique et subissant une très forte pression. En outre, les particules ainsi agglomérées et

(1) *Bull. sc.*, t. XXIII, p. 284.

placées très près les unes des autres, sont soumises à une certaine cohésion en raison même de leur rapprochement ; cela explique naturellement la formation d'une sphère solide. D'ailleurs, nous avons vu (1) que le contenu de la vacuole subit ultérieurement des modifications importantes et que sa réfrangibilité se rapproche de celle du protoplasma. Il est certain que la nature plus ou moins visqueuse du liquide épais ainsi élaboré ne peut qu'augmenter l'adhérence mutuelle des particules constituant la masse centrale et suffit à agglutiner des substances dures comme les grains de carmin, par exemple.

Il ne semble donc pas qu'il soit nécessaire de faire l'hypothèse d'un phénomène particulier et fort complexe pour expliquer cette *agrégation* sur laquelle M. Greenwood a appelé l'attention des naturalistes.

* * *

A propos des propriétés capillaires des vacuoles, je reviens sur l'acte même de l'ingestion. J'ai déjà cité (2) la description que DUJARDIN donne de ce phénomène chez les Infusoires péritriches ; j'ai exposé, en outre, le rôle antagoniste de la tension superficielle du tube de DUJARDIN qui résiste à la pression déterminée par le courant d'eau du tourbillon. Voici quelques nouvelles observations à ce sujet.

Il arrive souvent, quand un *Carchesium* ou un *Epistylis* est déjà bourré de vacuoles digestives, que leur stationnement à côté du fond de l'œsophage empêche le tube de DUJARDIN d'acquérir une profondeur suffisante et s'oppose ainsi à la formation d'une nouvelle vacuole digestive. J'ai observé dans ces cas, un mouvement ciliaire continu et infructueux, ayant peut-être un but respiratoire ; quelques bactéries tournoyaient au fond du tube, et, de temps en temps, une nouvelle proie venait s'ajouter à celles que renfermait déjà l'infundibulum, mais il fallait attendre fort longtemps pour voir se former une nouvelle vacuole. J'ai eu idée d'ajouter à la préparation que j'observais ainsi quelques grains d'amidon de riz. Il suffisait

(1) *Bull. sc.*, t. XXIII, p. 324.

(2) *Bull. sc.*, t. XXIII, p. 290.

souvent qu'un petit groupe de ces grains, beaucoup plus volumineux que les bactéries voisines, fût entraîné dans le tourbillon pour décider la brusque formation d'une vacuole. Il est certain que la force vive de ce projectile, de masse bien plus grande que les bactéries, lutte victorieusement en arrivant très vite au fond de l'entonnoir, contre la tension superficielle antagoniste et augmente ainsi la profondeur du tube de DUJARDIN, dont les parois glutineuses se soudent alors vers le milieu de sa longueur. Cette expérience apporte un nouvel exemple de l'absence de phénomène *volontaire* dans le fait de l'ingestion chez les Infusoires à tourbillon.

Pendant qu'une vacuole est en préparation, il n'est pas rare que sans aucune raison apparente, les *Carchesium* comme la plupart des Vorticelliens, se rétractent brusquement sur leur pied et deviennent sphériques, pour se détendre ensuite lentement et reprendre leur forme campanulée. Dans ces conditions, *il n'y a jamais, par le fait de la contraction, formation d'une vacuole*, même s'il y a beaucoup de matière au fond de l'infundibulum. On s'en rend compte facilement quand on a affaire à un individu chargé d'un petit nombre de vacuoles que l'on peut compter. Il suffit de déterminer artificiellement une contraction par une secousse donnée au porte-objet au moment où un corps de forme remarquable attend l'ingestion au fond du tube. Après le phénomène, quand le péritriche se détend, on retrouve le corps remarqué *dans l'œsophage*, et non, comme on aurait pu le croire, dans une vacuole nouvelle que la contraction aurait détachée du fond du tube. En revanche, si une masse qui doit être rejetée est près de l'anus, elle est fort souvent expulsée pendant la contraction.

Je crois que cette non formation de vacuole dans les conditions précédentes peut être attribuée à l'ordre dans lequel se succèdent les phénomènes partiels de cette contraction brusque et si difficile à observer. Les cils qui bordent le péristome et qui, par leur mouvement vibratoire, déterminent le tourbillon nutritif, semblent en effet s'arrêter *au premier temps* du phénomène, probablement parce qu'ils reçoivent les premiers l'impression qui cause la contraction. Le courant d'eau qu'ils déterminent s'arrête par le fait même et la pression qui creuse le tube de DUJARDIN au fond de l'entonnoir œsophagien s'annule. La tension superficielle du protoplasma réagit, et les corps étrangers qui avaient pénétré plus avant, se trouvent

ramenés vers l'extérieur. Quant au fait de la défécation facilitée par la contraction, il peut être dû au changement de forme du corps qui détermine une pression vers l'extérieur.

*
* * *

Après avoir décrit le stade de l'agrégation et l'avoir interprété comme je l'ai dit plus haut, M. GREENWOOD distingue deux cas dans la succession des phénomènes ultérieurs. Ou bien les masses agrégées sont emmagasinées, mises en réserve (*stored*) pendant plusieurs heures après perte du liquide des vacuoles qui les entourait, ou bien elles sont digérées immédiatement sans temps d'arrêt intermédiaire.

Je m'occupe d'abord du premier cas dans lequel l'auteur décrit une perte du liquide vacuolaire et semble croire, si je comprends bien, que la masse ingérée vient au contact direct du protoplasma de l'Infusoire, la vacuole s'étant rétrécie par disparition du liquide, jusqu'à devenir complètement nulle. J'ai décrit (1) les phénomènes consécutifs à l'ingestion des substances variables chez les Amibes et beaucoup de Ciliés. Toujours, avec une rapidité plus ou moins grande suivant la nature des corps ingérés, *la vacuole se modifie sans changer de grandeur d'une manière appréciable* ; son contenu seul présente des modifications physiques, variation de réfrangibilité et de tension superficielle, en relation sans doute avec les phénomènes chimiques qui se passent à son intérieur. Dans tous les cas, *sans changer de dimensions*, la vacuole finit par devenir indistincte parce que son contenu arrive à la même réfrangibilité que le protoplasma ambiant.

Quelquefois, quand le corps ingéré ne contient pas de partie indigeste, tout disparaît ainsi, et il devient impossible de suivre le sort de la vacuole ; c'est, je pense, dans ce cas, que M. GREENWOOD considère qu'il y a digestion immédiate sans temps d'arrêt intermédiaire.

L'autre cas est le plus fréquent, et, en effet, au bout de quelque temps, la masse ingérée semble en contact direct avec le proto-

(1) *Bull. sc.*, t. XXIII, pp. 283, 303, 307.

plasma ambiant ; mais, j'ai déjà beaucoup insisté là-dessus, il y a modification et non perte du liquide de la vacuole. Une observation est très intéressante à ce sujet ; c'est celle de l'ingestion d'une grande diatomée. Cette algue siliceuse occupe l'axe de la vacuole et est égale en longueur à son diamètre ; quand le processus de la digestion s'accomplit, si les choses se passaient comme le pense M. GREENWOOD, la vacuole se rétrécissant autour de ce corps long et rigide, prendrait une forme de plus en plus ellipsoïde en s'appliquant contre l'objet ingéré. Il n'en est rien. On constate qu'elle reste parfaitement *ronde*, mais que ses bords deviennent indistincts, comme je l'ai décrit souvent déjà (1).

Voici encore une autre observation qui, souvent répétée, m'a toujours donné le même résultat et qui, je crois, peut apporter une certaine lumière à l'explication des phénomènes. Rien n'est plus facile que de faire avaler des Flagellates verts par de gros Infusoires, comme des *Stentor Roeselii* par exemple. La vacuole perd rapidement son contour distinct, et au bout de quelque temps la chlorophylle du Flagellate, qui *n'est jamais dissoute*, forme une masse brune plus petite que le Flagellate ingéré. Quand, au bout de quelque temps, cette petite masse est rejetée, elle est comprise au centre d'une sphère visqueuse hyaline, *bien plus petite que la vacuole primitive*. Je ne crois pas qu'on puisse dire que le Flagellate a été emmagasiné, mis en réserve, dans ces conditions. Cette observation rappelle celle de M. FABRE DOMERGUE (2), mais l'interprétation me semble devoir être donnée différemment. Les parois de la vacuole ne se sont pas resserrées, mais en son centre se sont accumulées les parties non digestibles sous forme de chlorophylle brunie et d'une petite sphère visqueuse, pendant que la vacuole proprement dite qui entoure cette sphère, est devenue indistincte du protoplasma ambiant sans avoir changé de volume.

L'intérêt particulier de l'observation précédente est manifeste quand on la compare à la digestion d'une Oscillaire par exemple ; au moment de la défécation, le reste de la vacuole est représenté par une masse centrale de chlorophylle brunie entourée d'une aire

(1) *Bull. sc.*, t. XXIII, p. 307.

(2) FABRE DOMERGUE. Etudes sur les Infusoires Ciliés. *Ann. sc. nat.* 1888, passage cité *Bull. sc.*, t. XXIII, p. 306.

claire de dimensions à peu près égales à celles de la vacuole primitive ou vacuole d'ingestion.

De la comparaison de ces deux observations il ressort que dans le cas de l'ingestion d'un corps contenant beaucoup de cellulose, même quand cette cellulose semble dissoute dans le processus de la digestion, la proportion de substance réellement absorbée par l'Infusoire est bien moindre que dans le cas d'un être dépourvu de cellulose. Mais jamais on ne peut dire que la vacuole a disparu par perte de liquide, même dans le cas si curieux de l'ingestion de Zoochlorelles que j'ai décrit autrefois (1) et auquel je reviendrai tout à l'heure.

D'ailleurs, pour ce qui nous préoccupe maintenant, la question importante de la conservation de la vacuole avec ses dimensions primitives n'est pas surtout ce que je veux mettre en lumière. L'interprétation de M. GREENWOOD diffère surtout de ce que je crois avoir compris, en ce sens que cet auteur considère les matières alimentaires comme mises en réserve (*storage*) sans avoir subi de digestion préalable, mais bien en vue d'une digestion ultérieure dans une vacuole *re-formée*. Au contraire, je suis convaincu que les bords de la vacuole deviennent indistincts par suite de la sécrétion du suc digestif à son intérieur, *et de la dissolution partielle* ou totale des ingesta. Alors les deux cas que M. GREENWOOD distingue comme si différents, celui de la digestion immédiate et celui du *storage*, sont en réalité identiques, sauf la présence dans le premier d'une certaine quantité de matières non dissoutes.

M. GREENWOOD n'insiste pas sur le sort des aliments qui ont subi une digestion immédiate, mais dans le cas de ceux qui ont été mis en réserve par perte du liquide vacuolaire, nous trouvons dans son mémoire une description d'un phénomène singulier, la *re-formation* d'une vacuole autour de ces aliments au bout d'un temps plus ou moins long (jusqu'à 22 heures), et c'est dans cette vacuole qu'aurait lieu la *vraie digestion*. Je n'ai jamais rien constaté de comparable en suivant attentivement pendant de longues heures, des vacuoles qui contenaient des ingesta faciles à distinguer comme des algues vertes, des oscillaires, des diatomées, des flagellates verts. J'avoue

(1) Recherches sur la Symbiose des Algues et des Protozoaires. *Ann. Inst. Pasteur*, 1892.

que je n'ai pas accordé une très longue attention à des vacuoles contenant des masses de petites bactéries, car il est très difficile de distinguer l'une d'elles de sa voisine, au point d'être sûr de la reconnaître après avoir quitté le microscope un instant. Mais un phénomène que j'ai observé et que j'interprète d'une façon toute différente, est peut-être le même que celui dont M. GREENWOOD donne la description relatée plus haut.

Dans l'exposé que j'ai déjà fait de l'ingestion d'un fragment d'oscillaire, je n'ai pas insisté particulièrement sur l'apparence terminale de la vacuole avant l'éjection, chose qui n'avait pas de rapport à ce moment avec l'objet de mes recherches. Or, voici ce qui se passe :

Au début, nous le savons déjà, la vacuole change d'apparence au point de n'avoir plus de contour visible, — c'est, il me semble, le *stage of storage* de M. GREENWOOD. Longtemps après, quand la vacuole est très vieille, *ses bords réapparaissent*, mais moins nettement qu'au début de son existence, et il n'y a plus aucune modification visible depuis ce moment jusqu'à l'éjection.

De même, dans le cas de l'ingestion d'un Flagellate vert, la masse brune qui va être rejetée paraît, avant la défécation, entourée d'une petite aire claire circulaire beaucoup plus petite que la vacuole initiale.

Mais, dans ces deux cas, *la masse rejetée par la défécation est précisément cette sphère claire devenue apparente peu de temps auparavant*, et dans laquelle ne s'est plus manifestée depuis ce moment aucune modification.

Serait-ce la réapparition de cette auréole que M. GREENWOOD interpréterait comme la *re-formation* d'une vacuole. Il y aurait dans tous les cas une différence capitale entre nos manières de voir. M. GREENWOOD considère comme *liquide* le contenu de la vacuole ainsi formée tardivement autour d'un corps ayant déjà passé plusieurs heures en réserve et insiste même sur le fait que: *solution is effected in a fluid medium*. Au contraire, l'aire claire dont j'ai constaté la réapparition tardive, me semble due à une sphère de mucus consistant ; le phénomène de l'éjection tend à le prouver et je l'ai d'ailleurs constaté expérimentalement en écrasant l'animal avant que l'éjection ait lieu, ou, ce qui est plus simple, en le tuant par l'ammoniaque qui désagrège toute sa substance et laisse isolées quelque temps les sphérules muqueuses contenant le reste de chlo-

rophylle brunie. Quand on pratique cette opération, toutes les vacuoles jeunes, ayant un contenu aqueux, disparaissent, et laissent isolé leur contenu solide qui ne paraît pas ainsi entouré d'une auréole. Il en serait de même pour les vieilles vacuoles si leur contenu était liquide et on constate qu'il n'en est rien.

De l'ensemble de ces remarques, je crois pouvoir conclure ce qui suit :

Quand une Oscillaire, par exemple, est avalée par un Infusoire, elle se trouve d'abord dans une vacuole claire contenant de l'eau extérieure. Cette vacuole est le siège d'une sécrétion qui détruit la phycocyanine diffusée et brunit la chlorophylle, en même temps qu'elle digère le protoplasma de l'algue; l'action digestive se prolongeant, la matière qui réunit les cellules, puis la paroi même de ces cellules, se dissolvent donnant probablement une masse muqueuse de consistance peu fluide. A ce moment, la vacuole contient donc une partie solide (le résidu brun de chlorophylle qui est au centre), une partie semi-liquide mucilagineuse et une partie liquide provenant de la digestion des substances albuminoïdes. Ces deux dernières substances mélangées remplissent la vacuole, dont la réfrangibilité est à ce moment égale à celle du protoplasma ambiant, ce qui empêche qu'elle soit distincte. Voilà le résultat du processus de *digestion*. L'*absorption* vient ensuite et est optiquement constatable par la réapparition tardive du contour de la vacuole. Il est probable que les parties liquides assimilables de la sphère résultant de la digestion diffusent dans le protoplasma ambiant, et quand la sphère en question est épuisée de tout ce qu'elle contenait de nutritif, elle est redevenue claire avec un contour net, toujours moins net cependant, que celui d'une vacuole récemment formée. Cette masse sphérique mucilagineuse qui provient peut-être en grande

partie de la dissolution des celluloses, est rejetée avec son résidu central de chlorophylle brunie. — Elle a à peu près *les mêmes dimensions* que la vacuole initiale.

Dans le cas de l'ingestion d'un Flagellate vert, tout se passe de même, moins la présence de phycocyanine et de cellulose. Mais, la sphère qui réapparaît avant l'éjection autour de la masse de chlorophylle brunie, est moins claire que dans le cas de l'oscillaire et surtout, *beaucoup plus petite que la vacuole initiale* — probablement parce que les substances animales ingérées contiennent très peu de matière non assimilable. Les animaux seraient relativement plus nourrissants que les végétaux, même quand ceux-ci semblent subir une dissolution complète dans les vacuoles digestives.

* * *

Un second mémoire publié par MM. GREENWOOD et E. R. SAUNDERS dans le vol. XII du « Journal of Physiology », 1894, sous le titre : « On the rôle of acid in Protozoan digestion », comprend deux parties distinctes. Dans la première, ces auteurs relatent des expériences faites en dehors de toute préoccupation de l'existence d'une sécrétion acide, sur un certain nombre d'espèces de Myxomycètes, dans le but de comparer les divers stades de la digestion chez ces êtres à ceux que nous venons de rencontrer chez les Carchesium. Ils ont observé, soit l'ingestion de bactéries et de *petits* organismes, soit celle de masses inertes *d'un volume considérable*, comme des groupes de cellules de sclérotés de Myxomycètes, ou des groupes de grains d'aleurone.

Dans le premier cas, tout se passe comme chez une Amibe ou un Infusoire ; il y a au début une vacuole très nette autour des substances ingérées, et ces substances s'agglomèrent au centre comme nous l'avons vu plus haut, fait qui s'explique facilement par la forme sphérique et la dimension exigüe des vacuoles. Aucune de ces observations n'a été poussée plus loin que le stade d'agrégation.

Dans le second cas, il y a des différences que les auteurs attribuent à la nature inerte des substances ingérées (par opposition avec des substances vivantes). Je crois qu'il faut faire intervenir seulement la question de dimension et qu'il y a là une série de phénomènes ne devant pas être comparés avec ceux qui se passent chez des Amibes incapables d'ingérer d'aussi grosses masses de nourriture.

D'abord, les ingesta sont au début non entourés de vacuole, *non vacuolés*, suivant l'expression de MM. GREENWOOD et SAUNDERS, ce qu'ils attribuent à leur *immotilité*. C'est certainement à leurs dimensions considérables (que les auteurs signalent à plusieurs reprises sans y insister beaucoup) qu'est due l'apparence ainsi décrite.

Supposons un grain de poussière très exigu *mouillé* par de l'eau ; retirons-le de l'eau et plongeons-le dans de l'huile ; la petite goutte d'eau qu'il a entraînée par attraction moléculaire suffira à faire autour de lui une auréole sphérique, une vacuole, au milieu du liquide avec lequel cette eau n'est pas miscible. Un corps de grande dimension, également *mouillé*, entraînera bien aussi avec lui une couche liquide dont l'épaisseur sera du même ordre de grandeur que le rayon de la sphère englobant le grain de poussière, mais cette couche liquide épousera la forme du corps immergé et deviendra inappréciable. C'est absolument le cas ici, car quiconque a vu cheminer une Amibe, est convaincu que le *protoplasma vivant* a toutes les apparences d'un liquide non miscible avec l'eau ambiante.

Pour la suite du phénomène décrit par MM. GREENWOOD et SAUNDERS, la même comparaison donne une explication très plausible. « Quand » on observe une masse récemment ingérée de grains d'aleurone ou » de cellules de sclérote, on voit l'un de ces grains, puis un autre, se » séparer de la masse totale et être entraîné quelquefois à l'autre » extrémité du plasmode. On ne constate pas une semblable dispersion » des organismes vivants ingérés, et la nature de la force qui » *dissocie la matière inerte* n'est pas claire ».

Cela tient simplement à ce que les organismes vivants ingérés sont des bactéries incluses dans une très petite vacuole, et qu'au contraire, les matières inertes en question ont un très gros volume. Dans le premier cas, c'est la vacuole elle-même qui résiste à la dilacération par les courants protoplasmiques, *indépendamment des corps solides qu'elle contient* ; dans le second cas, la cohésion seule des éléments solides est à considérer.

Rappelons-nous une observation très courante. Quand du mercure tombe sur une surface solide il se sépare en gouttes de dimensions très variables ; une goutte de forte taille se laisse facilement diviser par des moyens mécaniques extérieurs, par un courant d'eau par exemple, en gouttes plus petites ; une goutte très petite, au contraire, peut être agitée en tous sens sans se dissocier ; l'importance des actions capillaires dans le cas d'une goutte petite est d'ailleurs évidente par sa forme sphérique, due aux seules attractions moléculaires malgré l'énorme densité du mercure. Et combien sont plus petites encore les vacuoles dans lesquelles se trouvent les ingesta des Protozoaires !

Il me semble donc qu'il faut voir seulement dans la très intéressante observation de MM. GREENWOOD et SAUNDERS, un phénomène physique simple, indépendant de la nature vivante ou inerte de la substance ingérée et non une sorte de particularité vitale ayant pour *but* de placer chaque fragment des ingesta « *in a better position for subsequent solution.* »

Et, que deviendrait dans le cas précédent, ce coagulum formé par la rétraction d'une substance visqueuse dans la vacuole et auquel ces auteurs attribuent un tel caractère de généralité ? Pourquoi s'opposerait-il à la dissociation d'une masse de bactéries, *toutes séparées les unes des autres avant l'ingestion*, et serait-il impuissant à empêcher la dispersion par les courants protoplasmiques de grains déjà unis préalablement les uns aux autres ? il y a là une évidente contradiction.

Une fois dissocié, les divers grains de la masse ingérée se trouvent chacun dans une vacuole, et le phénomène devient comparable en tous points à celui qui se passe chez les Amibes. Les auteurs décrivent soigneusement et avec beaucoup de clarté, la dissolution des ingesta ; il reste autour des particules non dissoutes une masse sphérique mucilagineuse formant « *the cast or mould of the interior of the vacuole* », et identique à ce que j'ai signalé pour les digestions d'oscillaires par exemple.

*
* * *

La deuxième partie du mémoire dont nous nous occupons a pour objet l'étude de ce que deviennent les réactifs indicateurs de l'acidité au cours des phénomènes de digestion.

J'ai établi autrefois (1) que chez tous les Protozoaires vivant dans l'eau, une sécrétion acide a lieu dans toute vacuole digestive dès le début de sa formation et peut, dans la plupart des cas, amener à être effectivement acide le contenu primitivement alcalin de cette vacuole. Cet acide sécrété dans tous les cas est probablement utile au processus de digestion qui s'accomplit ensuite, mais, dès que commence la solution des substances ingérées, la vacuole devient le siège de phénomènes extrêmement complexes que la chimie moderne n'a pas encore su débrouiller, même en agissant *in vitro* sur de grandes quantités de substance, et qu'il serait illusoire de chercher à analyser sous le microscope par le seul secours de réactifs colorants. Je ne crois donc pas qu'à partir de ce moment, l'étude de la réaction de la vacuole puisse présenter un grand intérêt physiologique, et d'ailleurs, je reste convaincu que le tournesol et l'alizarine sulfoconjuguée nuisent assez rapidement à l'animal qui les a avalés (2).

MM. GREENWOOD et SAUNDERS ont vérifié la sécrétion d'acide au début ; il ont continué à suivre le sort des vacuoles contenant des réactifs colorants et ont décrit un certain nombre de variations de couleur sur lesquelles je n'insisterai pas longtemps ; leur conclusion est que (au cours des phénomènes chimiques complexes qui se passent dans la vacuole pendant son séjour dans l'organisme), la réaction acide peut diminuer et faire place à une réaction alcaline. Malheureusement, les résultats obtenus ne s'accordent pas, suivant la substance colorante employée, ce que les auteurs ne font d'ailleurs pas remarquer. Ainsi, les grumeaux d'alizarine sulfoconjuguée sont toujours mis en *storage* dans le protoplasma avec la teinte rose (3) caractéristique d'une certaine *alcalinité* (4) ; au contraire, les grumeaux colorés au tournesol sont emmagasinés avec la teinte rose (5) caractéristique d'une certaine *acidité*.

(1) *Bull. Sc.*, t. XXIII, 1891.

(2) *Bull. Sc.*, t. XXIII, p. 289.

(3) *Journal of physiology*, vol. XVI, p. 452.

(4) *Bull. Sc.*, t. XXIII, p. 275.

(5) *Journal of physiology*, vol. XVI, p. 451

Je crois qu'il vaut mieux tenir compte de l'observation faite avec l'alizarine sulfoconjuguée, car le tournesol m'a semblé particulièrement nuisible aux péritriches (1). Donc, pendant la période de *storage*, c'est-à-dire, à mon avis, pendant la période durant laquelle a lieu la diffusion dans le protoplasma ambiant des substances assimilables contenues dans une vacuole à contours indistincts, la réaction serait légèrement alcaline; elle le deviendrait davantage à la fin de l'existence de la vacuole, quand l'équilibre d'échanges étant établi, les contours de la vacuole sont redevenus distincts; et, comme le font remarquer avec soin les auteurs, cette alcalinité est toujours un peu moindre que celle de l'eau extérieure, *ce qui correspond exactement à la réaction habituelle du protoplasma des Infusoires*. A ce moment donc, le contenu de la sphérule mucilagineuse participerait à la réaction du protoplasma ambiant, ce qui s'accorde fort bien avec l'opinion que j'ai exposée relativement au mécanisme de la sécrétion d'acide dans les vacuoles (2).

Au contraire, en acceptant l'interprétation donnée par MM. GREENWOOD et SAUNDERS à leurs observations, on revient en arrière jusqu'au point où en était la question avant le mémoire de M. METCHNIKOFF (3). D'après eux, en effet, ce qu'ils appellent *the true digestion* aurait lieu dans le milieu *alcalin* de la vacuole *re-formée*. Ainsi, il y aurait, dans le plasmode des Myxomycètes par exemple, d'une part une diastase pouvant agir seulement en milieu acide, d'autre part une sécrétion acide au début de l'existence des vacuoles, et le phénomène de digestion aurait lieu, *plus tard*, dans une vacuole alcaline, c'est-à-dire à un moment où aucun des deux facteurs précédents ne peut être d'aucune utilité.

*
* *
*

J'ai rappelé plus haut le cas particulier où le corps ingéré par un Protozoaire est une Zoochlorelle capable de vivre en symbiose avec cet animal. J'y reviens un instant car j'y trouve quelque rapport avec le « *stage of storage* » de MM. GREENWOOD et SAUNDERS.

(1) *Bull. Sc.*, t. XXIII, p. 272.

(2) *Bull. Sc.*, t. XXIII, pp. 300, 301.

(3) *Annales de l'Institut Pasteur*, 1889.

Une Zoochlorelle avalée par un *Paramecium bursaria* se trouve au début dans une vacuole à contours très-nets, comme cela a lieu pour tous les ingesta, et cette vacuole est évidemment constituée par une goutte du liquide ambiant restée adhérente à l'algue ingérée. Mais ce qu'il y a de particulier dans ce cas très spécial, c'est qu'au bout d'un temps très-court, moins de dix minutes, le contour de cette vacuole a disparu sans que son volume ait diminué un instant, c'est-à-dire comme cela a lieu pour un corps digestible, mais *beaucoup plus vite*. A partir de ce moment, la Zoochlorelle doit être considérée comme étant en *contact direct* avec le protoplasma ambiant; les deux protoplasmes, animal et végétal, sont séparés par une membrane de cellulose à travers laquelle peuvent se faire des échanges réciproques utiles à chacun d'eux, *sans qu'aucun d'eux soit dans une position inférieure vis-à-vis de l'autre*. La symbiose est établie (1).

Il y a un grand intérêt à ne pas laisser passer inaperçue la rapidité du phénomène. Dans le cas de l'ingestion d'un corps solide quelconque, la disparition du contour de la vacuole semble survenir par suite de la sécrétion de liquides digestifs dans son intérieur, et surtout par la dissolution partielle ou totale du corps qu'elle contient. C'est donc un corps déjà digéré ou au moins ayant subi un important commencement de digestion, qui vient en contact avec le protoplasma au *stage of storage*.

Dans le cas de la Zoochlorelle ingérée, c'est tout différent; la Zoochlorelle cesse rapidement de se trouver dans les conditions d'infériorité qu'entraîne la situation dans une vacuole siège naturel d'une sécrétion digestive et aussi d'une pression peut-être non moins dangereuse. Toutes les conditions semblent les mêmes par ailleurs, on ne peut guère attribuer cette différence saisissante qu'à une substance provenant de la Zoochlorelle elle-même. Nous savons combien la diffusion est rapide dans une vacuole de dimension petite (2). Si nous supposons que la Zoochlorelle contient une

(1) Recherches sur la symbiose des Algues et des Protozoaires. *Ann. Inst. Pasteur*, 1892. Depuis que j'ai écrit cela, j'ai constaté des digestions de corps solides se trouvant directement en contact avec le sarcode chez les Gromies. (Voyez le mémoire que j'insère dans le même numéro de ce *Bulletin*.) Je reviendrai dans une autre note sur les conditions de la symbiose et du parasitisme intracellulaire.

(2) *Bull. Sc.*, t. XXIII, p. 309.

substance spéciale dont la solution dans l'eau rend cette eau miscible avec le protoplasma ambiant, nous comprenons tout de suite, que cette substance diffusant rapidement dans la vacuole fasse disparaître cette vacuole même, avant que son existence ait pu nuire à l'algue qui s'y trouve. Et cette propriété particulière permet d'expliquer que la Zoochlorelle arrive à se mettre en symbiose avec un Infusoire dans lequel d'autres d'algues absolument analogues comme forme et comme dimension sont digérées grâce à la persistance de la vacuole.

Enfin, quoique par un processus différent, voilà cette Zoochlorelle dans la position exacte du *storage* de MM. GREENWOOD et SAUNDERS, et il ne réapparaît jamais de vacuole autour d'elle.

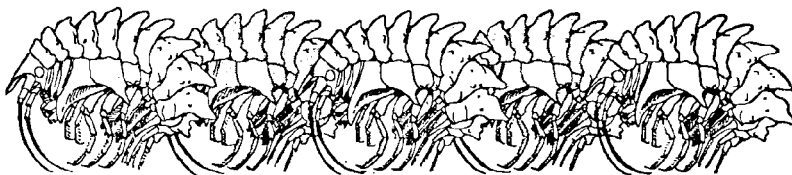
J'ai insisté un peu longuement sur tous ces phénomènes pour bien mettre en évidence l'importance, capitale à mon avis dans l'acte de la digestion intracellulaire, de l'existence autour des corps ingérés *d'une vacuole DE DIMENSIONS TRÈS EXIGÜES et remplie au début de l'eau extérieure.*

La pression à l'intérieur de cette vacuole intervient peut-être dans la mort si rapide des êtres ingérés vivants ; aux propriétés de diffusibilité spéciales à cette petite vacuole aqueuse est due la dialyse rapide qui y amène un acide provenant d'un milieu périphérique alcalin ; enfin, le liquide qui la remplit semble déjà devoir être un liquide digestif complet et le corps ingéré avoir déjà subi une digestion partielle ou totale quand, la vacuole cessant d'être distincte, les ingesta paraissent venir au contact direct du protoplasma ambiant.

On peut donc donner une explication plausible, sans faire intervenir de force *vitale* plus ou moins obscure, à presque tous les phénomènes qui se passent DANS UNE VACUOLE DE DIMENSIONS TRÈS PETITES.

Lyon, 17 Novembre 1894.





CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DES ÉPICARIDES,

PAR

A. GIARD ET J. BONNIER

XX

*SUR LES ÉPICARIDES PARASITES
DES ARTHROSTRACÉS ET SUR QUELQUES COPÉPODES
SYMBIOTES DE CES ÉPICARIDES.*

(Planches V-XIII).

Il y a six ans (**89^b**, page 287) (1), nous annoncions notre dessein de publier un travail d'ensemble sur les Épicarides de la famille des *Cabiropsidæ*.

D'après l'idée que nous en avons alors, cette famille devait comprendre à la fois les Isopodes connus en très petit nombre comme vivant en parasites sur d'autres Isopodes et le curieux groupe des *Podascon*, parasites des Amphipodes, dont nous venions de révéler l'existence (C. R. 29 avril 1889).

Le long temps écoulé depuis notre promesse n'étonnera nullement nos confrères, qui savent combien sont rares les parasites en question et quelles difficultés on rencontre pour obtenir un matériel suffisant. En outre, comme la découverte de ces animaux très petits et généralement très protégés, est le plus souvent due à un heureux

(1) Les chiffres en caractères gras et entre parenthèses renvoient à l'Index bibliographique, page 483.

hasard, la conservation des spécimens étudiés n'est pas toujours parfaite, ce qui vient encore augmenter l'embarras du zoologiste et multiplier les chances d'erreur.

Cependant l'empressement que les carcinologistes ont mis à répondre à notre appel en nous communiquant leurs trouvailles, a beaucoup facilité notre tâche. C'est un devoir pour nous de ne pas laisser dans l'ombre le produit de tant d'efforts et de bonne volonté. Aussi, tout en reconnaissant les lacunes de ce travail, pour lequel nous réclamons l'indulgence de nos lecteurs, nous ne voulons pas tarder plus longtemps à faire connaître les résultats obtenus. Les amener à l'état que nous avons désiré exigerait un trop long délai et, tels qu'ils sont, les faits acquis auront, pensons-nous, quelque utilité pour le progrès de la science.

KOSSMANN le premier a signalé (72) un Isopode parasite d'un Isopode. Chose singulière, il s'agissait d'un parasite au second degré. C'est, en effet, dans la cavité incubatrice d'un *Bopyrus* recueilli par SEMPER aux Philippines, que fut trouvé le *Cabira lernæodiscoides*. Malheureusement, le *Bopyrus* n'a pas été décrit et on ne sait pas non plus sur quel Décapode il vivait. Quant au *Cabira*, d'après la description très sommaire de KOSSMANN et les figures qui l'accompagnent, on peut supposer qu'il se rapprochait des *Cryptoniscus* et des *Danalia*. Toutefois, KOSSMANN déclare que les organes internes n'avaient pas subi une notable régression.

Dans un travail postérieur (84) KOSSMANN, sans donner plus de renseignements sur ce parasite dont il n'a eu qu'un exemplaire, change le nom de *Cabira* en celui de *Cabirops*(1), le nom de *Cabira* étant préoccupé (TREITSCHKE 1825 *Cabera*, JODOFFSKY 1837 *Cabira*, Lépidoptères).

(1) Tout en respectant le scrupule de KOSSMANN, nous le trouvons quelque peu exagéré. Il n'y a pas grand inconvénient à ce qu'un même nom générique soit répété dans des groupes aussi éloignés que les Lépidoptères et les Crustacés isopodes. Sans doute, il faut autant que possible éviter les noms faisant double emploi : mais la complication résultant du changement de nom est souvent aussi fâcheuse que la confusion éventuelle des homonymes, confusion peu probable lorsqu'il s'agit d'un animal et d'un végétal ou de deux animaux appartenant à des classes très différentes. Si, comme pour le cas actuel, la correction est faite par l'auteur lui-même, il n'y a pas à craindre un autre abus bien détestable : sous prétexte de faire observer les lois de la nomenclature, de prétendus zoologistes s'érigent en policiers de la science et, sans avoir jamais étudié tel ou tel groupe, remplacent par leur nom le nom des créateurs d'un genre ou d'une espèce, donnant ainsi l'illusion d'un savoir qui se borne en réalité à la connaissance des mots.

Dix ans après la découverte de *Cabirops*, G.-O. SARS (82) a décrit et figuré sous le nom de *Cryptothiria* (?) *marsupialis*, un Épicaride parasite de *Eurycope cornuta* G.-O. SARS et *Ilyarachna longicornis* G.-O. SARS, sur les côtes méridionales de Norvège. Comme nous l'avons dit ailleurs (87, p. 220), il est probable que chacun de ces deux hôtes héberge un parasite particulier et que le nom de *C. marsupialis* désigne deux formes différentes. Nos recherches récentes n'ont fait que confirmer ce que nous savions de la spécificité des Épicarides, même chez des hôtes très voisins.

F.-E. BEDDARD, dans son *Report* sur les Isopodes du Challenger (86, p. 175), signale en ces termes l'existence d'un Épicaride parasite de *Serolis cornuta*: « Une espèce appartenant vraisemblablement au genre *Hemioniscus* a été trouvée à l'état larvaire fixée sur la surface dorsale des anneaux antérieurs de *Serolis cornuta*. C'est, je crois, une grande rareté que la rencontre d'un Isopode parasite sur un Isopode. En tout cas je n'en connais qu'un exemple mentionné dans *Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreichs*, où il est donné une liste complète des Crustacés parasites avec leur distribution ». L'exemple cité par GERSTÄCKER est celui du *Cabirops* signalé par KOSSMANN. Quant à l'Isopode vu, mais non décrit, par BEDDARD, tout ce qu'on peut en dire c'est qu'il n'appartient certainement pas au genre *Hemioniscus*.

Tels sont les maigres renseignements que nous trouvons dans la littérature relativement aux Épicarides parasites des Isopodes. Nous sommes encore moins riches en documents concernant les Isopodes parasites des Amphipodes.

Le premier Épicaride présentant cette particularité éthologique fut décrit par nous en 1889, sous le nom de *Podascon della Vallei* (89^a). Ils'agissait d'un parasite d'*Ampelisca diadema* A. COSTA qui nous avait été obligeamment envoyé par le professeur DELLA VALLE.

Depuis, notre ami CHEVREUX voulut bien reviser à notre intention les nombreux *Ampeliscidae* de sa collection et nous adressa des exemplaires d'*Ampelisca spinipes* A. BECK, *A. spinimana* CHEVREUX et *A. tenuicornis* LILLJEBORG, porteurs de parasites qui, à première vue, nous semblèrent appartenir au genre *Podascon* (89^c, p. 353, note). Mais un examen plus attentif nous montra qu'un

seul de ces Amphipodes, *Ampelisca spinimana*, portait réellement un Épicaride, auquel nous avons donné le nom de *Podascon Chevreuxi* (93). Les autres parasites étaient des Copépodes appartenant aux familles des *Choniostomatidæ* et des *Herpyllobiidæ* dont nous reparlerons ci-après.

Enfin, tout récemment, TH. R. STEBBING (94) signala et décrit, dans les Amphipodes recueillis dans les mers arctiques par le *Willem Barents*, un Épicaride, encore à un stade larvaire, parasite d'*Onesimus plautus* KRÖYER.

Tout en faisant ressortir (89^a, p. 2), les différences profondes qui séparent les *Podascon* d'avec le genre *Cabirops*, nous avons cru pouvoir, ainsi que nous l'avons rappelé, réunir provisoirement dans la famille des *Cabiropsidæ* les Épicarides parasites des *Arthrostraca* (Amphipodes et Isopodes). Les *Cabiropsidæ* ainsi compris présentaient de grandes affinités d'une part avec les *Cryptoniscidæ*, d'autre part avec les *Dajidæ*, affinités que nous avons déjà entrevues lorsque nous ne connaissions encore que les formes parasites des Isopodes (87, p. 221).

L'étude plus complète que nous avons pu faire d'Épicarides parasites des *Idotheidæ* et d'une forme parasite au second degré d'un *Podascon* de l'*Haploops tubicola* LILLJEBORG, nous a démontré que le type morphologique des *Cabiropsidæ*, parasites des Isopodes, s'écarte tellement de celui des *Podasconidæ*, parasites des Amphipodes, qu'il convient de séparer nettement ces deux familles, chacune d'elles se rattachant par des modifications divergentes soit à la souche ancestrale des *Cryptoniscidæ*, soit aux formes parallèles de la famille des *Dajidæ*.

Dans les pages qui vont suivre nous décrirons aussi complètement que possible et nous figurerons d'après nature :

1° deux formes parasites des *Idotheidæ* provenant pour la plupart des riches collections du Musée de Copenhague (genre *Clypeoniscus*);

2° un Épicaride de la même famille de *Cabiropsidæ*, du genre nouveau *Gnomoniscus*, parasite d'un *Podascon* d'*Haploops tubicola*, que nous signalons ci-dessous ;

3° trois espèces du genre *Podascon* dont nous avons parlé antérieurement d'une façon sommaire et sans en donner de figures.

Nous rapprocherons ces espèces des types voisins décrits par nos prédécesseurs en poussant cette comparaison aussi loin que peuvent le permettre les renseignements souvent trop vagues donnés par les auteurs. Nous essaierons de préciser la diagnose des familles des *Podasconidæ* et des *Cabiropsidæ* et les rapports de ces familles avec les autres Épicarides.

Enfin, comme complément de ce travail, nous étudierons des Crustacés Copépodes dont l'histoire éthologique est intimement mêlée à celle des *Podascon*. Ces Crustacés appartiennent pour la plupart à la famille des *Choniostomatidæ* et au genre *Sphæronella*, dont nous nous sommes déjà plusieurs fois occupés (89^a et 93). Certains d'entre eux cependant s'écartent assez des *Choniostomatidæ* typiques pour que H.-J. HANSEN ait proposé de les réunir avec d'autres Copépodes parasites des Annélides, dans une famille nouvelle, les *Herpylobiïdæ*. Nous indiquerons les raisons qui nous empêchent d'admettre sur ce point la manière de voir de notre savant ami.

Nous nous faisons un plaisir de remercier ici les zoologistes qui ont bien voulu nous aider en nous procurant de précieux matériaux, parfois même des échantillons uniques de leurs collections. Ce sont MM. ED. CHEVREUX, le Prof. A. DELLA VALLE de Modène, le Rév. TH. R. STEBBING et particulièrement le Prof. MEINERT et le D^r H.-J. HANSEN, du Musée de Copenhague.

A tous nous adressons de tout cœur l'expression de notre bien vive reconnaissance.

LES CABIROPSIDÆ,
ÉPICARIDES PARASITES DES ISOPODES.

Le genre *Clypeoniscus*.

Dans le matériel mis gracieusement à notre disposition par le Musée de Copenhague, nous avons trouvé deux espèces différentes d'Isopodes parasites. Le plus grand nombre des hôtes appartenaient à l'espèce *Idothea marina* LINNÉ, et provenaient pour la plupart des

côtes du Danemarck ; l'un d'eux cependant avait été recueilli dans la Manche par E. WARMING. D'autres Isopodes, en moins grand nombre, étaient des *Edotia nodulosa* KRÖYER, et les deux tubes qui les contenaient portaient les indications suivantes :

« Godhavn (Grönland), 8-10 Fv., HOLBÖLL leg. »
 et « Jugor Schar, 6 Fv., *Djimplina*, TH. HOLM leg. »

Enfin, un dernier tube renfermait un exemplaire d'*Idothea robusta* KRÖYER, provenant du Groënland, mais sa cavité incubatrice ne contenait qu'une partie de la ponte, formant une petite masse, qui avait fait croire à l'existence d'un Bopyre.

Tous les exemplaires des deux premières espèces, sept individus pour l'*I. marina*, et quatre pour l'*Edotia nodulosa*, étaient porteurs d'Épicarides de deux espèces différentes, mais appartenant à un même genre que nous nommerons *Clypeoniscus*, pour rappeler une particularité morphologique importante de l'embryon. Nous donnons au parasite d'*Edotia* le nom spécifique de *Meinerti* et à celui d'*Idothea* le nom de *Hanseni*, en priant MM. MEINERT et HANSEN d'en accepter la dédicace, en témoignage de notre reconnaissance pour leur libéralité.

Ces deux formes d'Épicarides, parasites de genres très voisins, sont elles-mêmes très semblables, comme c'est la règle dans le groupe. Nous reviendrons sur les quelques différences qui les distinguent spécifiquement en passant en revue les différentes espèces de la famille des *Cabiropsidæ* ; dans la description qui va suivre, nous prendrons pour type tantôt l'une, tantôt l'autre des deux espèces, la rareté du matériel ne nous ayant pas permis de suivre toute l'évolution dans une seule espèce.

Description de la femelle.

Quand, l'Idotée parasitée étendue sur la face dorsale et présentant sa face ventrale à l'observateur, on écarte les cinq paires de lamelles incubatrices, on aperçoit au niveau des 2^e, 3^e et 4^e segments thoraciques, un corps régulièrement ovoïde, légèrement atténué aux deux extrémités du grand axe et montrant une apparence très vaguement segmentée ; il semble rempli exactement d'une masse

compacte de petits grains, jaunâtres dans l'alcool, qui sont des œufs distendant la cavité incubatrice. Vers le milieu de la surface qui n'est pas appliquée à la partie ventrale de l'hôte, et un peu vers le bas (Pl. VII, fig. 20), on remarque une tache d'un blanc mat (*d*). Si l'on détache ce corps ovoïde et si l'on examine l'autre face, on voit qu'elle est divisée longitudinalement par un sillon qui s'étend d'une extrémité à l'autre (fig. 21, *r*.) Sur quelques individus, on trouve généralement, vers l'extrémité la plus rapprochée de la tête de l'hôte, un très petit Isopode, à peine visible à l'œil nu, mesurant 0^{mm},85, mais présentant toutes les particularités typiques du groupe: ce dernier est le mâle *Chlypeoniscus*, tandis que la masse ovoïde, remplissant la cavité incubatrice de l'hôte, est la femelle réduite à un simple sac incubateur rempli d'embryons.

Nous sommes donc en présence d'un cas nouveau de parasite gonotome substitutif: car toujours l'hôte est stérile, quel que soit son sexe et, chez la femelle, le parasite occupe la place qu'occuperait normalement la ponte de l'hôte: il profite donc avec sa progéniture, non seulement de la protection des cinq paires de lamelles incubatrices de l'Idotée, mais aussi du courant d'eau déterminé par le mouvement des palettes pléales. Cependant nous devons signaler un cas où la castration semblait ne pas avoir été complète: en ouvrant la cavité incubatrice d'une *Edotia nodulosa*, nous avons trouvé un unique embryon très avancé et déjà reconnaissable par les saillies des segments thoraciques, cramponné sur le Bopyrien, dans la position figurée Pl. VII, fig. 21 (*E*). Cet embryon solitaire était-il le seul produit de l'*Edotia* épuisée par son parasite ou bien provenait-il d'une autre femelle? On sait en effet que les embryons des Idothéides, lorsqu'ils ont acquis une certaine taille, nagent librement près de la femelle et se réfugient dans la cavité incubatrice de leur mère au moindre danger, et l'on peut supposer que l'un d'eux, en pareil cas, s'est trompé de cavité incubatrice.

La dégradation de la femelle adulte de *Chlypeoniscus* est telle que si nous n'avions eu la chance de trouver quelques stades moins avancés, il nous eût été impossible de distinguer l'extrémité antérieure de la postérieure. Seule la loi de position constante du parasite Bopyrien par rapport à son hôte eût pu nous donner quelques indications: on sait en effet que toujours le parasite a la face ventrale accolée à la face ventrale de l'hôte et la tête tournée

vers son extrémité postérieure. C'est bien là, en effet, la position du *Clypeoniscus*, comme nous l'a montré un stade jeune de la femelle, qui avait encore conservé les parties distinctes du segment céphalique et des deux premiers segments thoraciques.

Nous avons figuré cet exemplaire, vu par la face dorsale et la face ventrale, aux fig. 18 et 19 de la Pl. VII. C'était une petite masse mesurant 3^{mm},2 et formant une sorte de disque aplati. L'extrémité antérieure fixée sur la face ventrale du quatrième segment thoracique de l'*Idothea* présentait, encore parfaitement reconnaissable, un segment céphalique (fig. 22, Pl. VIII), semi-circulaire et garni sur le bord frontal de deux paires de petites protubérances coniques, représentant les antennules et les antennes (*an*¹, *an*²), ces dernières un peu plus considérables et biarticulées, tandis que les antennules étaient très réduites et formées d'un seul article; leurs extrémités distales étaient recouvertes de petites squames (fig. 23). En examinant le segment céphalique par la face ventrale, on voyait encore très nettement l'ouverture buccale à l'extrémité d'un petit rostre formé par la lèvre supérieure (*s*) et la lèvre inférieure (*i*), celle-ci légèrement échancrée à son sommet. Entre ces lèvres sortaient les extrémités d'une paire de mandibules (*md*) en forme de stylets.

Immédiatement au-dessous, se trouvent les deux premiers segments thoraciques munis chacun d'une paire de périopodes (fig. 22, 23, *pt*¹, *pt*²) de forme trapue et ramassée. A un coxopodite, soudé entièrement au pleuron et mû par des muscles encore parfaitement visibles, faisait suite un basipodite allongé, épais et recouvert de petites squames comme les antennes; les trois articles suivants étaient soudés en un seul, et la patte était terminée par une griffe courte, le dactylopodite, s'articulant avec un propodite renflé. Cette tête et ces deux premiers segments thoraciques étaient, quoique parfaitement reconnaissables encore, rejetés à l'extrémité antérieure du corps et visibles seulement quand on considérait l'animal par la face ventrale. Celle-ci (fig. 18) était nettement segmentée en cinq gros bourrelets gonflés par la masse interne des embryons, mais laissant encore percevoir les bords épaissis et chitineux de chacun des somites: la face ventrale proprement dite était parfaitement dessinée et de part et d'autre de chaque segment les parties pleurales (*l*) s'étaient gonflées sous la poussée de l'énorme ponte et formaient des bosses hémisphériques séparées les unes des autres par un plancher chitineux.

Ces segments, qui représentaient les cinq derniers somites thoraciques de l'Isopode typique, étaient encore tout aussi visibles sur la face dorsale (fig. 19) : les terga (*t*) étaient indiqués par leurs bords chitineux et l'on pouvait même distinguer de longues bandes musculaires s'étendant tout le long de la face dorsale, sur la ligne médiane et sur les bords latéraux de chacun des somites.

A l'extrémité postérieure, mais visible seulement sur la face dorsale, se trouvait le pléon (*p*), rejeté aussi vers le dos par l'énorme développement de la face ventrale. Il était formé de quelques segments indistincts terminés par un pygidium (*p*), allongé et échancré à son extrémité distale. Cette partie postérieure du corps est presque dissimulée d'une part par l'énorme développement des parties pleurales du septième segment thoracique et au-dessous par la face ventrale qui la dépasse.

A ce stade de développement, quoique la masse embryonnaire déjà pondue remplisse toute la cavité incubatrice, nous n'avons pu mettre en évidence la communication de cette cavité avec l'extérieur.

Une phase de dégradation plus accentuée nous a été fournie par une femelle de *Clypeoniscus Meinerti* dont nous avons figuré la partie antérieure Pl. VII, fig. 24. Le segment céphalique (*c*) était encore visible, mais les antennes (*an*¹, *an*²) n'étaient plus que de petites éminences peu distinctes ; l'ouverture buccale (*b*) était restée nette et on la voyait se continuer à l'intérieur par une sorte d'œsophage (*st*) chitineux. Les deux premières paires de pattes thoraciques (*pt*¹, *pt*²) n'étaient plus que deux tubercules situés symétriquement de chaque côté des lignes d'épaississements chitineux (*e*) qui indiquaient encore vaguement les premiers somites. A part ces quelques rudiments d'appendices, il n'y avait plus rien de visible sur la masse informe de la femelle à ce stade.

Quand la femelle devient adulte, elle prend la forme figurée Pl. VII ; les fig. 20 et 21 représentent les faces dorsale et ventrale. C'est alors une masse globuleuse qui semble divisée longitudinalement par un sillon, peu visible à la face dorsale et interrompu, vers la région céphalique (1), par une partie blanchâtre que nous

(1) Nous disons céphalique, bien que nous n'ayons pu trouver à ce stade le moindre renseignement morphologique nous démontrant que la tête était bien à cette extrémité, mais la position du parasite par rapport à son hôte est un sûr garant de l'exactitude de notre interprétation.

appellerons organe dorsal (*d*). Cette petite masse, un peu épaissie, et dont nous n'avons pu déterminer la composition histologique, à cause de l'état de conservation de l'animal, est tout ce qui reste de la partie viscérale de la femelle, ovaire, tube digestif, etc. Hors cela, il n'y a plus que la paroi du corps transformée en enveloppe incubatrice, et ne conservant plus rien rappelant l'Isopode primitif, ni segmentation, ni appendices.

Cependant si on considère la femelle par la face que nous appelons ventrale, vu sa position par rapport à l'hôte, nous voyons que le sillon dorsal se continue sur cette face et prend un aspect tout à fait spécial. Enfoncé entre les masses latérales bourrées d'embryons, il est formé par la superposition d'un système de petites lamelles qu'on peut assez facilement séparer, *sans les déchirer*, et qui permettent de vider complètement la femelle de ses embryons : c'est l'ouverture de la cavité incubatrice.

Nous avons représenté (fig. 25) ce système de lamelles tel que nous avons pu l'étaler sous le microscope, après avoir enlevé la surface dorsale de la femelle. Cette longue fente se termine nettement aux deux extrémités entre les bosses (*b*) antérieures et postérieures de l'animal, et la façon dont s'imbriquent les lamelles qui la ferment est assez compliquée. Très petites aux deux extrémités de la fente, ces lamelles deviennent plus grandes vers la partie ventrale ; elles sont au nombre de dix ou onze paires.

Les fig. 26 et 27 représentent l'extrémité antérieure de la fente vue par la partie extérieure et la partie intérieure (l'observateur étant supposé, dans ce dernier cas, dans la cavité incubatrice). La première paire de lamelle (*l*¹) est simple, semi-circulaire, et l'une d'elles recouvre l'autre ; mais la deuxième (*l*²) et la troisième (*l*³) deviennent bien plus compliqués : chacune d'elles est formée d'un double repli de façon à présenter deux lamelles secondaires soudées par un de leurs bords latéraux, tandis que les autres restent libres : elles ménagent donc entre elles une fente semblable à celle formée par une feuille de papier pliée en deux. Quand les bords latéraux de la fente d'ouverture de la cavité incubatrice sont rapprochés, la lamelle secondaire interne du bord droit (fig. 26, *i*^d) par exemple, pénètre dans la fente ménagée entre la lamelle secondaire interne du bord gauche (*i*^g) et la lamelle secondaire externe du même bord (*e*^g), qui est elle-même recouverte par la lamelle secondaire externe du bord droit (*e*^d).

Ces lamelles, très minces sur leurs bords libres, sont un peu plus épaissies vers leur point d'attache et présentent quelques petits renflements symétriques. Chaque paire est séparée de l'autre par un intervalle qui n'est sensible que quand on opère une traction sur les parois de la cavité incubatrice (1). Quand la femelle vivante se ramasse sur elle-même, toutes les lames se recouvrent, non seulement latéralement, mais aussi d'arrière en avant, de façon à clore hermétiquement la cavité où sont incubés les embryons.

Le schéma ci-contre indiquera plus nettement qu'aucune description ce mode de fermeture de la cavité incubatrice. Il représente la coupe de cette cavité pratiquée perpendiculairement à l'axe du corps, au niveau de l'organe dorsal (*d*). La masse des embryons pondus et en incubation remplit l'espace *cc*, et en *o* se trouve la coupe du sillon ventral, au fond duquel on voit l'ouverture de la cavité incubatrice fermée par l'imbrication des lamelles.

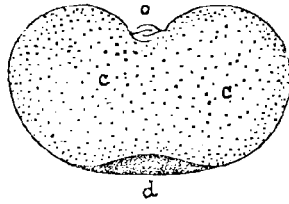


Fig. 1. — Coupe schématique au travers du corps d'une femelle de *Clypeoniscus*; *d*, organe dorsal; *c, c*, cavité incubatrice; *o*, ouverture de la cavité incubatrice fermée par les lamelles pleurales.

Nous trouvons donc ici un mode d'occlusion de la cavité incubatrice que nous n'avions encore constaté chez aucun autre Bopyrien. Chez les autres Épicarides, le courant d'eau parcourant la cavité branchiale de l'hôte est détourné au profit du parasite qui, par divers moyens, le fait pénétrer par une ouverture de sa cavité incubatrice et sortir par l'ouverture opposée: un courant perpétuel baigne ainsi tous les embryons. Ici la cavité incubatrice n'est en rapport avec l'extérieur que par une fente unique qui doit donc servir à l'entrée comme à la sortie du liquide. Il est probable que

(1) Un de nos exemplaires était porteur, entre ces lames, d'un Périidinien (*Ceratium*), à moitié engagé dans l'ouverture, et dont la plus longue corne était encore à l'extérieur alors que le corps et les deux cornes courbes plongeaient dans l'intérieur de la cavité incubatrice.

les contractions de la femelle (nous avons vu que les muscles étaient encore visibles, surtout dans les premiers stades) déterminent l'entrée de l'eau et son expulsion.

De plus, dans les autres groupes d'Épicarides, la cavité incubatrice était toujours formée par la paroi ventrale du corps de la femelle et les cinq paires d'oostégites, plus ou moins inégalement développées. Ici rien de semblable, et l'Épicaride parasite de l'Isopode a pris un tout autre système que l'Épicaride infestant un Amphipode, un Schizopode ou un Décapode. En effet, l'examen des stades les moins dégradés nous montre que la tête, les deux premiers segments thoraciques et les derniers segments abdominaux sont rejetés aux deux extrémités (fig. 18) ; seuls, les cinq derniers segments du thorax et les premiers du pléon prennent le développement considérable qui modifie si profondément le type normal. Il ne peut donc plus être question des oostégites, et, en raison du développement des bords pleuraux des somites thoraciques, chez les Dajiens par exemple, et chez certains Ioniens (*Gigantione*), nous pensons que, chez les *Cabiropsidæ*, ce sont ces mêmes parties qui prennent l'apparence compliquée de lamelles imbriquées.

Dans une *Idothea marina* des côtes du Danemark, nous avons trouvé une femelle (Pl. VII, fig. 17) arrivée au dernier degré possible de dégradation; ce n'était plus qu'une membrane de chitine mince, chiffonnée, entièrement vide d'embryons. A peine y voyait-on encore quelques vagues indications de segmentation; l'organe dorsal (*d*) y apparaissait comme un espace plus opaque; la fente de la cavité incubatrice (*o*) ne montrait plus que quelques replis (*r*), restes des lamelles qui en fermaient si hermétiquement l'entrée dans le stade précédent. A cet état le parasite serait une énigme bien embarrassante pour le zoologiste qui ne connaîtrait pas les stades antérieurs.

Description du mâle.

Parmi les quelques exemplaires de *Clypeoniscus Hanseni* que nous avons pu examiner, deux seulement étaient accompagnés de leurs mâles que nous avons trouvés au milieu de la masse des

embryons, sans pouvoir préciser leur place exacte sur la femelle. Ces mâles étaient exactement semblables entre eux et parvenus au stade caractéristique que nous avons désigné sous le nom de *stade cryptoniscien*.

Nous avons déjà, dans la plupart de nos travaux sur les Bopyriens, insisté sur la grande importance de cette phase dans le groupe entier; c'est sous cette forme, succédant immédiatement à la première forme de l'embryon libre que nous avons déjà décrite dans tous les autres groupes et sur laquelle nous reviendrons plus loin, que l'Épicaride recherche son hôte et se fixe pour le reste de son existence. La plupart des particularités morphologiques qui la caractérisent prouvent cette manière de voir. Après avoir eu, en quittant la cavité incubatrice maternelle et l'hôte qui abritait mâle, femelle et progéniture, l'apparence d'un petit Sphérome ramassé sur lui-même et qui est loin d'être adapté spécialement à la vie pélagique, l'embryon acquiert cette forme cryptoniscienne que l'on rencontre de temps à autre, en haute mer, dans les produits de pêches au filet fin. La vivacité de ses mouvements, sa forme élancée, ses appendices graciles en font alors un Crustacé parfaitement adapté au but indispensable qu'il doit atteindre pour continuer son évolution: la recherche de son hôte définitif. Les yeux composés sont, à ce stade, très développés; sur l'antennule sont groupés des touffes de poils sensoriels; les pérciopodes peuvent, pendant la natation, se loger dans des replis de la cuticule ventrale, de façon à ne pas amoindrir le mouvement énergique des cinq paires de pléopodes aplaties en palettes natatoires et garnies de longues soies qui augmentent encore leur puissance de propulsion. Ainsi armé, l'Épicaride atteindra facilement son hôte et pénétrera dans ses cavités, incubatrice ou branchiale, grâce à d'autres modifications non moins ingénieusement combinées.

En effet, les articles de la base de l'antennule, les épaulettes coxales et les replis articulaires qui protègent le repliement des pérciopodes sont profondément dentés et, à la façon des dents d'un harpon, facilitent l'entrée du parasite en même temps qu'ils s'opposent à sa sortie. La manière dont sont articulés tous les appendices de la face ventrale, les antennes, les longs pérciopodes, les pléopodes et les uropodes, vient encore aider le parasite à ce moment critique de son existence.

Les conditions dans lesquelles se fait la fixation des Épicarides sur leurs hôtes, varient étonnamment avec les divers groupes de ces parasites et avec les dispositions anatomiques si variées des diverses familles infestées, depuis les Cirrhipèdes jusqu'aux Décapodes supérieurs. On comprend donc que le stade cryptoniscien, pendant lequel s'opère la fixation, doit avoir une grande importance et présente, avec des modifications nombreuses, un ensemble de caractères bien définis. En effet, en dehors des Cryptonisciens proprement dits, cette forme a été vue et figurée par FRITZ MÜLLER chez *Phryxus resupinatus*, par HESSE chez divers Phryxiens de Bretagne, par KOSSMANN et WALZ chez *Bopyrina virbii*, par nous-mêmes chez *Cancericepon elegans*, *Athelges paguri*, *Portunion Kossmanni*, *Palægyge Borrei*, et chez toutes les espèces où le nombre d'exemplaires recueillis a été assez considérable pour permettre d'établir le cycle évolutif.

Les Épicarides inférieurs (*Microniscidæ*, *Cryptoniscidæ*) ne dépassent pas cette forme dans les deux sexes, ou du moins la femelle adulte, malgré son énorme déformation, n'est qu'une modification directe de cette forme. Dans *Cryptothir (Hemioniscus) balani*, à l'extrémité de la masse informe qui représente la cavité incubatrice gonflée d'embryons, on trouve un petit tubercule à peine visible et constitué par la tête et les quatre premiers segments thoraciques avec toutes les particularités morphologiques qui caractérisent la phase cryptoniscienne; ce n'est qu'au niveau du somite génital femelle que se produit la déformation.

Chez les Épicarides parasites des Arthrostracés, la femelle continue son évolution régressive et rien n'y rappelle plus ce stade, tandis que le mâle persiste sous cette forme qu'il ne dépasse pas.

Dans les autres familles, *Dajidæ*, *Entoniscidæ*, *Bopyridæ*, non seulement la femelle, mais le mâle adulte prend aussi, après ce stade, une forme toute nouvelle et bien différente; cependant, quand plusieurs mâles sont réunis à une seule femelle, un seul peut continuer son évolution, et les autres, quoique devenant mûrs au point de vue sexuel, gardent la forme cryptoniscienne: ce sont les mâles progénétiques dont nous avons parlé dans nos travaux, sur les *Entoniscidæ* particulièrement.

L'existence générale de la forme cryptoniscienne et ses variations dans les divers groupes d'Épicarides, rendent nécessaire une descrip-

tion minutieuse de chaque cas particulier. De plus, comme les formes adultes sont amenées, par la convergence des conditions éthologiques, à des ressemblances telles que le zoologiste a grand peine à trouver des caractères distinctifs des espèces, il est indispensable, pour établir définitivement la diagnose spécifique, de tenir compte des moindres différences à chacun des divers stades.

Déjà nous avons étudié en détail la forme Cryptoniscienne chez les Ioniens (*Cancricapon*), les Bopyriens proprement dits (*Palægyge*) et les Entoniscides (*Portunion*); à ces descriptions nous allons ajouter celle du stade cryptoniscien des *Clypeoniscus*.

La planche IX, qui représente le mâle de *Clypeoniscus Hanseni*, vu par la face ventrale, simplifiera beaucoup cette description; l'animal est représenté avec un grossissement de 240 fois.

La tête, vue par la face dorsale, est régulièrement semi-circulaire et ne présentait plus après un séjour prolongé dans l'alcool que des restes à peine visibles de gros yeux aux angles postérieurs. A la face ventrale on voit les deux paires d'antennes et le rostre.

L'antennule présente une forme très compliquée et caractéristique de ce stade. Le pédoncule est formé de trois articles distincts, très dissemblables.

Le premier a l'apparence d'une plaque chitineuse, tangente à la face ventrale du segment céphalique, et de forme assez régulièrement quadrangulaire; les bords supérieur et interne sont à peu près rectilignes, le bord extérieur légèrement concave, tandis que l'inférieur est profondément découpé par dix échancrures qui forment onze dents aiguës, les plus grandes étant situées vers la partie médiane de l'animal. Cet article, armé de deux soies raides à son angle antéro-externe, est inséré sur la tête par un cadre chitineux beaucoup plus réduit que la surface qu'il présente extérieurement. Il peut exécuter, du moins d'après ce que nous avons observé sur le vif chez *Athelges paguri* au stade correspondant, des mouvements de latéralité assez prononcés qui agitent vivement les gros bouquets de poils sensoriels du troisième article de chaque côté de la tête de l'animal.

Les denticules du bord inférieur de cet article semblent caractériser le stade cryptoniscien des Épicarides parasites des Crustacés inférieurs (Arthrostracés, Cirrhipèdes), car chez les parasites des

Décapodes, où nous avons pu observer ce stade (*Cancricepon*, *Portunion*, *Athelges*, *Palægyge*), ce premier article, beaucoup moins développé, a la forme d'une plaque, vaguement quadrangulaire, sans aucune digitation inférieure. Au contraire chez *Leponiscus pollicipedis* (parasite du *Pollicipes cornucopiæ*) et chez *Cryptothir balani* (parasite du *Balanus balanoïdes*) ce même bord est profondément découpé, comme chez *Clypeoniscus*, mais ne présente qu'un nombre plus restreint de dents (sept dans les deux cas au lieu de onze).

Le deuxième article de l'antennule, beaucoup moins aplati que le premier, porte également deux soies raides; son bord distal recouvre l'insertion de l'article suivant et présente quelques petites échancrures irrégulières.

Enfin, le troisième article, beaucoup plus réduit, ne forme qu'une sorte de mamelon où sont implantés une vingtaine de longs bâtonnets sensoriels transparents; à côté, deux petits articles très courts portent, l'un trois soies raides, l'autre deux seulement. Ces deux derniers articles représentent les deux branches de l'antennule, articulées, comme chez tous les Arthrostracés, sur le troisième article.

L'antenne est très allongée et atteint jusqu'au quatrième somite thoracique. Sa base d'insertion est cachée sous la partie libre et dentée du premier article de l'antennule; elle se compose de quatre articles basilaires qui vont en diminuant de longueur et de grosseur jusqu'au fouet terminal, formé de cinq articles armés chacun de soies raides.

Le *rostre*, formé par la réunion des deux lèvres, supérieure et inférieure, a la forme d'un cône aigu terminé par une ouverture où l'on voit saillir l'extrémité des mandibules. Les maxilles et les maxillipèdes sont rudimentaires.

Le *thorax* comprend sept somites, qui s'élargissent graduellement jusqu'au cinquième, pour diminuer ensuite jusqu'au septième; tous sont munis d'une paire de pattes. Les péreiopodes ne présentent pas entre eux les différences si prononcées que nous avons trouvées chez les Cryptonisciens proprement dits (*Cryptothir*, *Leponiscus*), où les appendices des deux premiers segments sont nettement dissemblables des cinq autres. Chez *Clypeoniscus* on peut dire que toutes les pattes sont légèrement différentes, très

peu à la vérité quand on examine les appendices de deux somites se suivant immédiatement ; mais si l'on considère les pattes des somites extrêmes, le premier et le septième, on voit qu'elles sont très dissemblables et qu'entre la forme très ramassée et trapue des premières, et l'allongement et la gracilité des dernières, toutes les formes de transition sont réalisées par les péreiopodes intermédiaires.

Chaque appendice présente, à son insertion sur le somite, une sorte de repli tout à fait particulier, dont nous ne connaissons l'analogue chez aucune autre famille de Crustacés : il est caractéristique de cette phase cryptoniscienne des Épicarides et a été évidemment déterminé par l'éthologie de ces parasites. Ce repli est formé par une lamelle dépendant du coxopodite et limitant une sorte d'alvéole allongée dont le bord externe, découpé en trois dents, détermine, au-dessus de l'articulation, l'épaulette bien connue chez tous les Cryptonisciens. La partie interne du repli s'étend au-dessus de la patte jusque vers la ligne médiane où elle rencontre son homologue de la patte correspondante. Ces replis, séparant ainsi les pattes les unes des autres, d'abord étroits sur les premières paires, s'élargissent progressivement jusqu'au septième segment thoracique. Comme nous l'avons indiqué plus haut, cette disposition permet au parasite, quand il pénètre dans son hôte, soit par la mince fente de la branchie, soit en s'insinuant entre les lamelles incubatrices, de rabattre ses péreiopodes sur sa face ventrale, de les dissimuler presque entièrement et de faciliter ainsi sa marche en avant ; de même la direction des dents des épaulettes, les lames et la longueur des appendices sont autant d'obstacles à une rétrogradation qui pourrait chasser le parasite, emporté par les courants violents qui se produisent dans ces cavités, tant branchiales qu'incubatrices.

Les premières paires de péreiopodes sont ramassées et trapues : le basipodite seul est allongé, tous les autres articles sont courts ; le propodite est renflé pour loger les muscles du dactylopodite qui forme avec lui une griffe préhensible puissante. Les autres paires deviennent de plus en plus allongées et grêles : le propodite surtout s'allonge et ne forme plus de *main* préhensible, dans les deux dernières paires de pattes.

L'*abdomen* est formé de six segments diminuant d'importance jusqu'au dernier ou telson. Les cinq premiers portent chacun une

paire de pléopodes tous semblables. Chacun de ces appendices est formé d'un article basilaire (basipodite), à peu près quadrangulaire, et de deux rames (exopodite et endopodite) munies de quatre à cinq soies chacune. Le sixième segment porte deux uropodes dont l'endopodite, plus allongé que l'exopodite, est muni, comme ce dernier, d'une paire de soies raides.

Description de l'embryon.

De toutes les femelles des deux espèces de *Clypeoniscus* que nous avons eues à notre disposition, une seule (*C. Meinerti*) portait des embryons prêts à quitter la cavité incubatrice qui en était littéralement bourrée. Les figures 29, 30 et 31 représentent cet embryon de *C. Meinerti*, vu par la face ventrale et fortement grossi (420), vu de profil et enfin (fig. 31) dans la position la plus fréquente, ramassé sur lui-même : position qu'il garde en nageant quand il a quitté la cavité incubatrice maternelle, comme nous avons pu l'observer directement sur le vif chez d'autres Bopyriens.

Le segment céphalique a une forme semi-circulaire régulière avec une sorte de limbe qui vient recouvrir l'insertion des antennes et des pièces buccales. L'antennule (*ant¹*, fig. 29) est très réduite: elle a l'apparence d'un petit tubercule composé de trois articles courts, surmontés de deux autres plus petits, l'exopodite et l'endopodite, armés de quelques soies raides. L'antenne (*ant²*), beaucoup plus considérable, est formée d'un pédoncule de quatre gros articles, terminés par un petit fouet de trois autres plus petits, dont le dernier porte deux longues soies flexibles, la plus longue dépassant le pygidium de l'embryon. Les deux lèvres réunies forment un petit rostre conique à l'extrémité duquel sortent les extrémités des mandibules.

Le thorax est formé de sept somites dont les six premiers seuls présentent des appendices. Les cinq premières paires (fig. 32) sont à peu près semblables et ne diffèrent que par l'allongement de la griffe préhensile, renflée et trapue dans les premières, plus étroite et plus allongée dans les dernières. Le basipodite est allongé, l'ischiopodite et le méropodite beaucoup plus courts; le carpopodite fait corps avec le propodite qui présente sur son bord opposé au dactylopo-

dite deux soies tout à fait particulières. Vues de profil, comme elles se présentent le plus souvent, elles semblent n'offrir rien de remarquable ; mais, quand on peut les examiner de face, on s'aperçoit qu'elles sont constituées par de petites lames aplaties, dont le bord distal est découpé en une série de dentelures égales et disposées en éventail. Ces poils pectinés se trouvent à la même place sur chacun des péreiopodes des cinq premiers somites thoraciques.

Le sixième péreiopode (fig. 33) présente, comme c'est la règle générale chez les Épicarides à ce stade, une structure différente : le carpopodite est à peine distinct du propodite qui ne présente pas de poils pectinés et qui ne forme plus avec le dactylopodite de griffe préhensile ; ce dernier article au lieu de présenter un aspect solide et recourbé, a la forme d'une longue soie effilée et flexible. Quand l'animal est dans sa position ordinaire (fig. 31), toutes les premières pattes sont contractées et ramenées vers la face ventrale, toutes parallèlement les unes aux autres, tandis que la sixième paire pend normalement à la face ventrale et semble inerte. Cette position rappelle absolument celle que nous avons signalée chez les Entonisciens du genre *Portunion* à ce stade, tandis que l'embryon du *Cancrion* et du *Grapsion* nage le corps recourbé également sur sa face ventrale, mais la sixième paire de péreiopodes faisant saillie de chaque côté.

Les cinq segments abdominaux, nettement distincts, sur la face dorsale et sur les côtés, présentent un aspect tout à fait particulier sur la face ventrale. Ils constituent une saillie arrondie très prononcée, une sorte de tablier ou de bouclier régulièrement arrondi (d'où le nom que nous avons donné à ce genre d'Épicaride) et dont le bord inférieur présente une série de poils chitineux, égaux et rigides, disposés comme une frange. Cette bosse ventrale occupe, comme le montre la fig. 29, tout l'espace compris entre les insertions des pléopodes, et la fig. 30 (l'embryon de profil) montre suffisamment combien elle est saillante.

Aucun Bopyrien ne nous avait montré encore rien de semblable. Seul, le premier embryon d'*Athelges paguri* présente, là où se trouvent chez *Clypeoniscus* les franges chitineuses, une série d'épaississements chitineux qui dessinent sur la face ventrale un certain nombre de polygones, de 4 à 6 côtés, régulièrement disposés de chaque côté de la ligne médiane du corps.

De chaque côté de cet organe énigmatique, s'insèrent, chez *Clypeoniscus*, les cinq paires de pléopodes, tous semblables. Ils sont constitués par un article basilaire (basipodite) qui est suivi d'un exopodite, articulé à son angle inférieur et externe, et armé de deux longues soies nataatoires ; sur l'angle inférieur et interne, il n'y a pas d'endopodite, mais seulement deux longues soies semblables.

Le telson, vu par la face dorsale (fig. 34) est régulièrement atténué et terminé par une pointe mousse. A la face ventrale (fig. 29), il présente une légère éminence dont la base est cachée par les franges chitineuses du bouclier abdominal dont nous venons de parler, et qui se termine par un petit tube court et tronqué dépassant le bord dorsal du telson. Ce tube est homologue de celui que nous avons décrit chez l'embryon des Ioniens, chez *Cancericepon elegans* où il présente un développement beaucoup plus considérable. Il semble bien que l'intestin vienne y déboucher.

De chaque côté de ce tube s'insèrent des uropodes très développés et portant, sur un article basilaire épais, deux articles terminés chacun pour deux longues soies raides.

Le genre *Gnomoniscus*.

Nous avons rappelé plus haut que KOSSMANN avait découvert un Épicaride parasite d'un autre Épicaride ; nous pouvons aujourd'hui donner un second exemple de ce cas, si curieux, d'un animal vivant aux dépens d'un autre animal du même ordre que lui, alors que ce dernier est lui-même parasite.

En examinant quelques *Haploops tubicola* LILLJ. recueillis par l'un de nous dans la baie de Concarneau (mai 1882) et conservés dans les collections du laboratoire de Wimereux, nous vîmes un d'entre eux, une femelle, portant entre ses lames incubatrices un petit corps ovoïde que sa forme, nettement délimitée et ne s'étendant que du troisième au cinquième segment thoracique, ne permettait pas de confondre avec une ponte de l'Amphipode qui aurait rempli intégralement toute la cavité. Au premier examen nous reconnûmes un Bopyrien du genre *Podascon* que nous décrirons plus loin. Mais en détachant l'Épicaride, immédiatement en dessous, entre lui et la face ventrale de l'Amphipode, nous trouvions une autre masse, plus

ou moins sphérique, plus petite, qui se détacha du *Podascon* à la première secousse. Nous avons figuré Pl. XI, fig. 35, l'*Haploops* avec toutes les pattes thoraciques droites enlevées et aussi les plaques coxales (épimères), les branchies et les oostégites des troisième et quatrième segments thoraciques, de façon à montrer la position occupée par le *Podascon* (A), par l'autre corps (B), et leurs rapports avec l'Amphipode.

Notre première idée fut qu'il s'agissait d'un second exemplaire de la même espèce d'Épicaride, quoique le fait eût été bien anormal, car, chez les Bopyriens, il est de règle qu'une seule femelle puisse évoluer complètement dans une même cavité de son hôte : seules les femelles de *Portunion Kossmanni* sont grégaires. Mais la forme de ce second parasite était absolument différente : au lieu d'un ovoïde allongé, on voyait une petite masse cordiforme (fig. 36), qui faisait penser au croquis de KOSSMANN d'après le *Cabirops* trouvé dans les mêmes conditions sur un *Bopyrus*.

C'était en effet un parasite du *Podascon*, auquel il était attaché dans la position habituelle des Bopyres par rapport à leurs hôtes, la tête tournée vers la partie postérieure de ce dernier. Nous le désignerons sous le nom de *Gnomoniscus podasconis*.

L'exemplaire mesure dans sa plus grande longueur 1^{mm},2. Au lieu de présenter, comme les *Clypeoniscus*, une ouverture de la cavité incubatrice sur la ligne médiane de la face ventrale, on voit un sillon assez profond terminé, vers le centre, par une petite saillie qui représente la partie céphalique de l'animal (a). Au milieu du sillon se trouve une éminence hémisphérique (d), contenant une masse qui semble absolument isolée : la surface en est formée de petites cellules granuleuses à contours peu nets et recouvre un amas central de grosses cellules avec quelques cristaux : c'est tout ce qui reste de la masse viscérale. Tout le reste du corps est occupé par la cavité incubatrice remplie d'embryons. Cette cavité communique avec le dehors par une fente située immédiatement sous la tête.

Cette partie du corps, vue par l'extérieur, est représentée fig. 37. La partie céphalique n'est plus indiquée que par de petits amas chitineux (an¹) symétriquement disposés de part et d'autre d'un autre plus considérable et manifestement composé par l'union de deux masses également chitineuses (an²). Ces rudiments représentent

probablement les antennules et les antennes. Au-dessous fait saillie une éminence impaire et centrale (*r*) ; c'est sans doute le rostre, point d'attache du parasite sur son hôte, quoique nous n'ayons pu mettre en évidence l'ouverture probable.

De chaque côté du rostre se trouvent des cavités qui conduisent à l'ouverture propre (*o*) de la cavité incubatrice. Cet orifice à peu près triangulaire, est presque fermé par des prolongements (*p*) alternes qui rappellent plutôt les lamelles des *Clypeoniscus* que des appendices déformés.

En retournant l'animal et en le considérant par sa face interne (fig. 38), (l'observateur étant supposé placé dans la cavité incubatrice), on aperçoit immédiatement sous le rostre deux grandes lamelles (*l*) obstruant la partie supérieure de l'ouverture et flottant à l'intérieur de la cavité. Cette disposition rappelle celle des deux premières lames incubatrices des Entonisciens. On voit que, par ce dispositif, la cavité incubatrice peut parfaitement être baignée par l'eau ambiante, sans que les embryons puissent s'en échapper.

Nous n'avons pu découvrir le mâle.

Les embryons qui remplissaient la cavité incubatrice de la femelle n'étaient pas encore arrivés à maturité, cependant ils étaient déjà parfaitement reconnaissables comme embryons de Bopyriens (fig. 39). Très semblables aux embryons de *Clypeoniscus*, ils en différaient surtout par un tube anal (*t*) très net et plus développé. L'état peu avancé de l'embryon ne nous a pas permis de constater la présence du bouclier ventral si caractéristique des *Clypeoniscus*.

Le genre *Cabirops*.

Voici tout ce que dit KOSSMANN (72, p. 333) sur ce genre :

« Bien que j'aie rencontré ce parasite sur un *Bopyrus* des îles Philippines, j'avais espéré d'abord qu'il s'agissait d'un *Lernæodiscus*. J'eus bientôt la preuve que cet espoir était trompeur. L'animal ne rappelle *Lernæodiscus* que par ses expansions saciformes remplies d'embryons (mais ici d'embryons isopodes), Pl. xviii, fig. 13 [voir ci-contre, fig. 11 *a*, reproduction des figures de Koss-

MANN]. Toutefois, dans le cas présent, ces expansions sont dues à des renflements des segments du corps qui persistent et sont articulés les uns sur les autres par des faisceaux musculaires, fig. 14, (fig. II, *b*). La bouche est située sur la moitié ventrale du premier segment qui est suivi de 8 à 9 autres métamères. Chaque segment est divisé par des bourrelets chitineux en une moitié ventrale et une moitié dorsale; seuls, les deux

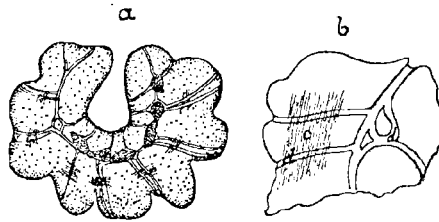


Fig. II.— *Cabirops lernæodiscoides*, d'après KOSSMANN.

a, ensemble de l'animal.

b, un morceau de la paroi du corps, limitée entre deux segments; *c*, musculature; *d*, bande chitineuse.

ou trois derniers segments ventraux paraissent soudés entre eux. Aux points de croisement entre les bourrelets chitineux longitudinaux et les lignes de séparation de deux anneaux consécutifs, on voit les rudiments des pieds en forme de rames pourvues d'une puissante musculature. Il n'y a pas d'organes des sens. Les organes internes, qui ne paraissent pas avoir éprouvé une réduction considérable, sont tous situés d'un seul côté (dans ce cas, le côté gauche), tandis que de l'autre côté, une grande cavité occupant la plus grande partie du corps est remplie par les embryons. Le manque de matériel m'a empêché de faire une étude plus complète des organes internes. »

On voit de suite, à la lecture de ces quelques détails, combien sont grandes les différences qui séparent les genres *Cabirops* et *Gnomoniscus*. Dans le premier, le corps est comprimé dans le sens parallèle au plan sagittal (antéro-postérieur) et, par conséquent, perpendiculairement au plan de *Lernæodiscus* et aussi au plan de *Gnomoniscus*. Tandis que le *Gnomoniscus* est parfaitement symétrique, celui de *Cabirops* est asymétrique et probablement l'asymétrie dépend de celle du Bopyre sur lequel *Cabirops* est fixé. Enfin les rudiments de pattes, si mal représentés dans le croquis de KOSSMANN, rappellent ceux des *Podasconidae*.

Dans ses intéressantes notes sur les Crustacés de Norwège, G.-O. SARS (82, p. 74) décrit en quelques lignes les parasites qu'il rencontra sur deux genres de Munnopsides et qu'il rapporte avec doute au genre *Cryptothiria* DANA. Il est de toute évidence en effet que, d'après ce que nous connaissons sur les Épicarides, un même genre ne peut infester des types aussi différents que *Balanus*, *Cypridina* et *Furycope*. Le nom générique de DANA doit être réservé aux parasites des Cirrhipèdes sessiles, de *Balanus* et des genres voisins, tandis que les Épicarides des Ostracodes et ceux des Isopodes doivent être désignés par des termes nouveaux. KOSSMANN a donné pour les premiers le nom de *Cyproniscus* et nous proposons pour les autres celui de *Munnoniscus*.

Voici la description de ce dernier genre, d'après le savant Norvégien :

« *Femina adulta corpore inarticulato, saccum simplicem pellucidum late bilobatum, antice paulo angustiozem, oris omnino impletum formante, area orali ovata, leviter incrassata, medio paulo depressa, nullis verò appendicibus vel partibus affixionis instructa. Longit. 2.4^{mm}. Mas ignotus. Embryones structura solita Isopodum.*

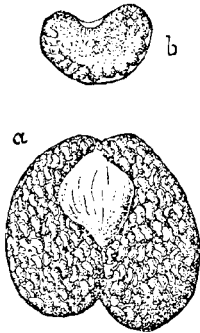


Fig. III. — *Cryptothiria marsupialis*, d'après G. O. SARS.

a, femelle adulte, vue par la face ventrale ;

b, embryon extrait de la cavité incubatrice de la femelle, vu par le côté droit, fortement grossi.

» *Hab. ad oras Norvegiæ meridionales in marsupio Eurycopis cornutæ et Ilyarachnæ longicornis affixa.* »

SARS déclare qu'il avait considéré ces parasites comme des Rhizocéphales jusqu'au jour où il rencontra un exemplaire rempli d'embryons assez développés pour permettre d'affirmer leur

parenté avec les Isopodes Épicarides. Il est très probable que les parasites trouvés par SARS, dans deux hôtes différents, appartiennent à deux espèces distinctes.

Il est probable également qu'il faut établir un genre nouveau (*Seroloniscus*) pour le parasite vaguement signalé par BEDDARD, chez *Serolis cornuta*.

*
* * *

Dans nos *Contributions à l'étude des Bopyriens* (87, pp. 220-221) nous avons résumé les connaissances acquises sur la classification et la phylogénie des principaux groupes d'Épicarides.

Nous avons cru nécessaire, dès cette époque et malgré l'insuffisance des documents scientifiques, d'établir une famille spéciale pour les formes parasites des Isopodes. Un seul genre était connu et décrit d'une façon très incomplète, le genre *Cabirops* KOSSMANN. La famille nouvelle fut donc désignée par nous sous le nom de *Cabiropsidæ* et, d'après le peu qu'on en savait alors, nous avons rapproché ces animaux des parasites des Cirrhipèdes réunis sous le nom de Cryptonisciens.

Les résultats des recherches exposées dans le présent mémoire ont pleinement justifié nos prévisions. Mais la découverte des formes si curieuses que nous avons décrites sous le nom de *Clypeoniscus* et de *Gnomoniscus* nous permet aujourd'hui de préciser la position des *Cabiropsidæ* et de séparer nettement cette famille d'une autre famille nouvelle, les *Podasconidæ*, renfermant les Épicarides parasites des Amphipodes.

Quelles que soient les affinités des deux grandes divisions des Arthrostracés, nous verrons en effet que leurs parasites présentent des différences très importantes, tout en se rattachant les uns et les autres au phylum des Cryptonisciens.

La parenté des *Cabiropsidæ* avec les *Cryptoniscidæ* se manifeste surtout par la réduction du tube digestif, et la structure de la cavité incubatrice. A ces traits morphologiques communs, on peut adjoindre le caractère éthologique de l'absence du mâle, ou plus exactement d'un mâle dégradé en permanence, tel que celui des Bopyriens proprement dits. Il est probable que chez les *Cabiropsidæ*, comme d'ailleurs chez les *Podasconidæ*, le mâle ne dépasse pas la deuxième forme larvaire, celle que nous avons désignée sous le nom de « larve cryptoniscienne », et que l'accouplement a lieu entre un mâle de cette forme et une femelle dégradée. Mais il resterait encore à découvrir

si ces mâles *Cryptonisciens* périssent après l'accouplement, ou s'ils peuvent dans certains cas continuer leur évolution en se transformant en femelles dégradées, après avoir passé par un stade intermédiaire d'hermaphrodisme morphologique, comme cela a lieu chez *Cryptothir* et chez certains *Entonisciens*.

Les *Cryptoniscidæ* proprement dits, parasites des Cirripèdes (en y comprenant les Rhizocéphales), appartiennent à deux types bien distincts. Chez les uns (*C. forantes*), la femelle adulte pénètre plus ou moins profondément dans les tissus de l'hôte et présente une singulière modification de la tête transformée en appareil de fixation: tels sont les *Liriopsis* MAX SCHULTZE [1859] (*Liriopse* RATHKE, 1843) perforant, du côté interne, le manteau des *Peltogaster*; les *Cryptoniscus* FRITZ MÜLLER à col court atteignant par l'extérieur les racines des *Peltogaster*; les *Danalia* GIARD [1887] (*Zeuxo* KOSSMANN p. parte 1884) parasites des *Sacculina*, etc.

Chez les autres (*C. liberæ*), la femelle adulte est complètement libre et la partie céphalique garde plus ou moins longtemps ses appendices normaux: tels sont les *Eumetor* KOSSMANN [1872] qui vivent librement dans la cavité palléale des *Peltogaster*, les *Cryptothir* DANA [1852] parasites des *Creusia* et des *Balanus*, etc.

Les données encore très insuffisantes que nous possédons sur ces deux groupes nous permettent de penser que la cavité incubatrice présente dans les deux types une constitution différente.

Elle paraît, chez les *Forantes*, prendre naissance par un processus qui rappelle celui que nous avons décrit chez les *Dajidæ*. Chez les *Liberæ*, au contraire, ce sont les épimères des segments thoraciques et abdominaux qui, se rejoignant et engrenant sur la ligne médiane ventrale, donnent naissance à une cavité qui ne laisse subsister aucune partie pléale libre.

C'est à cette deuxième section que se rattachent plus directement les *Cabiropsidæ*. Nous avons vu en effet que, chez ces parasites, la femelle jeune possède encore des rudiments très nets des appendices antérieurs. On n'observe pas chez ces animaux la céphalisation excessive des *Dajidæ*, et surtout des *Aspidophryxus*, céphalisation qui paraît atteindre son degré le plus élevé chez les *Cryptonisciens* de la section des Perforants.

Le caractère différentiel le plus net des *Cabiropsidæ* nous est fourni par la première forme larvaire. Ce premier embryon, dont

l'organisation présente chez les divers Épicarides, une si désespérante uniformité, nous offre chez les *Clypeoniscus* une particularité très intéressante : l'existence du bouclier ventral dont nous avons tiré le nom même du genre. Si cette particularité s'observe également chez les autres parasites des Isopodes, elle fournira un élément très utile de détermination pour reconnaître à l'état jeune les représentants de ce groupe d'Épicarides.

Il serait absolument prématuré de tenter d'établir dès à présent des subdivisions dans la famille des *Cabiropsidæ*. Cependant il paraît bien probable que les divers genres constituant cette famille devront se ranger dans deux ensembles :

Les uns, tels que *Clypeoniscus* et les genres qu'il convient de créer pour les parasites d'*Eurycope*, *Ilyarachne* et *Serolis*, renferment des parasites directs des Isopodes.

Les autres, tels que *Cabirops* et *Gnomoniscus*, sont des parasites au deuxième degré. L'ordre des Arthrostracés est, croyons nous, avec celui des Insectes Hyménoptères, le seul groupe où l'on rencontre ce fait curieux de deux parasites superposés, appartenant au même phylum que leur hôte.

Au point de vue de la forme générale, ces deux ensembles diffèrent considérablement : les parasites directs sont plus ou moins allongés, cylindriques : l'ouverture de la cavité incubatrice s'étend comme une ligne longitudinale tout le long de la face ventrale. Les parasites au second degré ont une forme rappelant celle d'une *Sacculina* ou mieux d'un *Lernæodiscus*, et la cavité incubatrice s'ouvre par une fente à bords sinueux qui occupe seulement la portion antérieure de la face ventrale de l'Épicaride.

En résumé, nous pouvons caractériser la famille de la façon suivante :

CABIROPSIDÆ, G. et B.

Femelle adulte réduite à un sac incubateur formé non par les oostégites, mais par toute la paroi du corps ramenée sur elle-même de façon à ne laisser la cavité interne communiquer avec l'extérieur que par une mince fente ventrale, plus ou moins allongée, fermée par des lamelles imbriquées constituées par les pleura des somites

thoraciques et abdominaux ; la masse viscérale n'est plus représentée que par l'*organe dorsal* (sauf peut-être chez *Cabirops*) ; pas d'organe anal ; dans la femelle jeune les organes céphaliques (antennes et rostre) existent encore ainsi que les deux premières paires de péréiopodes.

Mâle ne dépassant pas le deuxième stade (cryptoniscien) et se rattachant aux *Cryptoniscidæ* par la structure des antennes, des épaulettes coxales et des pléopodes.

Embryon à forme typique avec un bouclier pléal et un tube anal.

Hab. Sur les Isopodes libres et parasites.

1. *CLYPEONISCUS*, G. et B.

1. *Clypeoniscus Meinerti* G. et B.

Parasite d'*Edotia nodulosa* KRÖYER.

Hab. : Groënland (Godhavn), où il fut recueilli par HOLBOLL, par 8 à 10 brasses de profondeur ; la Nouvelle-Zemble (Jugor Schar), recueilli par TH. HOLM, lors de l'expédition de la *Dijnphna*, par 6 brasses.

2. *Clypeoniscus Hanseni* G. et B.

Parasite d'*Idothea marina* LINNÉ.

Hab. : Les côtes du Danemark et la Manche.

Ces deux espèces sont très voisines ; cependant la forme de la première est beaucoup plus régulièrement ovalaire que celle de l'autre ; les bosses antérieures et postérieures y sont moins accentuées ; l'organe dorsal est régulièrement circulaire chez *C. Meinerti*, tandis qu'il est en losange chez *C. Hanseni* ; enfin, cette dernière espèce présente sur la face externe de sa carapace une ornementation spéciale (Pl. VIII, fig. 25) que l'on ne trouve pas chez *C. Meinerti*.

II. *MUNNONISCUS*, n. g.

3. *Munnoniscus marsupialis* G. O. SARS.

Cryptothiria (?) *marsupialis* G. O. SARS, Oversigt af Norges Crustaceer, Christ. Vidensk.-selsk. Forhandl. 1882, n° 18, p. 74, Tab. II, fig. 22-23, (*pro parte*).

Parasite d'*Eurycope cornuta* G.-O. SARS.

Hab. : Côtes de la Norvège méridionale.

4. **Munnoniscus Sarsi** (nov. sp.)

Cryptothiria (?) *marsupialis* G.-O. SARS. Ov. af. Norg. Crust. Christ. Vid.-Sel.
Forh. 1882, n° 18, p. 74 (*pro parte*).

Parasite d'*Ilyarachna longicornis* G.-O. SARS.

Hab. : Côtes de la Norwège méridionale.

III. **SEROLONISCUS** n. g.5. **Særonoliscus incertus** (n. sp.)

Hemioniscus sp. BEDDARD. Rep. on the Isopoda, add. note ; Rep. scientif. results
of Challenger, vol. XVII, pag. 175, 1886.

Parasite de *Serolis cornuta* STUDER.

Hab. : Ile de Kerguelen.

IV. **CABIROPS** KOSSMANN.6. **Cabirops lernæodiscoides** KOSSMANN.

Cabira lernæodiscoides KOSSMANN, Beiträge zur Anatomie der schmarotzenden
Rankenfüssler ; Verhandl. d. phys. med. gesellsch. i. Wurzburg,
N. folge. B. III, p. 333, Taf. XVIII, fig. 13 et 14, 1872.

Cabirops lernæodiscoides KOSSMANN. Neueres über Cryptonisciden ; Sitz. d. K.
Preus, Akad. d. Wiss. z. Berlin, XXII, 1884.

Parasite d'un *Bopyrus* indéterminé.

Hab. : Iles Philippines.

V. **GNOMONISCUS** G. et B.7. **Gnomoniscus podasconis** G. et B.

Parasite de *Podascon haploopsis* G. et B., parasite lui-même de
Haploops tubicola LILLJEBORG.

Hab. : Concarneau (Bretagne).

LES PODASCONIDÆ,
ÉPICARIDES PARASITES DES AMPHIPODES.

Le genre *Podascon*.

Les deux exemplaires de la première espèce de *Podascon*, *P. Della Vallei*, que nous eûmes à notre disposition, n'étaient heureusement pas au même stade d'évolution : c'étaient deux femelles dont l'une, la plus volumineuse, était arrivée, pensons-nous au dernier degré de déformation ou plutôt d'adaptation au rôle unique des femelles adultes d'Épicarides. Les pontes successives d'un nombre d'œufs considérable arrivent en effet rapidement à supprimer les derniers vestiges des caractères morphologiques du groupe et l'animal n'est plus qu'une mince enveloppe chitineuse renfermant les embryons ; à peine reste-t-il quelques rudiments difficilement reconnaissables des segments et nombreux appendices si remarquablement développés dans les premiers stades larvaires, quand tout dans l'animal, libre alors et pélagique, était uniquement adapté à la recherche chanceuse de l'hôte. La deuxième femelle, plus petite, n'avait encore effectué que sa première ou l'une de ses premières pontes, et présentait une forme beaucoup plus régulière, permettant de retrouver assez facilement, chez l'adulte, la morphologie des stades antérieurs. Aussi commencerons-nous notre description par cette dernière forme.

Description de la femelle.

C'est un petit sac régulièrement ovoïde, à peu près deux fois aussi long que large et dont le grand axe mesurait 1^{mm},7. Les figures 4 et 5 de la planche V la représentent vue par la face ventrale et de profil. Le premier aspect est celui d'une coque chitineuse transparente absolument bourrée de petits œufs, jaunes dans l'alcool, et, ici, aux premiers stades de la segmentation. Un examen plus attentif de l'animal, surtout placé sur le côté (fig. 5), laisse apercevoir une segmentation très nette d'un côté et de

l'autre une bosse assez volumineuse sur les deux tiers antérieurs de la longueur de l'animal : cette bosse, comme nous le verrons plus loin, représente la cavité incubatrice primitive.

En séparant délicatement les deux valves qui la ferment sur la ligne médiane du côté que nous appelons dès maintenant ventral, il est possible, en agitant l'animal, de le débarrasser complètement des embryons qu'il renferme : cette première opération, assez difficile, si l'on ne veut pas endommager la femelle, est absolument nécessaire pour que l'on puisse se rendre compte de ce que l'on a sous le microscope : cela ressemble alors assez bien à une coque transparente de chrysalide avec des traces de segmentation encore très nettes.

Pour bien comprendre la morphologie de cet être si dégradé, le lecteur devra se reporter à notre travail sur les Épicarides du groupe des *Dajidæ* : nous avons affaire ici à une déformation sinon semblable, du moins du même genre et en quelque sorte exagérée.

Nous avons montré en effet (1) que le corps du *Dajus* au lieu d'être aplati comme celui des Bopyriens branchiaux, ou allongé et vermiforme comme celui des Entonisciens, subit une modification analogue à celle présentée par les Bopyriens abdominaux du groupe des Phryxiens, mais encore plus accentuée : le parasite se courbe ventralement sur lui-même de façon à rapprocher son extrémité céphalique de sa partie pléale, et ces deux extrémités, en se rapprochant l'une de l'autre, déterminent une vaste poche dont le fond est constitué par la face ventrale de l'animal lui-même, et les côtés par les bords pleuraux des segments thoraciques, qui, en se rapprochant de la ligne médiane, forment les parois latérales de la poche incubatrice. Celle-ci est fermée, antérieurement, par les oostégites, surtout ceux de la cinquième paire, anormalement développés.

La déformation qui atteint la femelle de *Podascon* est absolument analogue, sauf que, chez cette dernière, le corps du Bopyrien, encore appréciable chez *Dajus*, devient ici, en quelque sorte, virtuel : la face dorsale de l'adulte, devenu une simple coque ovigère, et constituée par le thorax entier, devient si mince qu'elle ne semble guère plus épaisse que la face ventrale constituée par la réunion des lamelles

(1) Sur les Épicarides de la famille des *Dajidæ*, *Bull. Scientif.*, 1889, t. XX, p. 256, fig. 1 dans le texte.

incubatrices. Aussi, la masse viscérale se trouve-t-elle réduite à presque rien: nous verrons en effet qu'il n'existe plus que quelques vagues organes énigmatiques aux extrémités antérieure et postérieure.

Et cependant cette coque informe possède encore, à l'état tout à fait rudimentaire il est vrai, toutes les parties caractéristiques d'un Isopode.

Examinons l'animal par la face ventrale (fig. 4): à l'endroit où, vers l'extrémité antérieure, se séparent les deux valves qui, en s'écartant, ont permis de vider la cavité incubatrice, nous trouvons, comme chez *Dajus*, la tête ramenée par la courbure ventrale de l'animal, ici plus accentuée encore que dans les *Dajidæ*, sur la face ventrale; par suite, l'animal, bien que considéré par sa face ventrale, présente la face dorsale de son segment céphalique (*c*). Nous avons figuré, Pl. VI, fig. 8 et 9, cette partie antérieure de l'animal vue par la face dorsale et la face ventrale.

La tête se présente, dorsalement, sous forme d'un segment à peu près régulièrement quadrilatère, avec, antérieurement, deux bosses arrondies, (probablement les rudiments des antennes), que nous avons vues encore plus profondément modifiées, chez les *Portunion* par exemple; çà et là quelques taches pigmentaires de forme irrégulière. A la face inférieure (fig. 9), la tête ne présente plus qu'un petit centre conique que son extrême petitesse nous a empêché de disséquer et recouvert par une paire de lamelles (*maxp*) qui pendent librement dans la cavité incubatrice, précisément à son orifice antérieur: ces lamelles, mues par des muscles, encore parfaitement visibles à la base de la tête, représentent, pensons-nous, les maxillipèdes. Il suffit, pour justifier cette opinion, de renvoyer à la fig. 6 de notre travail sur les Ioniens (1), où nous avons reproduit, d'après les auteurs et d'après nos observations personnelles, les différentes formes affectées par cet appendice dans les groupes les plus divers des Épicarides. Ici, comme dans tout le groupe, le maxillipède est transformé pour un rôle spécial, qui est, non seulement d'empêcher la sortie des embryons contenus dans la cavité incubatrice, mais surtout de permettre l'entrée, dans cette cavité, du courant d'eau fraîche déterminé par le mouvement continu des trois premières paires de pléopodes de l'hôte Amphipode.

(1) Contributions à l'Étude des Bopyriens, Trav. du Lab. de Wimereux, t. V, 1887, p. 80.

De part et d'autre de la tête, sur la face dorsale, on remarque une paire de renflements, remplis de fibres musculaires, et qui correspondent, quand on considère l'animal par la face ventrale, à une nouvelle paire de languettes ou lamelles qui, tout en flottant librement dans la cavité incubatrice, ne peuvent cependant pas être isolées totalement des deux grandes lames fermant cette cavité sur la face ventrale de l'animal. Ces deux dernières lames, que l'on peut assez facilement écarter, forment deux battants de porte dont les bords libres, se recouvrant l'un l'autre sur la ligne médiane, ferment hermétiquement la cavité incubatrice, en ne laissant que deux étroits pertuis l'un antérieur, l'autre postérieur (fig. 4).

Dans tous les types si divers d'Épicarides que nous avons étudiés jusqu'à ce jour, nous avons vu que la cavité incubatrice était fermée antérieurement par les cinq paires d'oostégites, nées à la base des cinq premières paires de péréiopodes: ces appendices, toujours libres et à peu près égaux dans les Bopyriens les moins dégradés (Bopyriens proprement dits, Ioniens, Phryxiens), sont encore indépendants les uns des autres chez les *Dajidae*, quoique la cinquième et dernière paire prenne un développement extraordinaire, qui rend les quatre premières presque inutiles. Chez les Entonisciens la modification est plus profonde: la première paire seule reste libre et presque interne, tandis que les quatre autres se soudent latéralement l'une à l'autre de façon à former deux grandes valves, l'une droite, l'autre gauche, qui, par leur développement énorme, forment cette cavité incubatrice si curieuse des Épicarides *viscéraux* (1).

(1) Chez les *Entonisciens*, la première paire d'oostégites reste libre, car elle a un rôle plus important à jouer que les quatre autres paires qui ne font que maintenir les œufs: son allongement en double banderolle, d'un bout à l'autre de l'énorme cavité incubatrice du parasite, lui permet de remuer la masse entière des embryons de façon à ce que le courant d'eau fraîche les baigne également tous. Nous avons constaté *sur le vivant* ce mouvement si énergique de la première lamelle. Ce luxe de précautions pour assurer la distribution d'eau oxygénée dans tous les culs de sac de la cavité, s'explique facilement si l'on songe à la situation extraordinaire du parasite au milieu des viscères de son hôte et combien il était difficile de déterminer un courant suffisant pour assurer la respiration d'une si prodigieuse quantité d'embryons, alors que ce courant n'a, pour entrer et sortir de la cavité où est logé l'Épicaride, qu'une *seule et unique* ouverture, extrêmement réduite et située au fond de la cavité branchiale d'un Crabe. Dans le cas de *Podascon*, le parasite ayant précisément pris la place de la progéniture de son hôte, n'a qu'à utiliser le courant déterminé par le mouvement continu des trois premières paires de pléopodes de l'Amphipode, mouvement que ce dernier produit pour sa propre respiration et celle de ses embryons, quand ceux-ci ne sont pas remplacés par le parasite.

Dans le cas présent, nous avons à peu près la même modification des oostégites : tous ceux d'un même côté sont soudés entre eux de façon à ne former qu'une seule et même lamelle ; la première paire seule reste quelque peu indépendante et forme précisément la petite languette libre que nous venons de signaler, et qui, doublant les maxillipèdes, sert aussi à fermer l'ouverture antérieure de la cavité incubatrice tout en laissant le passage libre au courant d'eau qui baigne les embryons.

Ce qui prouve l'exactitude de notre interprétation, c'est que, le long de la ligne d'insertion de cette unique paire de lamelles, aux points où se terminent les *terga* des cinq premiers somites thoraciques, (encore parfaitement visibles sur la femelle jeune), nous trouvons cinq paires de petits appendices rudimentaires représentant les cinq premières paires de péréiopodes. Ce sont (fig. 6 et 7), de petits tubercules sans trace d'articulation, qui vont en diminuant d'importance des premiers au dernier, à peine visible. Chez le *P. Chevreauxi*, deuxième espèce dont nous parlerons plus loin, le cinquième n'est même plus perceptible, tandis qu'il est encore assez net chez *P. Della Vallei*. Il n'y a plus trace de muscles pour ces organes à aspect nettement atrophié. Chez les Entonisciens également nous avons retrouvé les péréiopodes aussi rudimentaires (1).

L'ouverture postérieure de la cavité incubatrice, vue par la face extérieure (fig. 10), se présente sous la forme d'un petit pertuis, ménagé d'une part entre les bords postérieurs des lamelles incubatrices imbriquées, et d'autre part entre les bords libres des deux derniers (sixième et septième) somites thoraciques, rapprochés sur l'axe ventral jusqu'à se souder l'un à l'autre. On distingue encore nettement de part et d'autre d'abord deux épaississements chitineux (fig. 10, VI), bords des somites et peut-être rudiments des sixièmes péréiopodes, et entre ces derniers, un épaississement unique, mais manifestement composé de deux parties similaires accolées et correspondant également aux *pleura* du septième et dernier somite thoracique (fig. 10, VII).

Si nous observons cette ouverture par la face interne, en nous supposant placé dans la cavité incubatrice du *Podascon* (fig. 11), nous voyons qu'elle offre une certaine complication : les oostégites

(1) Loc. cit., fig. 20, p. 123.

présentent un bord libre, qui va s'épaississant vers la partie postérieure et présente même un aspect glandulaire ; puis, au moment où ils cessent de se superposer l'un à l'autre, au point précis où leur écartement forme l'ouverture postérieure de la cavité incubatrice, ils constituent une paire de mamelons, visibles seulement à la face interne : ces mamelons sont garnis d'écaillés imbriquées qui deviennent, sur le bord même de l'ouverture, de véritables épines chitineuses dirigées d'arrière en avant. Cette disposition permet bien le passage du courant d'eau tout en empêchant l'introduction de matières étrangères à l'intérieur de la cavité incubatrice ou la sortie des embryons qui y sont contenus.

Les sept somites thoraciques sont nettement visibles à ce moment de l'évolution de la femelle : on voit distinctement, surtout quand l'animal est de profil (fig. 5), les épaissements chitineux formant les *terga* des somites séparés par les espaces parallèles de chitine mince, qui, dans les types d'Isopodes normaux, permettent les mouvements et le jeu de ces segments les uns avec les autres. Ici, chez la femelle jeune de *Podascon*, l'animal est comme gonflé par la masse des œufs pondus et les somites présentent un écartement anormal qui distend la membrane d'articulation des tergites. Quand la masse des embryons augmentera encore, aux pontes suivantes, le tégument externe de l'animal sera soumis à une tension telle que la différence entre les *terga* et les membranes qui les réunissent disparaîtra, et c'est à peine si l'on pourra compter les somites. Avant d'en arriver à cet état que nous allons décrire plus loin, quand l'apparence *Isopode* est encore quelque peu gardée, on voit des traces d'organisation interne, surtout les faisceaux de muscles striés longitudinaux, disposés de part et d'autre de la ligne médiane dorsale.

Le pléon (fig. 3) forme un renflement conique et émoussé et il est assez difficile de délimiter les somites qui le composent. Cependant, quand on examine l'animal par la face postérieure, on remarque des cercles concentriques, assez peu distincts à la vérité, ayant pour centre l'extrémité postérieure du corps.

Les somites sont surtout rendus visibles par la présence de cinq paires de petits tubercules latéraux que leur nombre, comme leur position, indique clairement être les rudiments des cinq paires de pléopodes (fig. 3, *pl.*).

Enfin, entre les deux derniers tubercules, au sommet du cône émoussé que forme le pléon, se trouve une petite éminence, formée de deux parties distinctes : c'est le telson, où débouche l'anus.

Ici encore, nous voyons que le pléon a subi une dégradation semblable à celle que nous avons déjà constatée chez les *Dajidae*, mais infiniment plus accentuée.

L'autre exemplaire était, comme nous l'avons dit plus haut, une femelle d'un âge beaucoup plus avancé comme l'indiquaient et la taille plus considérable 1^{mm},9 (1), et sa déformation encore plus accentuée. Les figures 1 et 2 de la planche V montrent cet individu vu par le côté droit et le côté gauche.

La grande différence entre les deux stades se montre surtout dans le développement considérable qu'a pris, dans le dernier, la région thoracique portant les oostégites. La cavité incubatrice s'est encore agrandie aux dépens de la partie céphalique et de la partie caudale. Tandis que, dans la femelle jeune (fig. 4 et 5), les différentes régions du corps sont nettement distinctes et que l'on peut facilement compter les somites, dans la forme plus âgée les cinq premiers somites thoraciques sont seuls visibles dorsalement, avec les péreiopodes qui en dépendent. Les deux valves, formées par la réunion des cinq paires de lamelles incubatrices, au lieu de se limiter aux deux tiers antérieurs du corps, s'étendent sur toute la longueur de la face ventrale.

La tête, moins distincte encore que dans le stade antérieur, porte cependant les maxillipèdes développés, entourés par les lamelles incubatrices de la première paire. Le pléon n'est plus renflé et conique : ce n'est plus qu'une surface à peine convexe où les somites ne sont plus indiqués que par quelques renflements chintoux concentriques. Cependant on y distingue encore les cinq paires de pléopodes (fig. 1).

(1) Chez les *Épicarides* la taille n'est pas toujours en raison directe de l'âge ; elle est surtout en rapport avec l'espace dans lequel le parasite peut se développer et par conséquent avec la taille de l'hôte. Il n'est pas rare de trouver chez des Crustacés de grande taille, des Bopyriens, à peine déformés et encore immatures, de taille beaucoup plus considérable que d'autres adultes remplis d'embryons, mais pris sur des hôtes jeunes et alors de petite taille.

L'anatomie interne d'un type aussi dégradé est forcément très rudimentaire ; d'ailleurs, la rareté des exemplaires et leur état de conservation ne nous a pas permis de pousser très loin nos investigations.

Quand le parasite est débarrassé de ses embryons, on voit, par transparence, d'une façon constante, dans la mince carapace, deux taches opaques, situées la première à la partie antérieure, au niveau du deuxième somite et débordant légèrement sur le premier et sur le troisième, et, à la partie postérieure, une autre vers les premiers anneaux du pléon. La première, qui forme une tache à contours peu nets dans la femelle adulte (fig. 2), présente dans la femelle jeune une forme mieux définie (fig. 12) : c'est une masse à peu près ovalaire, et disposée presque transversalement. Antérieurement elle se termine par une extrémité simple, située sur la partie droite de l'animal ; postérieurement elle forme deux petits culs-de-sac égaux dirigés vers la gauche. Cet organe, que nous considérons comme le reste de la partie antérieure du tube digestif, semble complètement isolé : il forme une sorte de tube couvert de taches pigmentaires brunes et renferme à son intérieur une masse opaque dont nous n'avons pu déterminer la nature.

L'organe postérieur (fig. 1 et 3) est beaucoup plus net : il a une forme ovale parfaitement régulière et sa surface est tapissée de taches pigmentaires brunes, comme on en voit dans les glandes hépatiques des Crustacés. Sa partie postérieure se prolonge en un tube contourné qui semble déboucher à l'anus, ce qui nous fait croire qu'elle représente l'intestin terminal. Son aspect rappelle beaucoup celui d'un organe décrit par FRAISSE chez certains Cryptonisciens et qu'il appelle l'*organe odorant*.

Outre cette forme parasite de l'*Ampelisca diadema* COSTA que nous venons de décrire, nous avons trouvé dans l'envoi de divers *Ampelisca* parasités que nous devons à l'obligeance de notre ami CHEVREUX, un *Ampelisca spinimana* femelle porteur d'un *Podascon* qui, cette fois, était rempli d'embryons mûrs. Cette espèce, que nous avons nommée *P. Chevreuxi*, est certainement distincte, quoique très voisine, de la première. Toutes nos études sur les Épicarides nous ont démontré la spécificité absolue des parasites dans ce groupe, chaque fois que nous avons pu soigneusement étudier les adultes

des deux sexes et les phases embryonnaires ; mais, dans le cas présent, nous n'avons eu à notre disposition que trois exemplaires de femelles adultes de trois espèces différentes, une femelle jeune, pas un seul mâle et une femelle d'une seule espèce portant des embryons à maturité. Il ne nous est donc pas possible de donner des diagnoses différentielles, solidement établies, des diverses espèces que nous avons eues sous les yeux, d'autant plus que l'unique stade que nous ayons pu observer dans toutes ces espèces était celui de la femelle adulte, stade définitif où la convergence joue le plus grand rôle : c'est donc précisément à cette phase que les espèces différentes se ressemblent le plus.

Cependant nous avons pu noter quelques différences dont nous ne voulons ni ne pouvons apprécier l'importance, à cause de la rareté des exemplaires étudiés.

Podascon Chevreuxi ne présente pas trace, chez la femelle adulte, du cinquième péreiopode, encore visible chez *P. Della Vallei*. De plus, chez celui-ci, les bords libres des deux derniers somites thoraciques, qui constituent une partie de l'ouverture postérieure de la cavité incubatrice, sont plus rugueux et présentent des tubercules qu'on ne trouve pas dans la première espèce.

Enfin, l'unique exemplaire de la troisième espèce, que nous désignerons sous le nom de *P. haploopsis*, fut trouvé sur une femelle d'*Haploops tubicola* LILLJEBORG, pêchée dans la baie de Concarneau et qui était conservée dans la collection du laboratoire de Wimereux. Elle présentait un intérêt tout particulier par la présence d'un parasite bopyrien que nous avons décrit plus haut (voir page 436).

Cette troisième espèce de genre *Podascon* était encore une femelle adulte remplie d'embryons peu avancés, ayant bien l'aspect de très jeunes *Isopodes*, mais non encore caractérisés comme *Bopyriens*. Elle présentait un caractère qui peut servir à la différencier nettement des deux précédentes : l'extrême petitesse de son organe anal ; tandis que plus haut nous avons vu cet organe être à peu près moitié plus petit que l'organe antérieur ou dorsal, chez *P. haploopsis* il en est environ la dixième partie et c'est à peine s'il présente sur son pourtour quelques petites glandes jaunâtres, au lieu de la masse brune foncée qui l'entoure et décèle sa présence dans les autres espèces.

Description de l'embryon.

Nous avons dit qu'aucune des femelles des trois espèces citées n'était accompagnée d'un mâle: une d'entre elles, heureusement, portait des embryons prêts à être pondus. Cet embryon de *P. Chevreuxi* est figuré Pl. VI, fig. 13, vu de profil: il présente la forme caractéristique des embryons d'Épicarides; c'est un petit Sphérome à six paires de pérciopodes, la sixième paire différant des cinq premières. La tête présente à sa face inférieure un rostre identique à celui que nous avons décrit antérieurement chez tous les Bopyriens à ce stade; l'antennule est formée par un petit mamelon, représentant le propodite, sur lequel sont implantées deux petites rames réduites chacune à un seul article garni de quelques soies; l'antenne est comme toujours remarquablement développée: elle comprend sept articles, les quatre premiers plus longs et le dernier portant quelques longues soies, dont la plus grande atteint la partie postérieure de l'embryon. Les deux plus grandes soies sont barbelées ainsi que celles des uropodes (fig. 16). Des sept somites thoraciques, les six premiers (fig. 14) portent seuls une paire de pérciopodes. Les cinq premières paires sont constituées par des appendices robustes terminés par une griffe aiguë; le propodite est fortement élargi et contient les muscles puissants qui font mouvoir le dactylopodite; sur le bord tranchant du propodite, sont insérés deux poils aplatis, lamelleux, dont le bord extérieur est finement découpé et pectiné.

La dernière paire de pérciopodes (fig. 15) est plus allongée et plus débile que les autres; le propodite est moins large mais il présente toujours les deux poils pectinés (dans la figure, ces poils sont vus de profil et ressemblent ainsi à de petites soies raides; vus de face ils sont identiques à ceux dessinés fig. 14); le dactylopodite forme une griffe grêle et flexible bien différente de celle des autres pattes thoraciques.

Le pléon présente à sa partie ventrale une saillie très visible sur l'embryon placé de profil (*bv*, fig. 13), mais sans offrir les complications que nous trouvons dans les genres d'Épicarides parasites des Isopodes. Il y a cinq paires de pléopodes avec trois soies à l'endo-

podite et deux à l'exopodite ; les uropodes sont de la forme ordinaire et munis de longues soies à barbules courtes (fig. 15). Entre ces points d'attache des deux uropodes est inséré, à la face ventrale du telson, un long tube rigide, transparent, qui semble, par sa position, être un prolongement anal.

Nos renseignements sur les stades embryonnaires se borneraient à ces quelques détails, si nous n'avions la bonne fortune de pouvoir les compléter en empruntant au Rév. STEBBING (94, p. 46), la description du second stade larvaire, la phase cryptoniscienne.

En effet, sur un Amphipode des mers boréales du genre *Onesimus*, au milieu des œufs contenus dans le marsupium, il a rencontré et étudié avec sa sagacité ordinaire un petit Isopode qui, s'il n'appartient pas au genre *Podascon*, en est certainement très voisin (1). Aussi, jusqu'à plus ample informé, le ferons-nous rentrer provisoirement dans ce genre, en l'appelant *Podascon* (?) *Stebbingii*, priant le savant carcinologiste anglais d'en accepter la dédicace.

Voici la traduction du passage qui concerne cet Épicaride :

« Le spécimen d'*Onesimus plautus* KRÖYER, noté à la page 10 (2), contenait treize œufs : parmi ceux-ci, et beaucoup plus petit que chacun d'eux, était un petit Isopode de la tribu des Épicarides. Il correspond très exactement avec celui qui a été décrit et figuré par MM. GIARD et BONNIER dans leur mémoire sur *Probopyrus* et *Palæogyge* (p. 18, Pl. VI, 1888) sous le nom de « Stade cryptoniscien ». Dans le présent spécimen, les premières antennes semblent bien être très distinctes l'une de l'autre à leurs bases. Le premier article, comme on le voit ci-dessous, est une plaque allongée et légèrement courbée, beaucoup plus large que longue, avec deux petites soies sur le bord latéral supérieur, tandis que l'inférieur est découpé en sept dents assez fortes dont la plus large est la médiane. Le second article est également en lame, plus petite que la première,

(1) Il est possible, en effet, que le Bopyrien parasite des Lysianassides (auxquels appartient le genre *Onesimus*) ne soit pas un *Podascon* proprement dit, comme les autres parasites des Ampéliscides, mais les diverses familles de Gammarides constituent un tout tellement homogène, que leurs parasites ne peuvent être bien différents.

(2) Cet Amphipode avait été dragué par 52 brasses le 29 Juillet 1881, par 70° 30' 8" de latitude N. et 49° 41' 5" de longitude L.

le bord distal plutôt dirigé en dehors que vers le bas, et découpé en quatre dents dirigées en dedans, et avec une sorte de dent supplé-

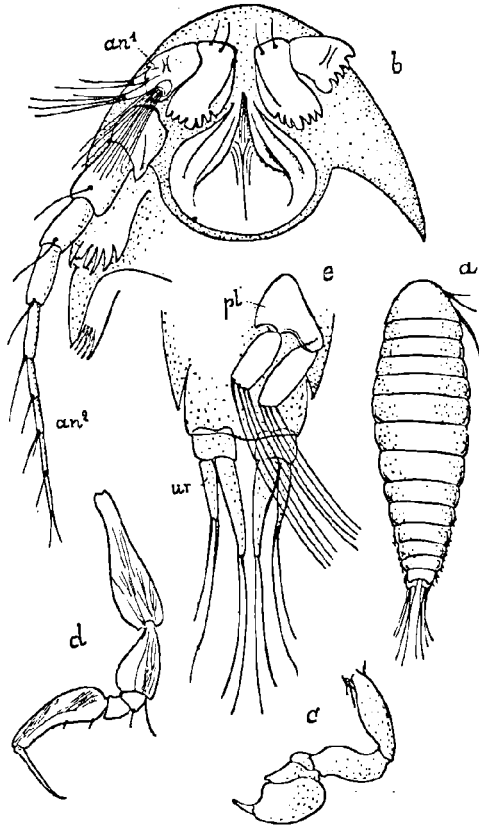


Fig. IV. — *Podascon* (?) *Stebbingi*, au stade cryptoniscien, d'après STEBBING.

- a*, l'animal vu par la face dorsale ;
- b*, extrémité céphalique, vue par la face ventrale (*an*¹, antennule ; *an*², antenne) ;
- c*, première patte thoracique ;
- d*, troisième patte thoracique ;
- e*, extrémité postérieure du corps, vue par la face ventrale ; (*pl*, dernier pléopode ; *ur*, uropode).

mentaire apparaissant à travers la surface supérieure ; près du bord elle porte aussi deux petites soies. Près le bord distal du deuxième article, sont insérées trois branches d'un seul article : la supérieure

porte deux soies beaucoup plus longues qu'elle-même ; la médiane plus longue, porte, à ce qu'il semble, quatre soies dont deux très longues. La dernière branche est très courte et porte peut-être une vingtaine de très longs bâtonnets étroits, transparents et hyalins. Selon MM. GIARD et BONNIER, ces bâtonnets, dans leur spécimen, étaient attachés sur un lobe du second article. Dans le présent spécimen ils étaient, sans aucun doute, fixés sur une petite branche. La seconde antenne compte neuf articles, les cinq articles du flagellum étroits et assez longs, avec chacun une paire de soies apicales ; le second article du pédoncule a une soie subapicale, le troisième et le quatrième ont chacun une soie apicale. Les organes buccaux forment une masse triangulaire et arrondie fortement unie, avec une paire de pointes aiguës placées de façon à faire saillie par le sommet vers le front. La plaque ventrale repliée sur la base de chacune des pattes thoraciques a son bord découpé en cinq dents.

» Les deux paires de gnathopodes ont le troisième article assez long et large, mais plus court que le second ; le quatrième article est petit, le cinquième court mais large ; le sixième est assez massif, ayant sur le bord postérieur deux très courtes épines larges dont le bord distal est denté, en face un doigt court et recourbé pouvant se refermer inférieurement.

» Les trois derniers articles sont décrits d'après la première paire seulement, car, dans la seconde, ils avaient été détachés. Les péripodes paraissent concorder avec ceux du spécimen figuré par MM. GIARD et BONNIER, et les pléopodes diffèrent peu, sauf que les rames sont plus espacées et plus allongées, la rame externe est aussi ici considérablement plus longue que l'interne. Les uropodes ont un court pédoncule et des rames étroites, l'interne beaucoup plus longue que l'externe, l'une et l'autre portant deux longues soies à leur extrémité. La tête semi-circulaire, le péreion croissant en largeur jusqu'au cinquième segment et diminuant au septième, et les six segments du pléon effilé, s'accordent avec l'exemplaire comparé ; mais tandis que ce spécimen est décrit comme ayant deux larges yeux, possédant chacun un cristallin arrondi entouré par une zone de pigment noir, il n'y avait dans notre individu aucune trace d'yeux. MM. GIARD et BONNIER inclinent à croire que leur exemplaire peut appartenir au genre *Palæogyge*, dont ils ont décrit

une espèce trouvée cavité branchiale gauche de *Palæmon dispar.* Une forme très semblable a été décrite par BUCHHOLZ, chez *Hemioniscus balani*. Les circonstances dans lesquelles le présent spécimen a été trouvé font qu'il est possible que ce stade cryptoniscien est celui d'un *Cabiropsidæ*. Les caractères que l'on vient de donner pourront servir à le faire reconnaître dans l'avenir, mais jusqu'à ce que les formes adultes soient découvertes, il semble à peine possible de déterminer la famille à laquelle un animal au stade cryptoniscien doit être assigné ».

* * *

Ainsi que nous l'avons dit ci-dessus (v. page 451), la parenté des *Podasconidæ* avec les *Cryptoniscidæ* ne peut faire l'objet d'un doute et elle se manifeste surtout par la structure du tube digestif qui présente le renflement de l'intestin terminal et la masse pigmentaire environnante, si caractéristique des Cryptonisciens. Comme les *Cabiropsidæ*, les *Podasconidæ* se rapprochent surtout des *Cryptoniscidæ* de la section des *Liberæ* et surtout des *Cabirops*. La première forme larvaire des *Podascon* est toutefois bien différente de celle des *Clypeoniscus*. Elle ne possède pas le bouclier ventral si caractéristique de ce dernier genre ; mais elle ne ressemble pas néanmoins au premier embryon des *Cryptoniscus* et, par le développement considérable du prolongement pygidial (stylet anal), elle rappelle plutôt la première larve des Céponiens et des Phryxiens.

En ce qui concerne l'organisation de l'adulte, les *Podasconidæ* ne sont pas céphalisés et, à ce point de vue, ils se rapprochent des *Clypeoniscus* plutôt que des *Cryptoniscidæ* perforants, mais la cavité incubatrice paraît encore avoir pris naissance par un processus différent. Il semble, en effet, que les appendices thoraciques des *Podascon* sont conservés, au moins à l'état de rudiments, et dès lors la partie qui constitue le recouvrement de la chambre incubatrice ne peut être homologuée aux épimères, comme chez *Clypeoniscus*, mais à tout l'ensemble des lamelles incubatrices dépendant des cinq premières pattes thoraciques.

L'étude des genres de *Dajidæ*, décrits par G.-O. Sars, sous le nom d'*Heterophryxus*, jetterait sans doute une certaine lumière sur ce mode de formation. Nous croyons utile de répéter ici ce que nous écrivions, il y a quelques années, dans notre mémoire sur les Épicarides de la famille des *Dajidæ* (89^e, p. 288).

« Le genre *Heterophryxus*, disions-nous en substance, mérite d'attirer particulièrement l'attention du morphologiste. Nous avons montré que chez la plupart des *Dajidæ*, tandis que la métamérisation est sensiblement conservée du côté dorsal, il existe une tendance de tous les appendices ventraux à se porter en avant autour d'un espace étroit, l'aire buccale de G.-O. Sars, qu'il serait mieux d'appeler l'aire sous-buccale. On pourrait supposer que, dans le passage aux *Cryptoniscidæ*, ces appendices graduellement réduits ont fini par disparaître, ne laissant pour traces que les rudiments assez mal définis, signalés par FRAISSE, notamment dans le voisinage de l'ouverture antérieure de la chambre incubatrice chez *Cryptoniscus paguri*. Mais *Heterophryxus* nous prouve qu'un autre mode de passage est possible entre les *Dajidæ* et des formes telles que les *Podascomidæ*, voisines à tant d'égard des *Cryptoniscidæ*. Chez *Heterophryxus*, en effet, les pattes thoraciques ont gardé leur position normale et ont été rejetées seulement un peu vers le haut par le développement de la cavité incubatrice. Il suffirait de supposer une réduction plus complète de ces appendices pour arriver à homologuer ce *Dajien* anormal avec *Podascon Della Vallei*.

» Sans nous prononcer d'une façon tout à fait affirmative, puisque nous ne connaissons l'*Heterophryxus appendiculatus* que par les dessins de G.-O. Sars, et en nous appuyant sur notre connaissance de la morphologie des autres *Dajidæ*, nous croyons que la première paire de pattes thoraciques d'*Heterophryxus*, sans doute très rapprochée de la tête, n'a pas été vue par le savant Norvégien. L'appendice postérieur que Sars a pris pour la cinquième paire de pattes deviendrait alors une sixième paire absolument invraisemblable chez les *Dajidæ*. Mais nous pensons que cet appendice s'est nullement un membre thoracique et qu'il correspond à l'extrémité de la dernière lame incubatrice, laquelle chez *Aspidophryxus Sarsi* se termine déjà par une sortie de bifurcation assez compliquée ». (Voir pour le dessin de cet organe, la fig. 6, Pl. VIII de notre mémoire de 1889).

Il résulte de cette discussion que tout en se rapprochant à certains égards des Épicarides parasites des Isopodes, les *Podasconidæ* en diffèrent par des caractères assez importants pour constituer une famille distincte. Les deux phylums ne doivent pas d'ailleurs être subordonnés l'un à l'autre, mais constituent les deux rameaux divergents d'un tronc commun qui se relie à la souche ancestrale des *Cryptoniscidæ*.

Cette famille se caractérise donc de la façon suivante :

PODASCONIDÆ G. et B.

Femelle adulte réduite à un sac incubateur formé postérieurement et latéralement par toute la paroi du corps, et antérieurement par deux lames provenant des cinq paires d'oostégites fusionnées; les cinq premières paires de péréiopodes sont encore visibles, ainsi que les cinq paires de pléopodes, quoique tout à fait rudimentaires; la masse viscérale est réduite à l'*organe dorsal* et à l'*organe anal* (organe odorant de FRAISSE).

Mâle inconnu.

Embryon à forme typique, sans bouclier pléal et avec un tube anal très développé.

Larve cryptoniscienne se rattachant aux *Cryptoniscidæ* pour la structure des antennes, des épaulettes coxales et des pléopodes.

Hab. : Sur les Amphipodes (familles des *Ampeliscidæ* et des *Lysianassidæ*.)

I. GENRE *PODASCON* G. et B.

1. *Podascon Della Vallei* G. et B.

Podascon Della Vallei, GIARD et BONNIER, Sur un Épicaride parasite d'un Amphipode, etc., Compt. Rend. Acad. Scienc., 29 avril 1889, vol. 108, p. 902-905.

Podascon Della Vallei, DELLA VALLE, Gammarini del golfo di Napoli, Fauna and Flora del Golfes der Neapel, Monog. XX, 1893, p. 289.

Parasite d'*Ampelisca diadema* COSTA.

Hab. : Golfe de Naples (DELLA VALLE).

2. **Podascon Chevreuxi** G. et B.

Podascon Chevreuxi, GIARD et BONNIER, Sur deux types nouveaux de Choniostomatidæ des côtes de France, Compt. Rend. Acad. Sc., 25 Sept. 1893.

Parasite d'*Ampelisca spinimana* CHEVREUX.

Hab. : Le Croisic (CHEVREUX).

3. **Podascon haploopsis** G. et B.

Parasite d'*Haploops tubicola* LILLJEBORG.

Hab. : Concarneau (Bretagne).

4. **Podascon (?) Stebbingi** G. et B.

"Parasitic Isopod" STEBBING, The Amphipoda collect. during the Voyag. of the Will. Barents in the Arctic Seas, 1880-84, Bijd. tot de Dierkund. intgeg. door het Konink. Zoöl. Gen. « Natura Artis Magistra », Amsterdam 1894, p. 46.

Parasite d'*Onesimus plautus* KÖRNER.

Hab. : Océan Arctique (Longit. 49° 41' 5'' ; lat. 70° 30' 8'').

LES SPHÆRONELLIDÆ.

L'histoire des *Podasconidæ* est intimement liée à celle de Crustacés Copépodes parasites appartenant à la famille des *Choniostomatidæ*. Dans un travail antérieur (89^b et ^d) nous avons essayé de déterminer les limites de cette famille établie par HANSEN pour le seul genre *Choniostoma*. Nous avons montré qu'on devait y rattacher le genre *Sphæronella* SALENSKY et un curieux genre nouveau, *Aspidæcia* G. et B., découvert par nous sur un *Erythrop*s (Mysidien). Nous avons aussi essayé de prouver qu'il existait entre ces Copépodes et les Isopodes Épicarides des rapports éthologiques encore mal définis. Dans certains cas, en effet, un Choniostomatide et un Épicaride se rencontrent simultanément sur le même hôte : dans d'autres cas, une même espèce de *Malacostraca* est infestée dans une localité déterminée tantôt par un Choniostomatide, tantôt par un Épicaride. Enfin, parfois aussi comme chez les *Hippolyte*, un *Choniostoma* semble prendre la place occupée antérieurement par un Bopyrien. En résumé, il semble bien que les Choniostomatides et les Épicarides ne sont pas des parasites indépendants d'un même

hôte, puisqu'on les rencontre sur un petit nombre de types et toujours simultanément dans une même localité, mais il est difficile de décider la nature du lien qui les unit. Les Choniostomatides sont-ils des parasites des Épicarides dont ils prendraient la place en les faisant périr, ou les Épicarides facilitent-ils seulement l'entrée des Choniostomatides en produisant sur les *Malacostraca* des déformations et une castration parasitaire plus ou moins complète? C'est cette dernière hypothèse qui nous paraît actuellement la plus vraisemblable.

L'étude des *Podasconidæ* nous a apporté sur cette question des Choniostomatides des éléments nouveaux.

D'une part, nous avons trouvé sur les côtes de France une espèce du genre *Sphæronella* qui, jusqu'à présent, n'avait été signalé que dans le Golfe de Naples : d'autre part, la découverte d'un type générique nouveau de Copépode parasite des *Ampelisca*, et très proche parent des *Rhizorhina* H. J. HANSEN, nous a permis d'étendre les limites de la famille des *Choniostomatidæ* et d'y faire rentrer un certain nombre de genres parasites des Annélides.

A l'occasion de notre note préliminaire (89^e) sur *Podascon Della Vallei*, Épicaride parasite d'*Ampelisca diadema* COSTA, notre ami CHEVREUX nous envoya un certain nombre d'*Ampelisca spinipes* BOECK, *A. tenuicornis* LILLJEBORG et *A. spinimana* CHEVREUX, recueillis au Croisic et qu'il pensait infestés par des *Podascon*.

L'examen attentif de ces Amphipodes, qui étaient tous des femelles stériles, nous prouva qu'un seul exemplaire d'*A. spinimana* portait un *Podascon* d'espèce nouvelle, *Podascon Chevreuxi* G. et B., que nous avons décrit ci-dessus.

Tous les autres parasites étaient, non pas des Isopodes Épicarides, mais des Copépodes de la famille des *Choniostomatidæ* appartenant à deux genres différents.

Le parasite d'*Ampelisca tenuicornis* est un *Sphæronella* distinct de l'espèce méditerranéenne étudiée par SALENSKY: nous l'avons appelé *Sphæronella microcephala*. Dans la description suivante, nous ferons ressortir les caractères différentiels qui permettent de reconnaître facilement la femelle de cette espèce et de la distinguer d'avec *Sphæronella Leuckarti*.

Malgré les recherches les plus minutieuses sur les quatre exemplaires d'*Ampelisca* infestés par *Sphæronella microcephala*, nous n'avons pu trouver le mâle de cette espèce.

Description de *Sphæronella microcephala*.

La figure 40 (Pl. XII) représente une femelle d'*Ampetisca tenuicornis* LILLJEBORG provenant du Croisic et infestée par *Sphæronella microcephala*: maintenu par les oostégites (*o*) de l'Amphipode, au milieu de la cavité incubatrice, au niveau du cinquième segment thoracique, apparaissait un corps régulièrement sphérique (*S*); en avant et en arrière on pouvait compter de 8 à 9 paquets d'œufs (*œ*), en contenant chacun de 60 à 80, et également maintenus par des oostégites, mais libres dans la cavité incubatrice de l'hôte. Le parasite tenait béante cette cavité, qui, dans les trois exemplaires parasités mis à notre disposition, était remplie de particules étrangères, grains de sable, etc., qu'on ne trouve jamais chez une femelle saine d'Amphipode. Quand cette cavité est vide, ces oostégites sont intimement appliqués à la face ventrale; quand elle est remplie d'embryons, leur masse compacte, maintenue par les oostégites munis de longues soies, empêche l'entrée des matières étrangères.

Quand le Copépode est enlevé de son hôte, il se présente comme un corps sphérique mesurant 0^{mm},4 environ et, au premier abord, ne semble offrir aucun organe différencié; ce n'est que par un examen prolongé qu'on aperçoit enfin un petit tubercule à peine visible qui est la tête (fig. 41, 42, *c*).

Cette tête, vue ventralement (fig. 43), présente d'abord une paire de petites antennes (*an*) de trois articles ornés de quelques petites soies. Entre la base de ces appendices, se trouve l'ouverture buccale (*b*) entourée par un disque chitineux qui forme une véritable ventouse. Au fond de l'orifice de la bouche, font saillie les deux extrémités aiguës des mandibules (*m*) dont on voit la base par transparence à l'intérieur des téguments. Puis vient une paire de gros appendices courts et trapus, formés de quatre articles dont le dernier a la forme d'une griffe: ce sont les maxillipèdes internes (*mi*). Au-dessous se trouvent les maxillipèdes externes (*me*), plus grêles et triarticulés.

On voit encore par transparence les faisceaux musculaires striés, qui font mouvoir ces divers appendices, insérés sur le bord chitineux du segment céphalique. Tout à l'entour se trouvent de grosses cellules glandulaires (fig. 42, *gl*).

Le reste du corps forme une masse régulièrement sphérique où il est d'abord assez difficile de distinguer quelque chose. Au centre on trouve une masse d'un jaune verdâtre (dans l'alcool) que nous avons reconnue être l'ovaire (*ov*); de part et d'autre, les oviductes (*od*), sous forme de gros cordons pelotonnés sur eux-mêmes et remplis d'œufs. Vers la partie inférieure se trouve une région glandulaire avec deux masses symétriquement disposées, plus claires, qui correspond aux *receptacula seminis* (*ri*). Enfin, à la partie postérieure du corps, juste à l'opposé de la tête on voit la plaque génitale (*g*), de structure assez complexe.

Quand on examine cette partie de l'animal (fig. 44), on voit au centre un arc de cercle chitineux (*c*) qui, postérieurement, se termine par deux branches divergentes et massives. Dans l'espace délimité par ce bord de chitine se montrent les deux ouvertures génitales (*o*): celles-ci forment deux fentes couvertes par un opercule chitineux linéaire, mis en mouvement par de forts faisceaux musculaires striés insérés sur l'arc de cercle chitineux. A ces ouvertures viennent déboucher les deux oviductes (*ov*) et deux organes, à parois épaisses et d'aspect réfringent, les *receptacula seminis* (*rs*). Au centre même de l'aire génitale, il existe un espace cordiforme clair (*ec*), avec trois petites vésicules granuleuses aux trois sommets, la supérieure étant la plus grande et la plus nette; toute cette partie est située profondément, sous le tégument. Au-dessous, et près des branches divergentes de l'armature chitineuse, deux petits tubercules également chitineux (*a*), percés d'un orifice: ce sont les ouvertures d'une paire de grosses glandes (*g.c*), à contenu granuleux homogène: les glandes collatérales; dans la figure, on voit le contenu de ces glandes, destiné à fournir l'enveloppe des paquets d'œufs pondus, éjaculé et séché autour des ouvertures.

Sur l'arc chitineux qui entoure l'aire génitale s'insèrent de grêles faisceaux musculaires (*m*), qui pénètrent dans l'intérieur des téguments et vont s'insérer près de la tête à la paroi du corps.

Un des exemplaires de *Sphæronella* (fig. 44), a été fixé par l'alcool au moment où s'accomplissait la ponte: on voit en effet, près de la plaque génitale, deux coques transparentes encore adhérentes au corps et contenant chacune un œuf unique: cette coque était formée d'une membrane finement ponctuée et chitineuse.

Nous avons pu examiner quelques stades du développement des œufs, grâce à la multiplicité des paquets qui environnaient chaque femelle ; malheureusement ces stades étaient très peu avancés : la fig. 45 représente l'œuf avant la segmentation : dans la fig. 46, l'embryon est en pleine segmentation et les cellules exodermiques présentent déjà les caractères des cellules de l'adulte. Enfin, la fig. 47 représente la fin de l'épibolie : on remarque au centre de l'œuf quelques grosses sphères réfringentes.

* * *

Dès qu'il eut connaissance de notre note préliminaire sur *Sphæronella microcephala*, le professeur H.-J. HANSEN eut l'amabilité de nous présenter au sujet de ce parasite quelques remarques dont il nous a autorisé à faire tel usage qui nous semblerait bon.

En faisant des recherches dans les admirables collections du Musée de Copenhague (1), le Professeur HANSEN a découvert 38 espèces du groupe des *Choniastomatidæ* dont il prépare en ce moment une étude monographique. Parmi ces espèces, il en est une qui présente avec notre *Sphæronella microcephala* une ressemblance extraordinaire. Le Professeur HANSEN l'avait même dans ses notes manuscrites appelée du même nom ; mais cette espèce est parasite d'*Ampelisca typica* SP. BATE et non d'*A. tenuicornis* LILLJ.

Cependant, *A. tenuicornis* présente aussi, sur les côtes de Danemarck, un parasite du genre *Sphæronella* : mais ce parasite est tout à fait différent, d'après HANSEN, de celui que nous avons rencontré dans le marsupium de la même *Ampelisca* pêchée au Croisic.

(1) En ce qui concerne plus spécialement les collections des Crustacés, le Musée de Copenhague est infiniment plus riche que le British Museum et que notre Museum de Paris. Il suffira de dire, pour prouver cette richesse, que la collection des Hypérides envoyée en communication à BOVALIUS, pour la préparation de sa monographie de cette famille, renfermait 1818 tubes et qu'il existe encore à Copenhague plus de 200 tubes ou flacons renfermant des animaux de ce groupe ! Nous devons aussi louer sans réserves la générosité avec laquelle le Directeur et les Conservateurs de ce magnifique Musée mettent à la disposition des spécialistes les collections dont ils ont la garde. De pareils exemples devraient être imités dans d'autres pays.

Les *Ampelisca* du Croisic ont été vues par G.-O. SARS, de sorte qu'à la compétence spéciale de notre ami CHEVREUX, s'ajoutait, pour l'exactitude de la détermination, celle du savant professeur de Christiania.

Cependant, à la demande de HANSEN, nous avons reexaminé avec le plus grand soin les exemplaires d'*Ampelisca* infestés par notre *S. microcephala* et il ne peut subsister le moindre doute sur leur identité : ce sont bien des *A. tenuicornis* LILLJ.

Il demeure donc acquis qu'une même espèce d'*Ampelisca* peut, dans deux localités différentes, être infestée par deux Copépodes du même genre mais d'espèces différentes. Ce fait qu'HANSEN trouve très curieux ne nous paraît pas cependant tout à fait exceptionnel.

Pour ne pas sortir du groupe des Copépodes, *Hersilia apodiformis* PHIL., *Hersiliodes Thompsoni* CANU et *Giardella callianassæ* CANU, sont trois formes très voisines parasites de *Callianassa subterranea*, la première dans la Méditerranée, les deux autres dans le Pas-de-Calais. Et l'on pourrait multiplier beaucoup les exemples de ce genre dans les divers groupes d'animaux parasites ou commensaux.

Reste la question de l'identité supposée entre notre *Sphæronella microcephala*, parasite d'*Ampelisca tenuicornis*, et la *Sphæronella* trouvée par HANSEN chez *Ampelisca typica*, et à laquelle il a donné le même nom en manuscrit.

Pour élucider ce point délicat, nous avons envoyé au Professeur HANSEN tous nos dessins relatifs au parasite d'*A. tenuicornis*. « Votre *Sph. microcephala*, nous écrit-il, est sans aucun doute (*undoubtedly*) la même espèce que j'ai rencontrée sur plusieurs spécimens d'*Amp. typica*. La forme du bord chitineux autour des ouvertures génitales est très caractéristique pour cette espèce et la différence de taille entre la première et la seconde paire de maxillipèdes est aussi, comme vous l'avez indiqué, un excellent caractère. »

Cependant HANSEN lui-même nous signale une différence dans la forme du maxillipède externe chez l'espèce qu'il a étudiée, comparée à notre dessin qui a été fait à la chambre claire. De plus, chez le parasite d'*A. typica*, les maxillipèdes sont articulés plus près de la base de la première paire. Ce sont là évidemment des différences bien légères. Mais il ne faut pas oublier que nous ne connaissons ni le mâle ni l'embryon de la *Sphæronella* d'*A. tenuicornis* et, très

souvent, chez les Crustacés parasites, à des différences spécifiques insignifiantes dans le sexe femelle, correspondent chez les mâles des caractères beaucoup plus importants.

C'est ainsi que nous avons eu quelque scrupule à séparer spécifiquement le *Portunion Fraissei*, parasite de *Portunus holsatus*, du *Portunion Salvatoris*, parasite de *Portunus arcuatus*, lorsque nous ne connaissions que la femelle du premier de ces Entonisciens. La découverte du mâle nous a révélé un type tellement tranché, que nous avons cru devoir établir, pour l'y placer, un genre nouveau, *Priapion*.

Du reste en maintenant, provisoirement du moins, une distinction spécifique entre les *Sphaeronella* parasites d'*Ampelisca tenuicornis* et *A. typica*, nous n'entendons nullement inférer que chaque espèce de Choniostomatide ne peut infester qu'une seule espèce de *Malacostraca*. HANSEN nous écrit qu'il est tout à fait sûr, d'après des exemples multiples, que la même espèce de Choniostomatide peut avoir deux hôtes différents. Cela est absolument conforme à ce que nous savons du parasitisme des Crustacés Copépodes, beaucoup moins exclusif que celui des Épicarides, surtout pour les formes semi-parasites qui ne contractent pas avec leur hôte des rapports éthologiques permanents.

Beaucoup de Lichomolgides sont dans ce cas. Le *Modiolicola insignis* AURIVILLIUS, par exemple, est très abondant dans le Pas-de-Calais, sur les branchies de *Modiola modiolus* L. ; AURIVILLIUS l'a découvert dans les *Modiola vulgaris* FLEM. et aussi dans la Moule, *Mytilus edulis* L. ; RAFFAELE et MONTICELLI l'ont obtenu dans *Mytilus edulis* L. var. *galloprovincialis* de la Méditerranée.

Toutefois, à notre avis, la plus grande prudence est nécessaire lorsqu'il s'agit d'affirmer l'identité spécifique de deux Crustacés parasites trouvés sur des hôtes différents et, s'il faut courir le risque de se tromper, nous pensons que l'erreur de ceux qui admettent à tort l'existence de deux types distincts est moins préjudiciable à la science que celle des zoologistes qui réunissent indûment deux formes réellement séparées. Dans le second cas, en effet, on supprime toute idée de comparaison attentive entre ces deux formes : dans le premier cas, au contraire, le désir de justifier la distinction des espèces établies incite le spécificateur à une étude approfondie de l'animal sous ses différents états, étude dont les résultats ne peuvent qu'être très profitables.

Le cas des parasites d'*A. tenuicornis* et *A. typica* n'est d'ailleurs pas le seul où se présente une discussion de ce genre. La même difficulté existe en ce qui concerne *Sphæronella Leuckarti* qui, d'après DELLA VALLE, infesterait également deux hôtes différents (93^a, p. 289-290).

Sphæronella Leuckarti fut découvert et décrit en 1868 par SALENSKY, qui la trouvait à Naples dans le port de l'Immacolatella et aussi dans le port marchand, sur un Gammaride qu'il appelait *Amphithoe* et qu'il croyait d'espèce nouvelle. Conformément à ce qu'avait supposé STEBBING (1), DELLA VALLE a reconnu que cet Amphiphode est la femelle d'un *Microdeutopus*, *M. gryllotalpa*. En 1885, DELLA VALLE retrouva *Sph. Leuckarti* sur le même Gammaride, alors très abondant dans l'eau dormante du port, où il vivait en compagnie de *Melita brevicaudata* et d'*Elasmopus rapax*. Depuis, cette espèce est devenue beaucoup plus rare à la suite des travaux pour la construction des nouveaux môles.

« Mais, ajoute DELLA VALLE, j'ai retrouvé, à ma grande surprise, le même *Sphæronella* dans la cavité incubatrice de l'*Ampelisca diadema* qui héberge déjà l'Isopode parasite *Podascon Della Vallei*. Et, chose très remarquable, *Sphæronella* et *Podascon* vivent dans des conditions tout à fait identiques. Aussi est-il difficile de juger, par un examen superficiel de l'hôte, si le parasite qu'il contient appartient à l'une ou à l'autre de ces deux formes. Il faut noter d'ailleurs que ni l'Isopode ni le Copépode ne sont bien fréquents, car j'ai rencontré deux fois le *Podascon*, deux fois aussi *Sphæronella*, mais jamais les deux parasites ensemble ; jamais non plus, plus d'un individu adulte à la fois ».

Toutefois, DELLA VALLE ajoute à son observation une remarque qui nous paraît rendre très douteuse l'identité du *Sphæronella* parasite d'*Ampelisca diadema* avec *Sphæronella Leuckarti*.

« Une circonstance qui mérite d'être relevée est, dit-il, la correspondance entre la couleur du parasite et celle des œufs de son hôte. Nous avons dit précédemment que cette correspondance existe entre *Podascon* et *Ampelisca*. Maintenant je puis ajouter qu'on l'observe non seulement entre *Sphæronella* et *Microdeutopus* (où, comme l'a déjà indiqué SALENSKY, le parasite et les œufs sont de

(1) Voir notre mémoire sur les Chonicostomatides, 1889, p. 363-364.

couleur verte), mais aussi entre *Sphæronella* et *Ampelisca*. Et, en conséquence, lorsque *Sphæronella* vit sur son deuxième hôte, la couleur de ce parasite change pour s'harmoniser avec celle des œufs de l'Amphipode. Cette uniformité de couleur entre le Copépode parasite et les œufs du Gammaride me porte à supposer que le *Podascon* et le *Sphæronella*, au lieu de vivre directement aux dépens de l'organisme de leur hôte, se nourrissent en détruisant la progéniture de ce dernier. Et ce qui me confirme dans cette supposition, c'est que dans les divers cas où j'ai rencontré soit l'Isopode, soit le Copépode, ni l'*Ampelisca* ni le *Microdeutopus* ne renfermaient la moindre trace d'œufs dans leur cavité incubatrice. Il est donc probable que les œufs sont détruits au fur et à mesure qu'ils sont pondus, ou même peut-être avant qu'ils ne soient sortis de la vulve, comme on pourrait le conclure de ce fait que le parasite occupe la partie postérieure du marsupium, c'est-à-dire le point où viennent déboucher les oviductes.

« Du reste, il est vraisemblable que dans les premiers temps après leur éclosion de l'œuf, les jeunes *Sphæronella* ne sont pas ectoparasites mais bien entoparasites et se développent dans l'oviducte, où ils trouvent leur nourriture lorsque les œufs arrivent progressivement à maturité. A l'appui de cette opinion, je citerai l'observation d'un *Ampelisca* qui renfermait dans sa cavité incubatrice un *Sphæronella* entouré de ses multiples paquets d'œufs et qui recérait en plus, vers l'extrémité externe d'un de ses oviductes, un très petit *Sphæronella* dans lequel se voyaient déjà pendant des œufs presque mûrs ».

Tout ce que nous savons du genre de vie des Crustacés parasites, qu'il s'agisse des Copépodes ou des Épicarides, ne nous permet pas d'accepter l'explication donnée par DELLA VALLE de l'harmonie entre la couleur de ces parasites et celle des œufs de leurs hôtes. La couleur des *Podascon* et des *Sphæronella* n'est pas due (directement au moins) aux substances qu'ils ont ingérées, mais elle provient de la couleur de leurs propres œufs ou des embryons contenus dans le marsupium. Celle-ci est très indirectement reliée à la couleur des œufs de l'hôte infesté. De plus, les œufs des Amphipodes comme d'ailleurs ceux des autres Crustacés, ne sont pas pondus un à un à de longs intervalles, comme semble le supposer DELLA VALLE, mais un certain nombre d'œufs, constituant une ponte et formant une masse suffi-

sante pour remplir la cavité incubatrice, sont émis rapidement, fécondés en même temps et suivent une évolution parallèle. Le parasite devrait être pourvu d'un appétit formidable et d'une structure buccale qu'il n'a pas, pour absorber coup sur coup tous ces œufs sans en laisser pénétrer un seul dans le marsupium. Au moment où le parasite encore jeune n'a pas subi la réduction complète de son appareil trophique, il serait complètement opprimé dans la chambre incubatrice par les œufs de son hôte si celui-ci mûrissait ses produits génitaux, et l'obstacle mécanique, apporté à la ponte par un Copépode logé à l'entrée de l'oviducte, serait parfaitement insuffisant.

Mais en réalité les œufs ne sont pas mangés par le parasite : ces œufs ne se développent pas, l'hôte étant stérilisé par suite de l'action physiologique, si remarquable, que l'un de nous a étudiée dans divers mémoires, sous le nom de *castration parasitaire*.

Dans des cas très rares, l'hôte ayant été infesté tardivement, cette action ne s'exerce pas aussi énergiquement et quelques œufs peuvent être pondus et fécondés, comme nous l'avons vu une fois chez *Clypeoniscus*, mais ce sont là des exceptions. En général, l'hôte est infesté avant qu'il ne soit arrivé à l'état adulte. Sous l'influence du parasite, son développement génital est arrêté sans que la croissance discontinue, de sorte qu'à l'époque où devrait se produire normalement la maturité sexuelle, la progéniture légitime est remplacée par le parasite et les embryons de celui-ci.

Que la substance colorante des œufs des Crustacés existe dans le sang à l'état dissous avant de s'amasser dans le vitellus nutritif, cela est en partie prouvé par les belles observations d'EHRENBAUM sur le homard. On sait, en effet, que chez cette espèce, lorsque la ponte est empêchée (chez les femelles gardées en captivité, par exemple), la substance colorante est résorbée et charriée par le sang dans tous les tissus. Il est donc très possible que la matière colorante des œufs des Amphipodes, chez lesquels le développement génital est arrêté par *castration parasitaire*, demeure dans le liquide sanguin et passe ensuite dans le parasite et plus tard dans les œufs de ce dernier. Plus vraisemblablement ce n'est pas la matière colorante elle-même, mais ses principes constituants qui existent dans le liquide sanguin. En tout cas, ce n'est, comme on le voit, que par un processus très indirect qu'il pourrait s'établir chimiquement une harmonisation

entre la couleur des œufs du parasite et celle des œufs de l'hôte. Il est permis de supposer aussi que la sélection naturelle entre en jeu pour établir cette concordance profitable au parasite, puisqu'en ressemblant à la ponte de son hôte, il profite par là même de tous les moyens de protection que celle-ci a dû acquérir dans le cours des générations (1).

La différence de coloration des œufs de *Sphæronella Leuckarti* et de *Sphæronella* parasite d'*Ampelisca diadema*, ne nous paraît donc pas une particularité éthologique superficielle susceptible d'être acquise rapidement, de telle sorte par exemple que les embryons d'une même ponte de *Sphæronella* entrant les uns dans la chambre incubatrice d'un *Microdeutopus*, les autres dans le marsupium d'un *Ampelisca*, produiraient immédiatement les premiers des œufs jaunes, les seconds des œufs verts. Nous croyons que cette particularité a été produite graduellement au cours des générations successives, sous l'influence des facteurs soit directs, soit indirects de l'évolution, et que, par conséquent, elle correspond à un véritable caractère d'ordre spécifique. Par suite nous admettons qu'il y a lieu de séparer provisoirement le parasite d'*Ampelisca* que nous appellerons *Sphæronella diadema*, du parasite de *Microdeutopus*, *Sphæronella Leuckarti*.

Description de *Salenskya tuberosa*.

Parmi les *Ampelisca* du Croisic que nous devons à notre ami E. CHEVREUX, un exemplaire de *A. spinipes* BOECK était porteur d'un curieux parasite que nous avons désigné dans notre note préliminaire, sous le nom de *Salenskya tuberosa*, en l'honneur de l'éminent zoologiste russe à qui nous devons les premiers renseignements explicites sur l'évolution des *Choniostomatidæ*.

(1) La plupart des Crustacés parasites choisissent sur leurs hôtes des positions très protégées, soit qu'ils occupent la cavité branchiale (*Bopyrus*, *Gyge*, *Choniostoma*, *Eutonisciens*, etc.), soit qu'ils prennent la place occupée normalement par la ponte (*Podascon*, *Sphæronella*, *Sacculina*, *Phryxus*, etc.). Supposer qu'un *Phryxus* ou une *Sacculina* ont dévoré les œufs d'un *Pagurus* ou d'un *Carcinus*, parce qu'on les rencontre fixés près de l'ouverture génitale de leur hôte et à la place normalement occupée par la ponte, paraîtrait à bon droit une supposition tout à fait absurde. L'hypothèse de DELLA VALLE sur le mode de nutrition de *Podascon* et de *Sphæronella*, est absolument du même genre.

Nous n'avons eu qu'un seul spécimen de ce parasite qui, par la dégradation de la femelle adulte, se rapproche de *Choniostoma* et plus encore d'*Aspidæcia*. Le corps de la femelle (Pl. XIII, fig. 48) est irrégulièrement piriforme et terminé en cône à la partie supérieure qui est le point de fixation de l'animal (*c*). Il se trouvait fixé entre le quatrième et le cinquième segment de l'Amphipode, à la partie ventrale et protégée par les oostégites qui la recouvraient.

Toute trace d'appendice masticateurs ou locomoteurs a complètement disparu. A la partie céphalique, se trouve un appareil fixateur (fig. 49) en forme d'amphidisque ou de bouton de manchette : la partie *b*, qui a la forme d'une petite table avec un pied central, pénètre dans les téguments chitineux de l'hôte et fixe solidement le parasite. Le pied central fait corps avec un axe chitineux qui divise en deux ouvertures le disque chitineux *c* : c'est par ces deux ouvertures que le parasite est mis en communication directe avec la cavité générale de son hôte.

A l'extrémité opposée on voit les deux ouvertures génitales symétriquement disposées. Chacune d'elles (fig. 50), se compose d'une ouverture circulaire à rebord chitineux épais (*c*) qui, vers la partie interne, forme dans son épaisseur un étroit pertuis (*p*) qui est le pore de fécondation ; l'ouverture génitale est fermée par une membrane chitineuse (*m*) transparente, tendue sur la plus grande partie de l'orifice et par une partie épaissie (*a*) qui vient, dans l'occlusion, s'appliquer exactement sur une protubérance chitineuse du rebord. La membrane est actionnée par de puissants faisceaux musculaires (*mu*), visibles par transparence, près du point où débouche l'oviducte (*ov*). Près du pore de fécondation sur la cuticule se trouve un poil raide.

Dans notre unique exemplaire, à l'une de ces ouvertures génitales, se trouvaient fixés les débris d'un tube chitineux transparent renfermant encore une vingtaine d'œufs (*œ*, fig. 48).

Dans le voisinage, nous avons trouvé trois mâles pygmées, qui avaient gardé la forme caractéristique des embryons de *Sphæronella* et de *Choniostoma* et n'avaient pas subi la métamorphose régressive qu'on constate chez les mâles de *Sphæronella Leuckarti* et d'*Aspidæcia Normani*. Ces trois exemplaires étaient en assez mauvais état, mais en les examinant attentivement nous avons pu reconstituer le type que nous avons figuré fig. 51 et 52, vu par la face dorsale et la face ventrale.

Le thorax, vu dorsalement, est régulièrement ovalaire. L'antennule (an^1) est triarticulée, avec quelques poils raides sur chacun de ses articles, et est terminée par une grosse soie sensorielle transparente (p). L'antenne (an^2) n'est qu'un petit tubercule muni de deux soies. La bouche (b) s'ouvre au fond d'un petit disque à bords élevés faisant ventouse : on y aperçoit les extrémités d'une paire de fortes mandibules (md). Sous le disque buccal se voit une double saillie symétrique qui se prolonge jusqu'à l'insertion des maxillipèdes. La première paire, les maxillipèdes internes (mi), est biarticulée et terminée par quelques soies raides ; les maxillipèdes externes (me), plus considérables, sont insérés immédiatement au-dessous et composés de quatre articles dont le dernier seul porte deux soies raides. Enfin à la partie inférieure du thorax, à la face ventrale, se voit une éminence (t), dont l'extrémité se place entre les insertions de la première paire de pattes thoraciques (pt^1). Celles-ci sont biramées ; la rame interne porte trois longues soies plumeuses, et l'externe seulement deux. Le second segment thoracique porte également une paire d'appendices biramés (pt^2) garnis de soies plumeuses en plus grand nombre, quatre et cinq à chacune des rames. L'abdomen (ab) est très réduit et porte à chacun de ses angles postérieurs une petite soie ; enfin la furca (f) est divisée par une fente médiane en deux parties symétriques ornées chacune de quatre soies.

Dans le thorax se trouvent deux énormes réservoirs sphéroïdaux (s) que l'on considère comme des spermathèques chez les mâles des autres *Choniostomatidæ*. Ces deux organes se prolongent en deux tubes symétriques qui viennent déboucher au-dessus de l'insertion des antennules, par deux petites ouvertures (fig. 52, o) visibles à la face ventrale et situées sur une sorte de petit disque chitineux.

*
* *

Le parasite d'*Ampelisca spinipes* présente certainement une très grande ressemblance avec *Rhizorhina ampeliscæ*, parasite d'*Ampelisca lævigata* LILLJ., décrit récemment par H.-J. HANSEN dans un très intéressant mémoire accompagné d'une excellente planche (92, p. 1-28, Pl. III) et nous avons longtemps hésité à maintenir le genre *Salenskya*, créé par nous quelques mois après la publication du travail de HANSEN. Cependant, comme la ressemblance entre *Salenskya*

et *Rhizorhina* est surtout grande pour le sexe mâle (principalement à l'état jeune) et que ces mâles sont si peu caractéristiques qu'on pourrait également les rapprocher des larves de *Choniostomatidæ*, comme d'autre part la femelle de *Salenskya* présente un appareil fixateur très différent de celui de *Rhizorhina*, nous avons cru devoir conserver, au moins provisoirement, la coupe générique que nous avons établie.

Au lieu d'être fixé à son hôte par des racines rappelant un peu celles de *Sacculina* ou par un renflement comparable à celui des *Herpyllobius*, la femelle de *Salenskya* possède un appareil chitineux spécial qu'on pourrait rapprocher plutôt de celui de *Saccopsis terebellidis* figuré par LEVINSÉN (78, tab. VI, fig 21) et décrit très nettement par la phrase suivante : *antice bulla petiolata margine reflexo affixum* (l. c. p. 375 [25]).

La découverte de *Rhizorhina* et de *Salenskya* vient jeter un jour inattendu sur les rapports de parenté entre les *Choniostomatidæ*, jusqu'à présent si isolés dans le groupe des Copépodes, et un certain nombre de genres parasites des Annélides que HANSEN propose de réunir en une famille distincte sous le nom de *Herpyllobiidæ*. Ce sont les genres *Herpyllobius* STEENSTRUP et LUTKEN, *Eurysilenium* M. SARS; *Saccopsis* LEVINSÉN, *Bradophila* LEVINSÉN, *Trophonophila* M. INTOSH et *Æstrella* M. INTOSH.

HANSEN croit devoir séparer complètement la famille des *Herpyllobiidæ* de celle des *Choniostomatidæ*. Pour nous ces deux familles sont beaucoup plus voisines entre elles qu'elles ne le sont de n'importe quel autre groupe de Copépodes. Elles constituent tout au plus deux divisions, deux sous-familles si l'on veut, d'un vaste ensemble qu'on pourrait désigner sous le nom de *Sphæronellidæ*. Les *Sphæronellidæ* comprendraient deux subdivisions : les *Choniostomatinaæ* et les *Herpyllobiinaæ*.

Le caractère éthologique des paquets d'œufs multiples distingue les *Choniostomatinaæ* des *Herpyllobiinaæ* chez lesquels la femelle porte, comme chez les autres Copépodes, deux paquets d'œufs de même âge, qu'elle garde jusqu'au moment de l'éclosion.

De l'étude de *Salenskya* nous avons cru pouvoir conclure que le mâle des *Herpyllobiinaæ* est progénétique. « Dans le voisinage des ouvertures génitales femelles, disions-nous, nous avons trouvé trois mâles pygmées. Ceux-ci n'ont pas subi la métamorphose régressive qu'on constate chez les mâles de *Sphæronella Leuckarti* et

d'*Aspidæcia Normani*; ils ont gardé la forme caractéristique des embryons de *Sphæronella* et de *Choniostoma*. Cependant l'existence des deux énormes réservoirs sphéroïdaux, considérés comme des spermathèques chez les mâles des autres *Choniostomatidæ*, permet de croire qu'ils ont atteint leur maturité sexuelle. Nous serions donc en présence d'un fait de *progénèse* tout à fait comparable à celui que nous offrent les mâles Cryptonisciens de certains Épicarides et l'on peut se demander si, comme pour quelques-uns de ces derniers, il n'y aurait pas *dissogonie* dans le sexe mâle de *Salenskya*, c'est-à-dire si, après avoir fonctionné sous la forme larvaire, ces mâles, ou tout au moins l'un d'entre eux, ne pourraient subir la métamorphose régressive constatée chez ceux d'*Aspidæcia* et de *Sphæronella Leuckarti*. Peut-être aussi ces mâles pygmées sont-ils seulement des mâles complémentaires tels qu'on en connaît dans plusieurs groupes de Métazoaires parasites ».

Les recherches de HANSEN prouvent que, chez *Rhizorhina*, la métamorphose régressive existe bien chez les mâles de ce genre d'*Herpyllobiïnæ* et qu'elle est tout aussi accentuée que chez les *Choniostomatïnæ*. Ce caractère différentiel entre les deux sous-groupes ne peut donc être maintenu.

Le reste de l'organisation concorde d'une façon remarquable, non seulement chez la femelle où, en raison de la dégradation, toute comparaison peut sembler dépourvue de valeur, mais aussi chez les mâles et les embryons: même tendance à la disparition de la deuxième paire d'antennes, même structure de l'appareil buccal avec la ventouse si spéciale et les appendices transformés en stylets, même disposition des membres thoraciques, etc.

Les jeunes individus surtout présentent une ressemblance extraordinaire et indiquent nettement la parenté des deux groupes.

Mais il est un caractère du mâle sur lequel nous désirons particulièrement attirer l'attention, parce qu'il est très exceptionnel et qu'on ne le retrouve dans aucune autre famille de Copépodes, en dehors des *Choniostomatïnæ* et des *Herpyllobiïnæ*.

Les canaux excréteurs des glandes génitales mâles débouchent dans la partie céphalique de l'animal et dans le voisinage de la bouche.

Ce caractère, tellement extraordinaire que nous ne l'avons signalé qu'avec réserve dans notre étude sur *Aspidæcia* et dans

nos recherches plus récentes sur *Salenskya*, HANSEN l'a mis complètement hors de doute dans son beau travail sur *Rhizorhina*, pour lequel il a disposé d'un nombreux matériel en parfait état de conservation.

Chez tous les *Sphæronellidæ*, les canaux génitaux mâles servent aussi à l'excrétion d'une substance cémentaire avec laquelle le mâle se fixe sur la femelle d'une façon plus ou moins durable. Ce rôle nouveau et ces connexions singulières des canaux génitaux constituent à coup sûr le trait le plus saillant de la morphologie de la famille des *Sphæronellidæ*, telle que nous la comprenons.

C'est seulement chez les Cirripèdes, et en particulier chez les *Rhizocephala*, que l'on retrouve quelque chose d'analogue. L'un de nous a montré en effet que, chez *Sacculina*, le testicule jeune sécrète une substance cémentaire avant de fonctionner comme glande génitale(1).

De plus, chez ces animaux, c'est aussi dans la région céphalique profondément déformée que viennent déboucher les canaux déférents. On peut donc se demander si les glandes mâles des *Sphæronellidæ* sont bien les homologues des testicules des autres Copépodes et si elles ne correspondraient pas plutôt à quelque état ancestral beaucoup plus éloigné, dont on retrouverait des traces chez les *Rhizocephala*.

* * *

Nous avons cru utile d'ajouter à ce travail un tableau systématique de la famille des *Sphæronellidæ*, telle que nous venons de la définir. Outre les genres signalés dans ce tableau, il y aura lieu, sans doute, de comprendre dans la famille plusieurs types de Crustacés parasites des Annélides, signalés par MAC INTOSH et d'autres zoologistes, mais trop insuffisamment décrits pour leur assigner dès à présent une place systématique.

(1) « La structure histologique des testicules des *Sacculina*, représentés par ANDERSON comme simplement granuleux, est des plus compliquées ; on peut y reconnaître quatre couches distinctes. De plus, ces corps testiculaires ont une autre fonction à remplir ; ils sécrètent une substance d'apparence cornée et d'une grande résistance à tous les réactifs. La sécrétion se fait au centre même de l'organe chez la *Sacculine* jeune ; chez *Peltoaster*, c'est le canal déférent dont les parois sont très épaisses, qui paraît remplir surtout cette deuxième fonction ». [GIARD, sur l'organisation des Rhizocéphales, *C. R. de l'Académie des Sciences*, 27 Octobre 1873.]

Famille SPHÆRONELLIDÆ G. et B.

I.

Sous-Famille CHONIOSTOMATINÆ.

Cette sous-famille comprend les trois genres *Sphæronella*, *Choniosstoma* et *Aspidæcia*.

Nous avons, dans un travail antérieur (89^d, p. 353-367), donné l'état actuel des connaissances acquises sur le systématique de ces trois genres. Au genre *Sphæronella*, il convient d'ajouter *S. microcephala* G. et B. décrit dans le présent mémoire. Mais l'histoire de ce groupe intéressant recevra prochainement des additions nombreuses et importantes par la publication de la monographie que prépare en ce moment H.-J. HANSEN et qui comprendra, comme nous l'avons dit ci-dessus, la description de 38 espèces la plupart absolument nouvelles (330 pages et 12 pl. in-4^o).

I. SPHÆRONELLA SALENSKY.

1. *Sphæronella Leuckarti* SALENSKY.

Sphæronella Leuckarti SALENSKY, Ein neuer Schmarotzer Krebs, Archiv. für Naturgeschichte, XXXIV. Jahrg., I. Bd. 1868, p. 301-323, Pl. X.

Sphæronella Leuckarti SAL., GIARD et BONNIER. Note sur l'*Aspidæcia Normani* et la femelle des *Choniosstomatidæ*, Bull. Scientif., T. XX, p. 341-372; pl. X-XI, 1889.

Parasite de *Microdeutopus gryllotalpa* COSTA.

Hab. : Golfe de Naples (SALENSKY, DELLA VALLE).

2. *Sphæronella diadema* (n. sp).

Sphæronella Leuckarti DELLA VALLE, Gaimmarini del golfo di Napoli, Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 1893, p. 289; (*pro parte*).

Parasite d'*Ampelisca diadema* COSTA.

Hab. : Golfe de Naples (DELLA VALLE).

3. *Sphæronella microcephala* G. et B.

Parasite d'*Ampelisca tenuicornis* LILLJEBORG.

Hab. : Le Croisic (CHEVREUX).

II. *CHONIOSTOMA* HANSEN.**4. *Choniostoma mirabile* HANSEN (1).**

Choniostoma mirabile H. J. HANSEN, Oversigt over de paa Djimphna-Togtet indsamlede Krebsdyr (Djimphna-Togtet Zoologisk-botaniske Udbytte, p. 271-278, 1886).

Choniostoma mirabile HANSEN, GIARD et BONNIER, Note sur l'*Aspidæcia Normani* et sur la famille des Choniostomatidæ, Bull. Scientif. Fr. et Belg., T. XX, 1889, p. 341-372.

Parasite d'*Hippolyte Gaimardi* M. EDWARDS.

Hab. : Mer de Kara.

5. *Choniostoma Hansenii* G. et B.

Choniostoma mirabile H. J. HANSEN, Overs. ov. d. p. Djimphna Togt. ind. Krebsd. 1886, p. 271-278 (*pro parte*).

Choniostoma Hansenii GIARD et BONNIER, Note sur l'*Aspidæcia*, etc., Bull. Scient. T. XX, p. 366, 1889.

Parasite d'*Hippolyte polaris* SABINE.

Hab. : Mer de Kara.

III. *ASPIDÆCIA* G. et B.**6. *Aspidæcia Normani* G. et B. (2).**

Aspidæcia Normani GIARD et BONNIER, Sur un Épicaride parasite d'un Amphipode et sur un Copépode parasite d'un Épicaride, Compt. Rend. Acad. Scien., 29 avril 1889.

Aspidæcia Normani GIARD et BONNIER, Note sur l'*Aspidæcia Normani* et la famille de Choniostomatidæ, Bull. Scient. Fr. et Belg., T. XX, 1889, p. 341-372, Pl. X-XI.

Parasite d'*Aspidophryxus Sarsi* G. et B., parasite lui-même d'*Erythropros microphthalma* G. O. SARS.

Hab. : Norwège, Solems-Fjord, près de Floro (NORMAN).

(1) Comme nous l'avons dit dans notre mémoire sur l'*Aspidæcia*, le *Choniostoma* a été vu, avant HANSEN, par KRÜYER (Monog. Fremst. af Hagt. Hippolytes Nord, Arter, 1842, p. 264) et MAX WEBER (Die Isop. gesam. während d. Fahrt. d. Will. Barents, 1884, p. 35) qui n'ont pas reconnu ses véritables affinités.

(2) Rappelons également que G.-O. SARS (Rep. on the Schizopoda Challenger, XIII, App. p. 219, 1885) a signalé en quelques mots, sur un *Erythropros*, un Copépode parasite qui appartient peut-être à notre genre *Aspidæcia*.

II.

Sous-famille HERPYLLOBIINÆ.

I. *HERPYLLOBIUS* STEENSTRUP et LUTKEN.**1. *Herpyllobius arcticus* STEENSTRUP et LUTKEN.**

Herpyllobius arcticus, STEENSTRUP et LUTKEN. Bidr. til Kundsk. om det aabne Havs Snyltekrebs..., Kgl. D. Vid. Selsk. Skr. Naturv. Math. Afd. B. V. 1861, p. 426, Tab. XV, fig. 40 a-d.

Silenium Polynoes, KROYER. Bidr. til Kundsk. om Snyltekrebsene, Nat. Tidsskr. III R., B. I, p. 403, Tab. XVIII, fig. 6 a-g. (1863).

Herpyllobius arcticus, LEVINSEN. Om nogle parasit. Krebsd. Vid Meddel. fra Naturh. Foren. i Kjoevenhavn 1877, p. 363, Tab. VI, fig. 12-18.

Herpyllobius arcticus, H.-J. HANSEN. Oversigt over de paa Djimphna-Togtet insamde Krebsdyr. 1886, p. 80 (262), Tab. XXIV, fig. 2.

Parasite sur *Harmothoe imbricata* L. et d'*Eunoe Ærstedii* MGRN. (= *Polynoe scabra* ÆRSTED).

Hab. : Groenland (KROYER, STEENSTRUP et LUTKEN, LEVINSEN), mer de Kara (H.-J. HANSEN).

2. *Herpyllobius crassirostris* M. SARS.

Silenium crassirostris, M. SARS. Nyt magazin for Naturvidenskab. pag. 114-117, Taf. VIII, fig. 10-15, Bd. 17, 1870.

Parasite sur *Evarne impar* JOHNSTON.

Hab. : Norwège (M. SARS).

3. *Herpyllobius affinis* H.-J. HANSEN.

Herpyllobius affinis, H.-J. HANSEN. Oversigt over de paa Djimphna-Togtet insamde Krebsdyr, 1886, p. 81 (263), Tab. XXIV, fig. 2.

Parasite sur *Harmothoe badia* THEEL.

Hab. : mer de Kara (HANSEN).

II. *EURYSILENIUM* M. SARS.**4. *Eurysilenium truncatum* M. SARS.**

Eurysilenium truncatum, M. SARS, Nyt. magazin for Naturvidenskab, Bd. 17, 1870.

Parasite sur *Harmothoe imbricata* L.

Hab. Norwège (M. SARS).

5. Eurysilenium oblongum H.-J. HANSEN.

Eurysilenium oblongum H.-J. HANSEN. Oversigt over de paa Djimphna Togtet insamlde Krebsdyr, 1886, p. 82 (264) Tab. XXIV, fig. 4-40.

Parasite sur *Harmothoe badia* THEEL.

Hab. : mer de Kara : (H.-J. HANSEN).

III. *SACCOPSIS* LEVINSEN.**6. Saccopsis terebellidis** LEVINSEN.

Saccopsis terebellidis LEVINSEN. Om nogle parasit. Krebsd. Vid Meddel. fra Naturh. Foren. i Kjobenhavn, 1877, p. 24 (374). Tab. VI, fig. 21-22.

Herpyllobius arcticus ? STEENSTRUP et LUTKEN (p. parte) l. c. (1861).

Parasite sur *Terebellides Stroemi*, M. SARS.

Hab. : Groenland (LEVINSEN).

IV. *BRADOPHILA* LEVINSEN.**7. Bradophila pygmæa** LEVINSEN.

Bradophila pygmæa LEVINSEN. Om nogle parasit. Krebsd. Vid Meddel. fra Naturh. Foren. i Kjobenhavn, 1877, p. 23 (373), fig. xyl. C-E.

Parasite sur *Brada villosa* MALMGREN.

Hab. : Localité inconnue.

V. *TROPHONOPHILA* MAC INTOSH.**8. Trophonophila Bradii** M. INTOSH.

Trophonophila Bradii W.-C. MAC INTOSH. Report on the Annelida Polychæta (Scient. Results of H. M. S. Challenger, vol. XII, 1885, p. 368, Pl. XXXVI, A., fig. 4.

Parasite sur la région orale de *Trophonia Wyvillei* M. INTOSH.

Hab. : entre l'Australie et les terres Australes. (Voy. du *Challenger*, station 157 (lat. 53° 55's., long. 104° 25'w., prof. 1950 brasses).

VI. *ÆSTRELLA* MAC INTOSH.**9. Æstrella Levinsoni** M. INTOSH.

Æstrella Levinsoni W.-C. MAC INTOSH. Report on the Annelida Polychæta etc. 1885, p. 477, Pl. XXXIX, A., fig. 11.

Parasite sur *Ehlersiella atlantica* M. INTOSH (Terebellidæ).

Hab. : Atlantique, entre les Bermudes et les Açores. (Voy. du *Challenger*, st. 63, lat. 35° 29'n., long. 50° 59'w., prof. 2750 brasses.

VII. *RHIZORHINA* H.-J. HANSEN.**10. *Rhizorhina ampeliscæ*** H. J. HANSEN.

Rhizorhina ampeliscæ H.-J. HANSEN. Entom. medd. 3 Bd. 5 H. 1892, tab. III.

Parasite d'*Ampelisca lævigata* LILLJEBORG.

Hab. : Côtes de Danemarck et sud de la Norwège (H.-J. HANSEN et G.-O. SARS).

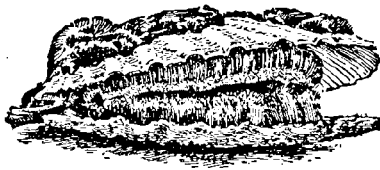
VIII. *SALENSKYA* GIARD ET BONNIER.**11. *Salenskya tuberosa*** GIARD ET BONNIER.

Salenskya tuberosa GIARD ET BONNIER. Sur deux types nouveaux de Choniostomatidæ des côtes de France.... C.R. de l'Académie des Sciences, 25 septembre 1893.

Parasite d'*Ampelisca spinipes* BOECK.

Hab. : Le Croisic (CHEVREUX).

Paris, 31 Décembre 1894.



BIBLIOGRAPHIE.

61. — STEENSTRUP et LÜTKEN, Bidrag til Kundsk. om det aabne Havs Snyltekrebs. og Lornæer. *Kgl. D. Vid. Selsk. Skr. Natur. math. Afd.* Bd. V, 1861, p. 426. taf. XV, fig. 40, a-d.
63. — KRÖYER, Bidr. til. Kundsk. om Snyltekrebsene, *Nat. Tidsskr.* III R., Bd. 2, 1863, p. 75-426. T. XVIII, fig. 6 (a-g).
68. — SALENSKY, *Sphæronella Leuckarti* ein neuer Schmarotzer Krebs (*Archiv für Naturgeschichte*), XXXIV Jahrg. 1 Bd., 1868, p. 301-323, Pl. X.
69. — STEENSTRUP, Om *Leistera*, *Silenium* og *Pegesimallus*, tre af Prof. E.-H. KRÖYER opstillede Slægter af Snyltekrebs; p. 179-201, Taf. II. Oversigt over d. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Forhand. 1869.
- 69-70. — KRÖYER, *Nat. Tidsskr.* III R., Bd. 6, 1869-70.
- 69-70. — SCHIØDTE, *Naturh. Tidsskr.* III R., Bd. 6, 1869-70.
70. — SÆRS, M., Bidrag til Kundskab om Christianiafjordens Fauna, II, *Nyt. Magazin for Naturvidenskab.* pag. 113-226, Taf VII-XII, Bd. XVII, 1870.
72. — KOSSMANN, R. Beiträge zur Anatomie der schmarotzenden Rankenfüssler (Nachtrag s. 333). *Verhandl. der Phys. Med. Gesellschaft in Würzburg*, N. F. III, 1872, p. 296-335, T. XVIII, fig. 13-14.
75. — CLAUS, Neue Beiträge zur Kenntniss parasitischer Copepoden nebst Bemerkungen über das System desselben, *Zeits. f. wiss. Zool.*, XXV, pag. 359-358, Taf XXII-XXIV, 1875.

78. — LEVINSEN, G. M. R., Om nogle parasitiske Krebsdyr. der snylte hos Annelider, *Vidensk. Meddel. fra naturhist. Foren. i Kjøbenhavn*. 1877-78, p. 353-363, Taf. VI.
79. — HALLER, G. Beiträge zur Kenntniss der Læmodipodes filiformes. *Zeitschrift für Wissensch. Zool.*, XXXIII, Bd., 1879, p. 350-422.
82. — SARS, G.-O., Oversigt of Norges Crustaceer, *Christiania Vidensk. Selsk. Forhandl.*, 1882, N° 18, p. 73.
84. — KOSSMANN, Neuere über Cryptonisciden, *Sitzungsberichte der K. Preussischen Akad. d. Wissensch. zu Berlin*, XXII, 1884.
85. — MAC INTOSH, W. C. Report on the Annelida Polychæta. *Report scientific. Results of H. M. S. Challenger*, vol. XII, 1885, p. 368 et 477, Pl. XXXVI A., fig. 4 et Pl. XXXIX A., fig. 11.
86. — BEDDARD, F.-E. Report on the Isopoda, additional note, *Report scientif. Results of H. M. S. Challenger*, vol. XVII, p. 175.
86. — HANSEN, H.-J., Oversigt over de paa Djimphna-Togtet indsamlede Krebsdyr. *Djimpha Togtets zoologisk-botaniske Udbytte*, p. 261-278. Pl. XXIV. — Voir aussi « Coup d'œil sur la faune de la mer de Kara », résumé de la partie zoologique, p. 511.
87. — GIARD ET BONNIER, Contributions à l'étude des Bopyriens. *Travaux du laboratoire de Wimereux*, T. V., p. 216-224, 1887.
- 89^a. — GIARD ET BONNIER, Sur un Épicaride parasite d'un Amphipode et sur un Copéode parasite d'un Épicaride, *C. R. de l'Académie des Sciences*, 29 avril 1889.
- 89^b. — GIARD ET BONNIER, Sur la morphologie et la position systématique de la famille des Dajidæ, *C. R. de l'Académie des Sciences*, 13 mai 1889.

- 89 c. — GIARD ET BONNIER, Sur les Epicarides de la famille des Dajidæ. *Bull. scientif. France et Belgique*, T. XX, 1889, p. 252-292, 9 fig. dans le texte et Pl. VI-VIII.
- 89 d. — GIARD ET BONNIER, Note sur l'*Aspidæcia Normani* et la famille des Choniostomatidæ, *Bull. scientif. France et Belgique*, T. XX, 1889, p. 341-372, 4 fig. dans le texte et Pl. X et XI.
92. — HANSEN, H.-J. *Rhizorhina ampeliscæ*, n. gen. et nov. sp. En ny til Herpyllohiidæ n. fam. hørende Copepod snyltende paa *Ampelisca lævigata* LILLJ.B., *Entom. Medd.*, B. B., 5. H. T. III, 1892.
- 93 a. — DELLA VALLE, A. Gammarini, Monographia, *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, 1893, p. 289.
- 93 b. — GIARD ET BONNIER. Sur deux types nouveaux de Choniostomatidæ des côtes de France, *Sphæronella microcephala* et *Salenskya tuberosa*, *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 25 sept. 1893.
94. — STEBBING, Th. R. R. The Amphipoda collected during the voyage of the Willem Barents in the Arctic Seas in the Years 1880-84, Bijdragen tot de Dierkunde, uitgegeven door het Koninklijk Zoölogisch genootschap « Natura Artis Magistra » te Amsterdam, afl. 17, 1894, p. 46.



EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche V.

Fig. 1. — *Podascon Della Vallei*, femelle adulte vue par le côté droit.

(Grossissement : 50).

c, céphalon ; *maxp*, maxillipède ; *l¹*, première lamelle incubatrice ; *ld*, lamelle incubatrice droite ; *lg*, lamelle incubatrice gauche ; *pr¹*, premier péreiopode ; *pr⁵*, cinquième péreiopode ; *d*, organe dorsal ; *r*, organe anal ; *pl*, pléopodes.

Fig. 2. — La même, vue par le côté gauche.

Même grossissement et mêmes lettres.

Fig. 3. — L'extrémité postérieure de la même ; la partie dorsale en haut.

Même grossissement et mêmes lettres ; *i*, cavité incubatrice.

Fig. 4. — Femelle jeune, vue par la face ventrale.

Même grossissement et mêmes lettres ; *oa*, ouverture antérieure de la cavité incubatrice ; *op*, son ouverture postérieure.

Fig. 5. — La même, vue de profil.

Même grossissement et mêmes lettres ; *pl⁵*, cinquième péreiopode.

Fig. 6. — *Podascon Chevreuxi* ; le premier et le deuxième péreiopodes de la femelle adulte.

(Grossissement 240).

Fig. 7. — Le troisième et le quatrième péreiopodes de la même.

Même grossissement.

Planche VI.

Fig. 8. — *Podascon Della Vallei*; partie céphalique vue par la face antérieure.

(Grossissement: 90).

c, céphalon; *maxp*, maxillipède; *pr¹*, premier péreiopode; *ls*, première lamelle incubatrice; *ld* et *lg*, lamelles incubatrices gauche et droite; *oa*, ouverture antérieure de la cavité incubatrice.

Fig. 9. — La même partie vue de l'intérieur de la cavité incubatrice, les deux lamelles incubatrices rejetées à droite et à gauche.

Même grossissement et mêmes lettres; *s*, limites des deux premiers somites thoraciques.

Fig. 10. — L'ouverture postérieure de la cavité incubatrice dans le même individu.

Même grossissement et mêmes lettres; *op*, ouverture postérieure de la chambre incubatrice; VI et VII, bords libres des 6^e et 7^e somites thoraciques.

Fig. 11. — La même ouverture vue par la face interne, côté de la chambre incubatrice.

Grossissement: 240; mêmes lettres.

Fig. 12. — Organe dorsal du même individu.

(Grossissement: 90).

a, partie antérieure; *p*, partie postérieure; *m*, masse centrale.

Fig. 13. — *Podascon Chevrouxi*; embryon: première phase libre.

(Grossissement: 240).

c, céphalon; *r*, rostre; *an¹*, antennule; *an²*, antenne; *pr¹*, premier péreiopode; *pr⁶*, sixième péreiopode; *bv*, bosse ventrale; *ur*, uropode; *ta*, tube anal.

Fig. 14. — Premier péreiopode du même embryon.

(Grossissement 585).

Fig. 15. — Sixième péreiopode du même embryon.

(Même grossissement).

Fig. 16. — Extrémité postérieure du même embryon vue par la face dorsale.

(Même grossissement).

Mêmes lettres qu'à la fig. 13; pr^5 , cinquième pléopode.

Planche VII.

Fig. 17. — *Clypeoniscus Hanseni*, femelle adulte avec la cavité incubatrice complètement vide d'œufs.

(Grossissement : 30).

b , bosses antérieures de la cavité incubatrice; o , ouverture de la cavité incubatrice; r , repli interne des bords de l'ouverture; d , organe dorsal vu par transparence.

Fig. 18. — Femelle jeune vue par la face ventrale.

(Grossissement : 16)

c , tête; pr^1 , premier pérciopode; pr^2 , deuxième pérciopode; b , bosse antérieure de la cavité incubatrice; l , bosses latérales.

Fig. 19. — Même individu vu par la face dorsale.

(Même grossissement).

b , bosse antérieure; l , bosse latérale; t , terga des somites thoraciques; pl , somites du pléon; p , extrémité caudale du pléon; v , surface ventrale.

Fig. 20. — *Clypeoniscus Meinerti*, femelle adulte vue par la face dorsale dans sa position normale sur son hôte, c'est-à-dire l'extrémité céphalique tournée vers le bas.

(Gross. 16). La cavité incubatrice est remplie d'embryons visibles par transparence.

d , organe dorsal.

Fig. 21. — La même femelle, vue par la face ventrale.

r , replis marginaux des lamelles incubatrices fermant la cavité sur la ligne médiane de la face ventrale; E , embryon d'*Edotia nodulosa* KRÖYER fixé sur l'Épicaride, tel qu'il a été trouvé en ouvrant la cavité incubatrice de l'hôte.

Planche VIII.

Fig. 22. — *Clypeoniscus Hanseni*, extrémité céphalique de la femelle jeune figurée à la planche VII, fig. 18, et vue par la face antérieure.

(Grossissement : 50).

c, cephalon ; *an*¹, antennule ; *an*², antenne ; *b*, bouche ; *pt*¹, premier pérciopode ; *pt*², deuxième pérciopode ; *h*, cellules hépatiques (?)

Fig. 23. — Cephalon et premier somite thoracique du même individu vu par la face ventrale.

(Grossissement : 240).

*an*¹, antennule ; *an*², antenne ; *s*, lèvre supérieure ; *i*, lèvre inférieure ; *md*, mandibule ; *pt*¹, premier pérciopode gauche ; *a*, cavité d'articulation du premier pérciopode droit.

Fig. 24. — *Clypeoniscus Meinerti*, femelle à un stade intermédiaire entre ceux figurés, fig. 18 et 20, planche VII.

(Grossissement : 90).

Céphalon et premiers segments thoraciques vus par la face ventrale.

c, cephalon ; *an*¹, antennule ; *an*², antenne ; *b*, bouche ; *st*, œsophage ; *pt*¹, *pt*², pérciopodes des deux premières paires ; *e*, épaisissements chitineux régulièrement disposés, dernière trace des séparations des somites.

Fig. 25. — *Clypeoniscus Hanseni*, ouverture de la cavité incubatrice de la femelle mûre.

(Grossissement : 30.)

b, bosses antérieures et postérieures ; *r*, replis marginaux des lamelles incubatrices.

Fig. 26. — *Clypeoniscus Meinerti*, mode de fermeture des lames incubatrices par les replis marginaux chez la femelle mûre.

(Grossissement 50) ; vue par la face externe.

*l*¹, première lamelle simple ; *l*², *l*³, lamelles suivantes à replis chevauchant l'un sur l'autre quand la cavité incubatrice est fermée ; *e*¹, repli externe droit ; *e*², repli externe gauche ; *i*¹, repli interne droit ; *i*², repli interne gauche.

Fig. 27. — Les mêmes parties vues par la face interne.

(L'observateur étant supposé dans l'intérieur de la cavité incubatrice. Même gross. et mêmes lettres).

Planche IX.

Fig. 28. — *Clypeoniscus Hanseni*, mâle cryptoniscien.

(Grossissement : 240).

*an*¹, antennule ; *an*², antenne ; *r*, rostre ; *ep*, épaulotte coxale ; *pr*¹, deuxième péreiopode ; *pr*⁷, septième péreiopode ; *pl*¹, *pl*⁵, premier et cinquième pléopodes ; *ur*, uropode.

Planche X.

Fig. 29. — *Clypeoniscus Meinerti*, embryon au premier stade vu par la face ventrale.

(Grossissement : 420).

*an*¹, antennule ; *an*², antenne ; *pr*¹, premier péreiopode ; *pr*⁶, sixième péreiopode ; *pl*, pléopode ; *ur*, uropode ; *cl*, bouclier abdominal ; *ta*, tube anal.

Fig. 30. — Le même embryon vu de profil.

(Grossissement : 240).

Mêmes lettres qu'à la fig. 29 ; *r*, rostre.

Fig. 31. — Le même embryon recourbé sur lui-même, dans sa position naturelle.

(Grossissement : 240).

Mêmes lettres.

Fig. 32. — Cinquième péreiopode de l'embryon.

(Grossissement : 580).

Fig. 33. — Sixième péreiopode.

(Grossissement : 580).

Fig. 34. — Extrémité postérieure de l'embryon vue par la face dorsale.

(Grossissement : 580).

p^4, p^5 , quatrième et cinquième péréiopodes ; t , telson ; ta , tube anal.

Planche XI.

Fig. 35. — *Haploops tubicola* LILLEBORG femelle, avec ses parasites *in situ* (Les péréiopodes gauches de l'Amphipode sont seuls figurés et on a enlevé les plaques coxales, les branchies et les lames incubatrices des troisième et quatrième somites thoraciques pour laisser voir les deux Epicarides. Le pléon est enlevé.

A, *Podascon haploopsis*, dans sa position normale sur l'Amphipode ; B, *Gnomoniscus podasconis* parasite du *Podascon*, dans sa position normale entre le *Podascon* et l'*Haploops* ; br , branchie ; o , oostégite.

Fig. 36. — *Gnomoniscus podasconis*, parasite du *Podascon haploopsis*.

(Grossissement : 30).

d , organe dorsal ; a , ouverture antérieure de la cavité incubatrice remplie par les embryons e .

Fig. 37. — Extrémité antérieure de *Gnomoniscus podasconis*, vue par la face externe.

(Grossissement : 240).

c , céphalon ; an^1 , antennule ; an^2 , antenne ; r , rostre ; o , ouverture de la cavité incubatrice ; l , lamelles formant l'ouverture de la cavité incubatrice ; p , prolongements alternes fermant la partie postérieure de l'ouverture de la cavité incubatrice.

Fig. 38. — La même partie qu'à la fig. précédente, mais vue par la face interne (l'observateur est supposé dans la cavité incubatrice).

Mêmes lettres et même grossissement.

Fig. 39. — Embryon du *Gnomoniscus* vu par la face dorsale.

(Grossissement : 240).

an^2 , antenne ; p , propodites des péréiopodes ; i , intestin ; e , reste de l'endoderme ; u , uropode ; t , tube anal.

Planche XII.

Fig. 40. — *Sphæronella microcephala*, parasite de l'*Ampelisca tenuicornis* LILLJEBORG dans sa position naturelle sur l'Amphipode.

(Grossissement: 10).

S., *Sphæronella* avec ses paquets d'œufs pondus (*œ*), maintenus par les oostégites (*o*) et les branchies (*b*) de l'Amphipode qui est vu par la face ventrale.

Fig. 41. — *Sphæronella* retirée de la cavité incubatrice de son hôte.

(Grossissement: 30).

c, tête; *œ*, coque ovigère ne contenant encore chacune qu'un seul œuf. Sous l'action de l'alcool, la carapace chitineuse qui forme l'enveloppe externe du corps, s'est irrégulièrement détachée de la masse viscérale et ovarienne.

Fig. 42. — Autre exemplaire, plus fortement grossi et laissant voir par compression les différents organes.

(Grossissement: 50).

c, tête; *gl*, glandes jaunâtres; *ov*, masse centrale de l'ovaire; *od*, oviducte rempli d'œufs ovariens prêts à être pondus; *rs*, receptacula seminis; *g*, plaque génitale.

Fig. 43. — Tête de la même, vue par la face ventrale.

(Grossissement: 580).

an, antenne; *b*, ventouse buccale dans laquelle on aperçoit l'extrémité des mandibules *m*; *mi*, maxillipède interne; *me*, maxillipède externe.

Fig. 44. — Plaque génitale de la même.

(Grossissement: 90).

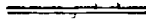
c, arc chitineux épais circonscrivant la plaque génitale; *o*, ouvertures génitales; *ec*, espace cordiforme avec trois vésicules granuleuses; *ov*, oviducte rempli d'œufs prêts à être pondus; *rs*, receptacula seminis; *gc*, glande collétérique débouchant à l'extérieur par les ouvertures chitineuses *a*; *ch*, cellules de l'hypoderme; *m*, muscles.

Fig. 45. — L'œuf du *Sphæronella microcephala* avant la segmentation.

- Fig. 46. — Embryon segmenté à cellules exodermiques offrant les mêmes caractères que celles de l'adulte.
- Fig. 47. — Embryon à la fin de l'épibolie avec les grosses sphères réfringentes centrales.

Planche XIII.

- Fig. 48. — *Salenskya tuberosa*.
(Grossissement : 30).
c, point de fixation du parasite ; *œ*, fragment de coque ovigère encore rempli d'œufs ; ♂, trois mâles fixés près des ouvertures génitales de la femelle.
- Fig. 49. — Point d'attache du parasite.
(Grossissement : 580).
b, tubercule chitineux aplati en bouton et pénétrant dans la carapace de l'hôte ; *c*, cercle chitineux entourant l'ouverture double par où sortent les racines du parasite ; *cu*, cuticule.
- Fig. 50. — Une des deux ouvertures génitales de la femelle.
(Grossissement : 580).
c, rebord chitineux entourant l'ouverture génitale ; *p*, pore de fécondation ; *m*, membrane fermant l'ouverture génitale ; *a*, partie chitineuse de la membrane qui, en s'appliquant sur la saillie correspondante du pourtour de l'ouverture, la ferme complètement ; *ov*, oviducte ; *mu*, muscles.
- Fig. 51. — Mâle progénétique vu par la face dorsale.
(Grossissement) :
*an*¹, antennule ; *p*, poil sensoriel ; *mi*, maxillipède interne ; *me*, maxillipède externe ; *pt*¹, *pt*², première et deuxième pattes thoraciques ; *ab*, abdomen ; *f*, furca ; *s*, sac spermatique.
- Fig. 52. — Le même, vu par la face ventrale.
Mêmes lettres ; *an*², antenne ; *o*, ouverture double des sacs spermatiques ; *b*, ventouse buccale ; *md*, mandibule ; *t*, tubercule ventral du céphalothorax.





DESTRUCTION DU HANNETON ET DE SA LARVE
PAR *L'ISARIA Densa*,

PAR

LE MOULT,

Président du Syndicat de Gorrion (Mayenne).

Nous avons pu faire cette année deux observations assez intéressantes sur les cultures artificielles que nous préparons dans notre laboratoire.

La première se rapporte à la forme agrégée de *l'Isaria*, que nous avons obtenue assez fréquemment et d'une façon toute naturelle dans nos tubes de culture, dont des spécimens, comportant la forme agrégée, ont été adressés à M. GIARD le 28 Juillet dernier.

Or, il paraît que M. DANYSZ a obtenu la même forme et comme nous par hasard, mais alors c'était après avoir cautérisé les parties envahies par le *Penicillium glaucum*.

Au point de vue pratique, cette observation de la forme agrégée n'a, pensons-nous, aucune importance ; il n'en est pas de même de la suivante.

En août 1891, le Syndicat de Gorrion nous demanda de préparer 700 tubes de culture pour être distribués à ses adhérents. Bien que la

livraison fut gratuite, un assez grand nombre de ceux-ci négligèrent de prendre leurs tubes, qui restèrent jusqu'en Juillet dernier dans la cave du Secrétaire du Syndicat.

Notre conviction était que ces cultures devaient avoir perdu sinon la totalité, du moins la plus grande partie de leur pouvoir germinatif et nous fîmes vider les tubes pour que leur contenu fût jeté sur un champ du Syndicat, mais sans avoir grand espoir de réussite.

Toutefois, désirant être complètement édifié sur la valeur de cette culture, nous en réservâmes une petite partie à l'aide de laquelle nous ensemencâmes quelques tubes. Avec la même culture nous fîmes également procéder à la contamination d'une douzaine de larves que nous avons pu recueillir.

A notre grande surprise, les cultures faites à l'aide de ces vieux tubes réussirent parfaitement et les vers, de leur côté, furent tous momifiés et cela sans aucune exception, ce qui ne se produit généralement pas.

Donc, non seulement ces cultures de trois ans n'avaient rien perdu de leur pouvoir germinatif, mais il semblerait même que leur virulence se soit accrue avec l'âge. Nous n'avons malheureusement pas gardé le moindre tube de ces vieilles cultures ; notre observation, par suite, s'arrête forcément à cette limite de trois années.

Il importe de noter que ce sont en grande partie ces vieilles cultures qui ont été employées chez M. DESVALETES et ont produit les bons résultats qu'il annonce dans sa lettre annexée au présent rapport.

Expériences sur le terrain.

Année 1893.

Aucune année ne pouvait être plus défavorable à l'emploi du champignon parasite du ver blanc. De même que cela s'est produit pour certains engrais, la culture artificielle de l'*Isaria densa* ne pouvait être bien efficace par une sécheresse aussi extraordinairement prolongée que celle de l'été 1893. Si la chaleur est indispensable au développement de la plupart des cryptogames, l'humidité ne l'est pas moins. Or, cette humidité a fait totalement défaut du commencement de mars à la fin de septembre.

Toutes les expériences que nous avons faites à Domfront principalement, en Mars, Avril et Mai, étaient condamnées à un échec certain, du moins dans les terrains naturellement secs, car dans les terrains frais, le succès a été plus complet que nous n'eussions osé l'espérer. Ci-après nous faisons connaître un certain nombre de nos expériences avec les résultats obtenus.

Propriétés de M. Cristophle,
gouverneur du Crédit foncier de France, député.

Fermes de la Foucaudière	2 fermiers.
Fermes de Haut-Collière.....	1 fermier.
Fermes de Collière.....	1 fermier.

Chez ces quatre fermiers nous avons traité en tout sept parcelles de torro, sur lesquelles il a été employé 10 kilos 1/2 de culture artificielle sortant de notre laboratoire. Les vers blancs y abondaient; ces terrains situés sur un point élevé sont très secs : les récoltes ont été ravagées et au dire des fermiers le parasite n'aurait produit qu'un faible effet. Le cas était prévu et nous ne pouvions que regretter que la sécheresse eût ainsi contrarié nos expériences. Toutefois, nous avons tenu à nous assurer de l'effet réellement produit, et en octobre nous nous sommes transporté à la Foucaudière où les dégâts, au dire d'un des fermiers, avaient été très sensibles.

Le sieur DESÉCHALLIER a bêché devant nous une assez grande surface où il s'attendait à découvrir de nombreux vers blancs. Or, ceux-ci sont restés presque introuvables ; par contre, on trouvait un certain nombre de momies, puis aussi un assez grand nombre de larves plus petites : celles de l'insecte appelé « *Bärblotte* ou *farfotte* dans le pays : c'est le hanneton à corselet vert (*Phyllopertha horticola*) sur lequel l'*Isaria densa* ne paraît pas avoir grande action.

La présence des momies dans ce champ où il n'y en avait pas en mars précédent, prouve que le champignon avait commencé d'agir. On avait déjà trouvé de ces momies en fin d'avril, en plantant les pommes de terre; sans la sécheresse il est probable que tous les vers eussent été atteints. D'ailleurs, nous le répétons, les vers blancs

étaient peu nombreux en octobre et les dégâts constatés étaient plutôt dus aux larves de *Phyllopertha horticola*.

Nous n'avons malheureusement pas pu, faute de temps, faire les mêmes observations sur les trois autres terres de M. CHRISTOPHE. Un seul fermier, le sieur CHEVALLIER, de la Foucaudière également, nous a donné quelques renseignements sur les expériences faites chez lui.

Le 15 mars nous avons répandu un kilo de culture sur un champ que l'on ensemait en avoine; les vers ne paraissaient pas aussi nombreux que dans le champ dont il est question ci-dessus. Ce champ ayant reçu du trèfle en même temps que l'avoine, n'a pas été labouré en Novembre 1893. Dès lors il n'a pas été facile de constater l'effet du parasite. Par suite de la grande sécheresse le trèfle a certainement beaucoup souffert, peut-être a-t-il aussi souffert des vers blancs, mais il est difficile de dire si c'est à l'une de ces causes plutôt qu'à l'autre que doit être attribué l'état constaté sur ce trèfle.

Mais le champ contigu, labouré également à cette époque et ensemencé plus tard en sarrasin, semble avoir profité de l'opération faite sur le champ d'avoine, car le fermier nous a assuré avoir remarqué après la charrue un nombre considérable de momies.

Propriétés de M. Blanchetière, ancien maire de Domfront.

1° *Jardin en ville*. Le potager se compose de deux jardins étagés. La partie inférieure, la plus considérable a été ensemencé de *Botrytis* fourni en 1892 (cultures en tubes). Ce jardin n'a pas souffert des mans; les laitues elles-mêmes, généralement exposées aux ravages de ces insectes, n'ont pas été coupées.

On avait négligé de traiter le potager supérieur où existe un plant d'asperges; les griffes ont été entièrement ravagées par les mans; le jardinier en faisant le binage de la plantation en a tué une quantité relativement considérable.

2° *Pépinière du chalet* (4 ares environ). Cette pépinière a été ensemencée de *Botrytis* (cultures en tubes) avec beaucoup de soin; elle s'est conservée en bon état toute l'année. Vers le 15 août les feuilles jaunirent cependant par place très rapidement et l'on crut la pépinière ravagée par les vers blancs. Des fouilles furent faites à une

grande profondeur; il fut impossible de trouver un seul ver blanc. Pour nous, le jaunissement des feuilles était dû uniquement à la sécheresse exceptionnelle de l'année.

Toutefois, comme il n'était pas certain que cette pépinière fut atteinte par les vers blancs avant le traitement, le *Botrytis* a été employé à titre purement préventif, et on ne peut assurer qu'il ait exercé son action dans ce terrain.

3° *Ferme de la Gonetière.* — *Plant de pommes de terre* (20 ares). Les cultures confiées à ce terrain souffraient généralement beaucoup des ravages des vers blancs. On procéda au traitement de ce champ par le parasite, presque aussitôt après l'ensemencement des pommes de terre précoces. En Juillet on a arraché les pommes de terre; tous les tubercules étaient en bon état; on n'a pas trouvé 10 mans vivants.

Il est bon de noter que dans le champ voisin, non traité, les pommes de terre ont beaucoup souffert des ravages des vers blancs.

4° *Ferme de la Gonetière.* — *Champ d'avoine* (1 hect. 1/2). La moitié de ce champ a été traité; les dégâts y ont été insignifiants. La partie du bas laissée en jachère et non traitée, a été au contraire très éprouvée.

5° *Ferme de l'Imbergère-en-St-Bomer.* — Là les résultats sont nuls; nous n'en connaissons pas la cause.

Pour ces cinq expériences, le rapport de M. CHEVALIER, attaché au musée botanique de Caen, a été joint à notre rapport annuel.

Propriétés de M. Prodhomme, ancien maire de St-Front, près Domfront. — L'expérience faite chez M. PRODHOMME est celle qui nous a donné la plus belle réussite.

Le champ traité est d'une superficie de 2 hectares. En 1893, il a reçu diverses cultures, savoir : sarrasin, betteraves, carottes, pommes de terre, orge et trèfle, sarrasin de coupage.

Au dire du propriétaire lui-même, les vers blancs y étaient excessivement nombreux; nous l'avons remarqué nous-même, mais n'avons constaté nulle trace de maladie chez ces larves.

En Avril nous avons répandu nous-même la culture du parasite dans une bande plantée en pommes de terre, et plus tard nous

avons remis au propriétaire, une nouvelle quantité de culture pour être employée dans les autres parties du champ.

Dans ce terrain le succès a été complet, et cela malgré l'époque tardive de l'emploi et aussi malgré la sécheresse. Toutes les cultures ont été épargnées ; à peine a-t-on trouvé quelques pommes de terre faiblement attaquées.

Les momies y étaient tellement nombreuses que c'est à ce propriétaire principalement que nous nous sommes adressé depuis notre retour à Gorrion toutes les fois qu'il nous en fallait pour la préparation de nos cultures. Indépendamment des nombreuses momies intactes on a aussi trouvé, au moment des labours, un certain nombre de momies déjà dissociées, réduites en une poudre, assez semblable à de la chaux. (*Lettre de M. PRODHOMME annexée à notre rapport annuel.*)

Propriétés de MM. Hamard père et fils. (Commune de Céaucé). — 1° *Ferme de la Chaponnière en Céaucé*, à M. HAMARD père, 1^{er} adjoint au Maire.

Une première expérience avait déjà été faite sur cette ferme en 1892, mais à une époque un peu tardive (fin Octobre). Malgré cela, au labour d'été, le propriétaire constata la disparition des $\frac{4}{5}$ des larves.

Même observation avait été faite d'ailleurs, chez M. GENESLAY, conseiller municipal de Céaucé, demeurant au Grand Auverney.

En juillet 1893, une nouvelle expérience fut faite chez M. HAMARD père, dans une autre parcelle très ravagée. Au labour d'automne nous pûmes y ramasser nous-même 170 larves momifiées sur 10 ares, soit une proportion de 1700 à l'hectare.

Le labour en a à peine amené le $\frac{1}{4}$ et ce champ, d'une superficie d'un hectare, contenait certainement 6 à 7000 momies. Les vers vivants y étaient très rares et n'ont pas dû tarder à succomber à leur tour.

Comme M. PRODHOMME, ce propriétaire nous a fourni par la suite, et cela assez souvent, les momies que nous lui demandions pour nos travaux de laboratoire.

M. HAMARD a fait profiter ses voisins de sa bonne fortune. Dans plusieurs champs très ravagés il a créé de nombreux foyers d'infection qui ont, paraît-il, donné de très bons résultats.

2° *Ferme de la Tafolière à M. Hamard fils.* — Il résulte de la déclaration de M. HAMARD fils, que chez lui les résultats obtenus sont au moins aussi satisfaisants que chez son père. Aux labours les momies y étaient très nombreuses.

(Attestations de MM. HAMARD père et fils annexées à notre rapport annuel).

Année 1894.

Nous avons formé le projet de traiter par l'*Isaria densa* tous les terrains dépendant du Syndicat de Gorrion où des dégâts sérieux auraient été constatés, mais pour cela il nous fallait des ressources qui nous ont absolument fait défaut.

Les expériences ont donc été beaucoup moins nombreuses que nous le désirions. D'autre part, deux accidents survenus dans notre laboratoire, en Mars et Avril, ont causé la destruction de plusieurs centaines de kilogrammes de cultures, préparées exclusivement à nos frais et que nous destinions aux expériences du Syndicat. C'était là non seulement une grande perte d'argent mais aussi une perte de temps.

Le Syndicat de Gorrion a pu mettre à notre disposition une somme de deux cents francs : ce n'était qu'une faible partie de la somme qui nous était nécessaire ; nous l'avons complétée à l'aide de nos ressources personnelles et en travaillant sans arrêt pendant deux mois au moins, nous avons réussi à préparer une assez grande quantité de culture pour pouvoir procéder à de nombreuses expériences qui, d'ailleurs, ont donné les plus beaux résultats, récompensant ainsi nos efforts et nous dédommageant, moralement, du moins, de la grosse perte matérielle que nous avons subie.

Voici d'ailleurs ce que les propriétaires eux-mêmes nous font savoir à ce sujet.

Propriétés de M^{me} Garnier Martial et de M. Garnier Marcel son fils. — M. GARNIER et sa mère sont deux des principaux propriétaires du canton de Gorrion où ils possèdent une dizaine de fermes. Sur la plupart de ces fermes, M. GARNIER a employé nos cultures et en a obtenu les meilleurs résultats. La lettre qu'il nous a écrite à ce sujet ne se rapporte cependant qu'à deux de ses fermes ; il n'a pas encore, dit-il, les résultats de ses autres terres, mais nous les fera connaître ultérieurement. En attendant, en voici deux qui méritent d'être cités.

1^o *Ferme de Gué (Commune de Brécé)*. — Le champ choisi pour l'expérience était, paraît-il, tellement rempli de vers blancs que le fermier ne comptait sur aucune récolte et qu'il ensemençait presque uniquement pour ne pas laisser la terre inculte.

Ce champ a été traité par de la culture sortant de notre laboratoire et a reçu une semence de sarrazin qui a produit, contre toute attente, une récolte aussi bonne que possible. Au moment des derniers labours d'automne, le fermier n'a plus trouvé dans ce champ de vers vivants ; tous étaient momifiés et présentaient, selon son expression, l'aspect de mans enfarinés. De belles ramifications d'un, deux et même plusieurs centimètres, partant de ces momies s'étendaient, dans le sol en tous sens. Le champ, après le passage de la charrue, avait l'aspect d'un terrain couvert de parcelles de chaux.

2^o *Ferme de la Fontaine (Commune de St-Aubin fosse Louvain)*. — Un champ très ravagé par les vers blancs et également destiné à être ensemencé en sarrazin, a préalablement été traité, en partie, par le parasite. La partie non traitée a donné un rendement très médiocre ; très peu de grain, une paille petite, maigre et rare qu'on arrachait au moindre effort, les racines étant mangées.

Dans l'autre partie, au contraire, la récolte en grain et en paille a été normale et aussi complète que possible. (*Lettre de M. GARNIER annexée à notre rapport annuel*).

Propriétés de M^{me} V^{re} Moreau et fils, Marchands de grains à Gorrion. — 1^o Dans un champ dont le propriétaire a fait une luzernière, les vers blancs étaient toujours très abondants et y causaient de très grands ravages.

Ce champ a été traité en 1892, et depuis ce temps la luzernière est très belle.

2° Dans un autre champ également très ravagé, on a semé cette année des carottes, betteraves, rutabagas, etc., et on l'a traité par le parasite ; les dégâts ont été insignifiants. Au labour on trouvait un grand nombre de momies.

A l'extrémité du même champ on avait planté des pommes de terre sans y mettre de la culture d'*Isaria densa*. Là les ravages ont été sensibles. Cependant, au moment du labour on commençait à trouver des vers momifiés ; la maladie avait donc réussi à s'étendre sur la partie voisine de celle qui avait été traitée.

3° Dans la prairie du Saut-au-Loup, où, en 1888, nous avons fait ramasser 2000 kilos de vers blancs, sur 4 hectares, le parasite a été également employé et la récolte a été très belle cette année ; on n'y a remarqué aucune trace de ravages.

(Lettre de M. CLÉMENT MOREAU jointe à notre rapport annuel).

Propriétés de M. Le Marchant, Président du Conseil d'Arrondissement de Mayenne. — M. LE MARCHANT est aussi l'un des principaux propriétaires du pays et possède une quinzaine de fermes autour de Gorron, mais deux seulement ont été traitées en 1894, ce sont celles de la Rousselière et de la Gauberdière-en-Colombiers.

Ferme de la Rousselière. — Par suite d'un malentendu, un champ qui devait être ensemencé en sarrasin ne reçut que la dixième partie de la culture parasite nécessaire à son étendue. Pourtant cette récolte a été sauvée et n'a pas souffert des vers blancs. Le sarrasin était magnifique, de paille très haute et a rendu 25 hectolitres à l'hectare. Au labour, sur deux ares on n'a trouvé que 4 vers blancs, soit un par cinquante mètres carrés, ce qui est insignifiant.

2° Un champ de trèfle a reçu de la culture artificielle en quantité suffisante (environ 2 kilos à l'hectare). Ce champ était très ravagé ; sur des surfaces assez grandes on ne remarquait aucune trace de végétation. Les bestiaux ayant été laissés continuellement dans ce

champ il n'a pas été possible de constater l'effet produit ; il faudra pour cela attendre le printemps.

Ferme de la Gauberdière. — 1° Dans un champ ensemencé en avoine et trèfle, on a enfoui une assez grande quantité de culture artificielle. Les morceaux, du poids d'un gramme environ, étaient enfouis à 10 centimètres de profondeur dans des trous espacés de 3 mètres en tous sens.

On n'a remarqué dans ce champ aucune trace de ravages. Les vers blancs y étaient cependant assez abondants avant le traitement.

2° Dans un autre champ situé près le bourg de Colombiers et sur le bord du nouveau chemin d'Ernée, nous avons fait enfouir, en 1893, une petite quantité de culture artificielle. Ce champ qui était ensemencé cette année en sarrazin, a subi quelques dégâts ; cependant aux labours, dans les premiers jours de Novembre, nous avons remarqué que les momies étaient très abondantes. Dans une dizaine de sillons, M. Le MARCHANT en a ramassé plusieurs centaines qui ont été transportées sur d'autres propriétés qu'il possède dans la commune de St GEORGES BUTTAVENT. (*Lettre de M. Le MARCHANT annexée à notre rapport annuel*).

Propriété de M. Caillère. — Un champ situé sur le bord de la vieille route de Colombiers a reçu 3 kilos de culture artificielle. Les vers blancs y étaient excessivement abondants et cependant la récolte en orge a été très bonne. Le trèfle y est magnifique, tandis qu'une luzernière et un champ de foin artificiel, tous deux contigus ont eu leurs récoltes complètement détruites.

(*Attestation du propriétaire annexée à notre rapport annuel*).

Propriétés de M. Victor Desvalettes. Métairie de la Porte, (en Hercé). — 1° La première expérience a été faite en 1892. A l'aide des 21 tubes fournis par le Syndicat, M. DESVALETES a fait traiter une prairie où les vers blancs étaient très nombreux et leurs ravages très sensibles. Or, depuis cette époque, la prairie traitée est restée indemne, on y a d'ailleurs trouvé de nombreuses momies quelques mois après le traitement.

2° Le champ contigu, préparé pour de l'avoine, a été traité en 1893 avec le même succès.

3° Le 29 mai 1894, M. DESVALETES nous fit prévenir que son métayer allait labourer un champ voisin des deux parcelles ci-dessus et qu'il désirait nous voir répandre de la culture d'*Isaria densa* dans ce champ où les turcs étaient excessivement nombreux, ce que nous pûmes constater d'ailleurs, en suivant la charrue. Mais nous constatâmes en même temps autre chose : c'est que la maladie commençait à gagner ce champ qui profitait ainsi du voisinage des deux parcelles traitées. Dans chaque sillon on trouvait quelques momies intactes et même quelques-unes déjà dissociées. Mais ces momies étaient encore en trop petit nombre pour que l'on pût compter sur un développement rapide de l'épidémie. Aussi n'avons-nous pas hésité, afin d'aider l'action de la nature, à répandre la culture d'*Isaria densa* que nous avons apportée avec nous, ainsi que des cultures de *Sporotrichum globuliferum* et d'*Isaria destructor*; ces dernières devant surtout servir à contaminer les larves de *Phyllopertha horticola* sur lesquelles nous avons quelquefois trouvé l'*Isaria destructor* en parasite.

Ce champ qui avait été ensemencé en sarrasin a donné une belle récolte (86 hectolitres pour 2 hectares 80, soit plus de 30 hectolitres à l'hectare). Au labour, on trouvait de nombreuses momies et nous y avons également trouvé des larves de *Phyllopertha horticola* attaquées par l'*Isaria destructor*.

Une partie de ce champ, la plus rapprochée de la ferme et par suite la plus éloignée des parcelles traitées en 1892 et 1893, n'avait pas reçu de culture artificielle. Là les pommes de terre ont été mangées et le métayer a dû les remplacer par des betteraves. Celles-ci n'ont pas souffert mais nous devons dire, pour expliquer ce fait, qu'au moment des labours on ne trouvait plus, dans cette partie du champ que des vers momifiés; la maladie avait donc gagné même la partie non traitée, pas assez vite pour protéger les pommes de terre, mais assez, toutefois, pour sauver les betteraves.

Si donc, là comme dans l'autre partie, nous avons semé de la culture artificielle le 29 mai, les pommes de terre auraient pu être sauvées comme l'ont été les betteraves.

4° Une prairie située sur le côté droit de la route de Vieuvy a reçu le 1^{er} juin une certaine quantité de culture. De grandes plaques

jaunes indiquaient les ravages des vers blancs, l'herbe s'arrachait d'ailleurs facilement à la main. Quelque temps après le traitement, la prairie reverdissait ; le parasite a donc fait son effet. (M. DESVALETES a oublié de faire mention de cette expérience dans l'attestation qu'il nous a adressée).

5° Un champ de trèfle très ravagé a reçu de la culture artificielle le 1^{er} juin. Les plaques jaunes ont disparu ; le trèfle et l'herbe ont repoussé. Mais il nous faut attendre le labour pour constater la présence des momies.

6° *Ferme de la Chapelle-au-Grain.* M. DESVALETES a traité par notre champignon un champ très ravagé qu'il possède dans une de ses fermes de la commune de St-Georges-Bultavent. Or au labour, les momies se trouvaient, paraît-il, dans la proportion de 50 %. Il est certain qu'au printemps les larves actuellement vivantes seront rapidement détruites (cette expérience a été également oubliée par M. DESVALETES dans la lettre qu'il nous a adressée).

Propriétés de M. Bansaye, Maire de Vieuvy. —

1° Une prairie très ravagée a reçu de la culture en fin Mai. — Au mois d'Août, le propriétaire a constaté que cette prairie reprenait sa couleur naturelle, la parasite avait donc fait son effet.

2° Un champ labouré pour le sarrazin a été traité à la même époque ; la récolte y a été bonne et on n'a pas constaté qu'elle eût le moins souffert des ravages des vers blancs.

(Attestation jointe à notre rapport annuel).

Terres du Verger en Gorrion. — Il n'est peut-être pas de terrain, dans le canton de Gorrion, ni même dans les environs, que nous ayons le plus observé, sur lequel nous ayons fait de plus nombreuses expériences. Et pourtant c'est celui qui, en apparence, du moins, nous a donné le résultat le moins concluant, mais il y a à cela une explication que nous donnerons bientôt. Avant cela il nous paraît utile de donner le détail desdites expériences.

Propriété de M. Recton. — En septembre 1891 nous ne possédions qu'une quantité assez minime de culture artificielle ;

nous n'avions guère commencé qu'en Juin, à cultiver dans des tubes, ce champignon que nous avons eu la bonne fortune de découvrir quelques mois auparavant.

Les terres du Verger très ravagées nous furent signalées et nous y fîmes notamment deux expériences en 1891 (et plusieurs autres en 1894).

1° Une prairie située à 50 mètres de l'origine du chemin de Gorron à Colombiers et bordant le côté droit de ce chemin était très ravagée ; nous y créâmes environ 50 foyers d'infection. Les vers blancs y étaient tellement nombreux que l'herbe s'arrachait à poignée ; là le succès fut complet et la prairie reverdit reprenant son aspect naturel.

Toutefois, depuis, on y a remarqué quelques taches au sujet desquelles nous n'avons pu trouver aucune explication. Après la destruction des vers blancs qui s'y trouvaient et jusqu'à l'apparition de la nouvelle génération de vers blancs, les spores se trouvant dans un terrain trop humide ont-elles germé et péri faute d'aliment ? Nous ne saurions le dire. En tout cas nous pouvons affirmer que les taches remarquées cette année sont peu nombreuses.

2° Un champ situé à 150^m plus loin que le précédent, et sur le côté gauche du même chemin, a été également traité en 1891 ; nous y avons créé environ 100 foyers d'infection. Au labour on a bien trouvé des vers contaminés, mais non en grand nombre, ce qui est naturel, car dans ce champ les larves ne se trouvaient pas en abondance, le propriétaire ne manquant jamais de les faire ramasser après la charrue.

En 1894 ce champ a souffert quelque peu des ravages causés par les vers blancs de la ponte de 1893.

3° Un champ ensemencé cette année (1894) en froment avait reçu l'année dernière une petite quantité de culture. L'effet produit ne s'est pas fait sentir sur la récolte de 1894, qui, en certains points a été très éprouvée ; mais au labour fait en Novembre, nous avons eu la satisfaction de constater la présence d'un très grand nombre de momies intactes et de poussières produites par les momies dissociées. Nous y avons recueilli plus de mille momies et nous sommes convaincu que la récolte prochaine sera épargnée.

4° Un champ ensemencé en sarrazin a reçu cette année la culture artificielle des parasites ci-après : *Isaria densa*, *Sporotrichum globuliferum* et *Isaria destructor* (parasite de *Phyllopertha horticola*).

La récolte a été complètement sauvée.

5° Un petit champ ensemencé en ray-grass et trèfle a été très éprouvé. Il a fallu labourer et semer du maïs. Cette dernière culture n'a pas souffert, au labour on trouvait de nombreuses momies. Ce champ n'avait cependant pas été traité par le parasite mais il a profité du traitement des champs voisins.

Propriété de M. Ronné (fermier Templier). — Cette terre qui, autrefois, dépendait du Syndicat alors qu'elle appartenait à M. POISSON, n'en fait plus partie depuis le changement de propriétaire, ce qui fait que certains champs ont été particulièrement ravagés.

Ils ont cependant profité du voisinage des terres de M. RECTON et ont même été plus épargnés que ces dernières, qui s'explique après tout. Chez M. TEMPLIER les vers blancs étaient beaucoup plus nombreux que chez M. RECTON, et c'est ce qui fait que la maladie s'y est propagée plus rapidement, elle y est même restée alors que chez M. RECTON elle avait une tendance à disparaître. C'est que chez ce dernier (membre du Syndicat) on procédait au hannetonage et au ramassage des larves, ce qui ne se produisait pas chez M. Templier. Dans les champs de celui-ci il y avait donc toujours plus de larves, soit plus d'aliment pour la maladie.

Nous avons semé des cultures d'*Isaria destructor* chez M. RECTON. Or, chez lui comme chez M. TEMPLIER, nous avons trouvé des larves de *Phyllopertha horticola* attaquées par l'*Isaria destructor*.

Propriété de M. Lepescheux (non syndiqué), (fermier Laigre-Courcière). — M. LEPESCHEUX possède sur le côté gauche de la route de Gorrion à Colombiers, vis-à-vis la prairie de M. RECTON, un champ de la contenance d'un hectare environ qui, en 1891 et

1892, était affreusement ravagé par les vers blancs. Ce champ ne dépendant pas du Syndicat n'a reçu aucun traitement et cependant, en Juin 1892, nous avons pu y ramasser plus de 4000 momies; le champ devait en contenir au moins 20.000. Il y avait encore un assez grand nombre de vers vivants qui ont dû être rapidement détruits, car la récolte de sarrasin confiée au sol à cette époque n'a nullement souffert et a même été fort belle.

Ce champ a reçu en 1893 une nouvelle ponte et nous avons pu constater au labour d'automne que les jeunes larves y étaient très nombreuses. Mais on remarquait déjà le retour de la maladie et bon nombre de larves étaient complètement momifiées. Au labour de 1894 on ne trouvait plus de vers blancs et l'on trouvait seulement des larves de *Phyllopertha horticola* contre lesquelles, nous l'avons déjà dit, l'*Isaria densa* ne semble pas produire beaucoup d'effet.

Ce champ qui n'est qu'à 10 mètres de la prairie RECTON a donc profité de l'opération faite dans le voisinage, comme cela s'était d'ailleurs produit sur les terres de M. RONNÉ (fermier TEMPLIER) dont il est question ci-dessus. Le résultat a même été chez ces deux propriétaires beaucoup plus complet que chez M. RECTON, mais, nous le répétons, cela tient uniquement à ce que ces terrains n'étaient jamais purgés des nombreux vers blancs qu'ils contenaient, contrairement à ce qui se passait chez M. RECTON. Plus les vers sont nombreux et plus la maladie se propage rapidement: cela nous paraît si naturel que nous recommandons aux cultivateurs de ne pas ramasser les vers blancs là où nous devons enfouir la culture artificielle du parasite.

Propriété de M. Bailleul. — 1^o Ferme de la Haie. Un champ de pommes de terre a reçu tardivement la culture artificielle du parasite. Les tubercules ont assez souffert, mais en bêchant, le fermier a trouvé de nombreuses momies, il est donc certain que le parasite, continuant son effet, pourra sauver la récolte prochaine.

2^o Champ du Bignon. La partie plantée en carottes a reçu du champignon et a été épargnée. L'autre partie n'a rien reçu et la récolte de pommes de terre a été assez sérieusement atteinte.

Durée de l'effet produit.

Nous avons cité deux champs de M. DESVALETES traités en 1892 et qui, depuis, n'ont jamais souffert des vers blancs, puis celui de M. LEPESCHEUX ayant profité du voisinage des terres de M. RECTON et qui, depuis 1892, également est demeuré complètement indemne.

Mais nous pouvons citer un exemple encore plus remarquable à ce sujet.

En Avril 1891, assistant au labour d'une parcelle de terre dépendant de la métairie de St-Front près de Domfront (fermier CROUILLEBOIS), nous avons constaté dans ce terrain la présence d'un nombre considérable de momies; les vers blancs vivants y étaient presque introuvables.

Ce champ n'a jamais été traité: l'épidémie s'y est développée tout naturellement, ce qui peut tenir au voisinage de Céaucé. Il a reçu en 1892 une nouvelle ponte de hannetons, mais les larves, très nombreuses cependant, ont bien vite été attaquées, si bien qu'à l'automne on trouvait déjà de nombreuses momies et qu'au printemps suivant on ne trouvait plus une seule larve vivante. Les vers blancs n'avaient pas eu le temps de causer des dégâts le moins appréciables qu'ils étaient déjà tous détruits par le parasite.

Depuis cette époque il n'y a pas eu de nouvelle ponte, mais les hannetons devant sortir à Domfront au printemps 1895, il nous sera facile de constater si la nouvelle génération est attaquée comme les deux précédentes. Mais nous pouvons déjà constater la protection de ce terrain par le parasite pendant les années 1891, 1892, 1893 et 1894, peut-être même la maladie y régnait-elle avant 1891; le fermier n'a pu nous donner aucune indication à ce sujet.



Conclusion.

Il résulte des nombreuses expériences auxquelles nous nous sommes livré en 1894, d'abord qu'il est réellement possible, à l'aide de la culture artificielle de l'*Isaria densa*, de produire en grande surface une épidémie sérieuse sur les vers blancs, puis, que l'épidémie se propage d'autant plus rapidement que les insectes sont plus nombreux.

On avait eu à enregistrer, jusqu'à présent, un très grand nombre d'échecs, nous le reconnaissons, mais nous tenons aussi à dégager notre responsabilité et à faire remarquer que ces échecs sont dus : 1^o à la mauvaise qualité des cultures livrées par certains commerçants; 2^o aux modes d'emploi recommandés par les uns et par les autres, lesquels n'ont eu pour résultat que de compromettre le succès de notre découverte et de décourager pour toujours, peut-être, bien des cultivateurs qui ne demandaient cependant pas mieux que de s'imposer des sacrifices et faire tout le nécessaire pour se débarrasser d'un ennemi aussi redoutable.

La Presse agricole a enregistré et même recommandé les procédés les plus fantaisistes : nous les avons combattus de toutes nos forces, mais, bien souvent nous n'avons pas été écouté, on nous a préféré les imitateurs, les spoliateurs et alors il serait injuste de nous reprocher les mauvais résultats obtenus.

Tous ces procédés sont d'ailleurs trop compliqués pour le cultivateur, et il est préférable de lui donner un produit qu'il puisse répandre sur le sol à la manière des engrais ou des semences.

Nos expériences de 1894 ont toutes été faites de la sorte et le plus souvent nous avons profité du moment des labours pour employer le parasite.

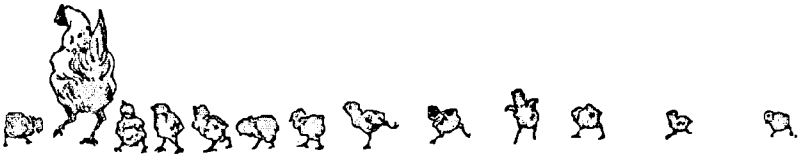
La culture était employée à la dose de 2 kilogr. (soit 4 litres) à l'hectare, ce qui, par les petits morceaux dont se compose la culture, permettait de créer environ 2000 foyers. Ces morceaux en tombant rebondissaient, laissant des traînées de spores et augmentant ainsi le nombre de foyers et la surface infestée.

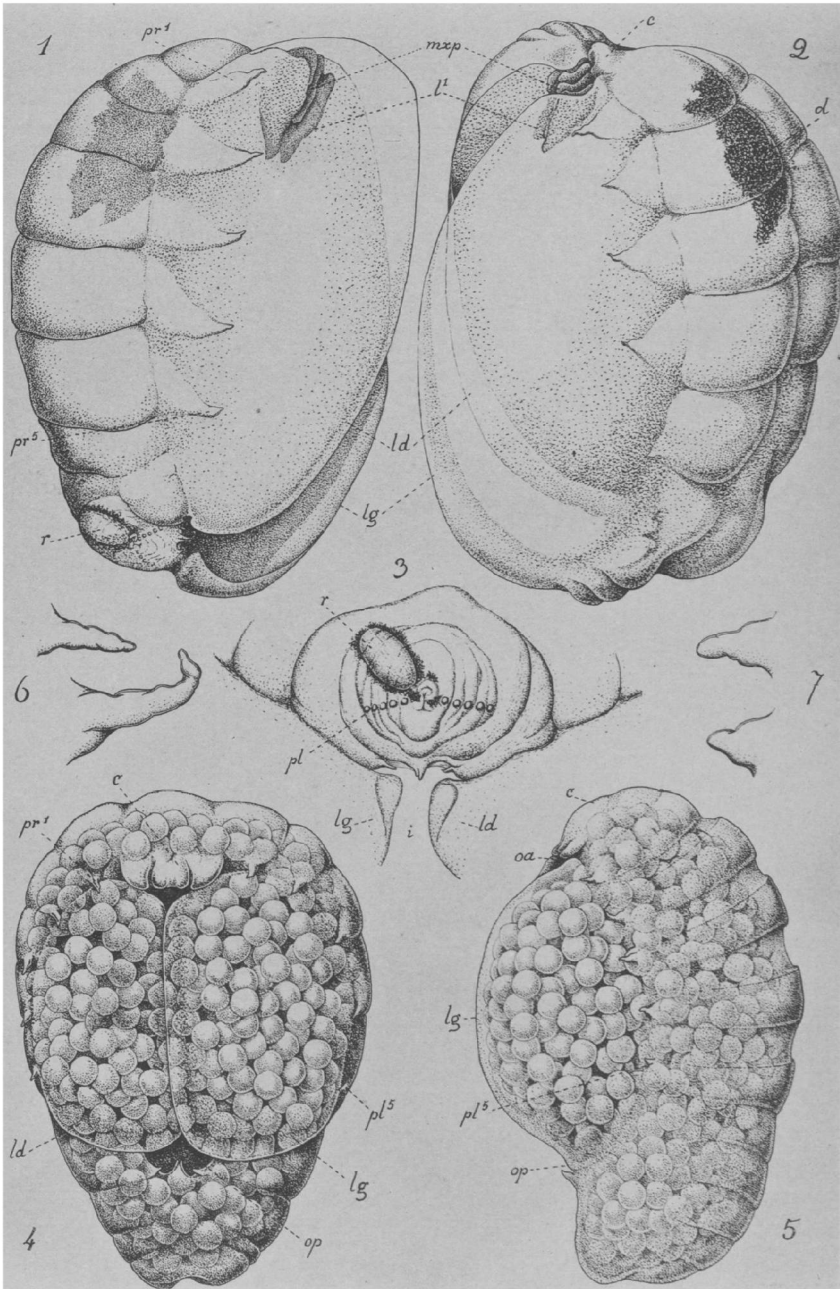
Lorsque les récoltes étaient déjà sur pied, les morceaux étaient enfouis dans des trous profonds de 10 centimètres et espacés de 2 à 3 mètres suivant la quantité employée. Or, il résulte des attestations jointes à notre rapport que ces expériences, ont pleinement réussi, là surtout où elles ont pu être faites à temps. Pour toutes ces expériences nous avons fourni gratuitement la culture : le Syndicat n'y a participé que pour une somme de 200 fr. seulement.

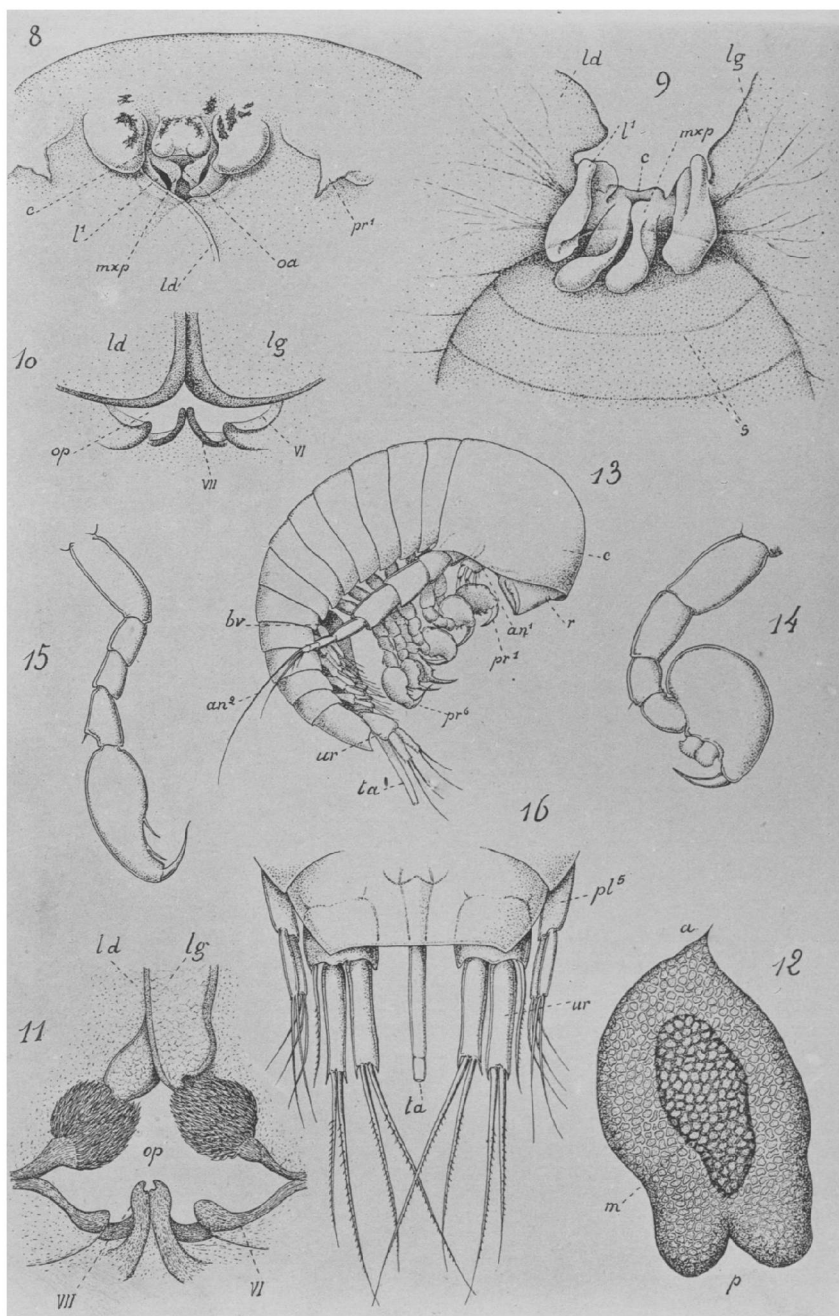
Nous serions très désireux qu'il nous fût possible de faire en 1895 de nouvelles et grandes expériences devant une commission officielle. Les terrains pourraient être choisis soit à Gorrion, soit ailleurs ; l'étendue à traiter pourrait être très grande, 100 hectares, par exemple, et même davantage s'il le faut ; mais nous estimons que le moment est venu de faire connaître la valeur réelle du procédé en le dégageant de toutes les théories plus ou moins fantaisistes émises par des personnes plus soucieuses de se faire valoir à l'aide des travaux d'autrui, que de doter l'agriculture d'une arme efficace contre l'un de ses plus terribles ennemis.

(Extrait de notre rapport annuel en date du 7 Décembre 1894.)



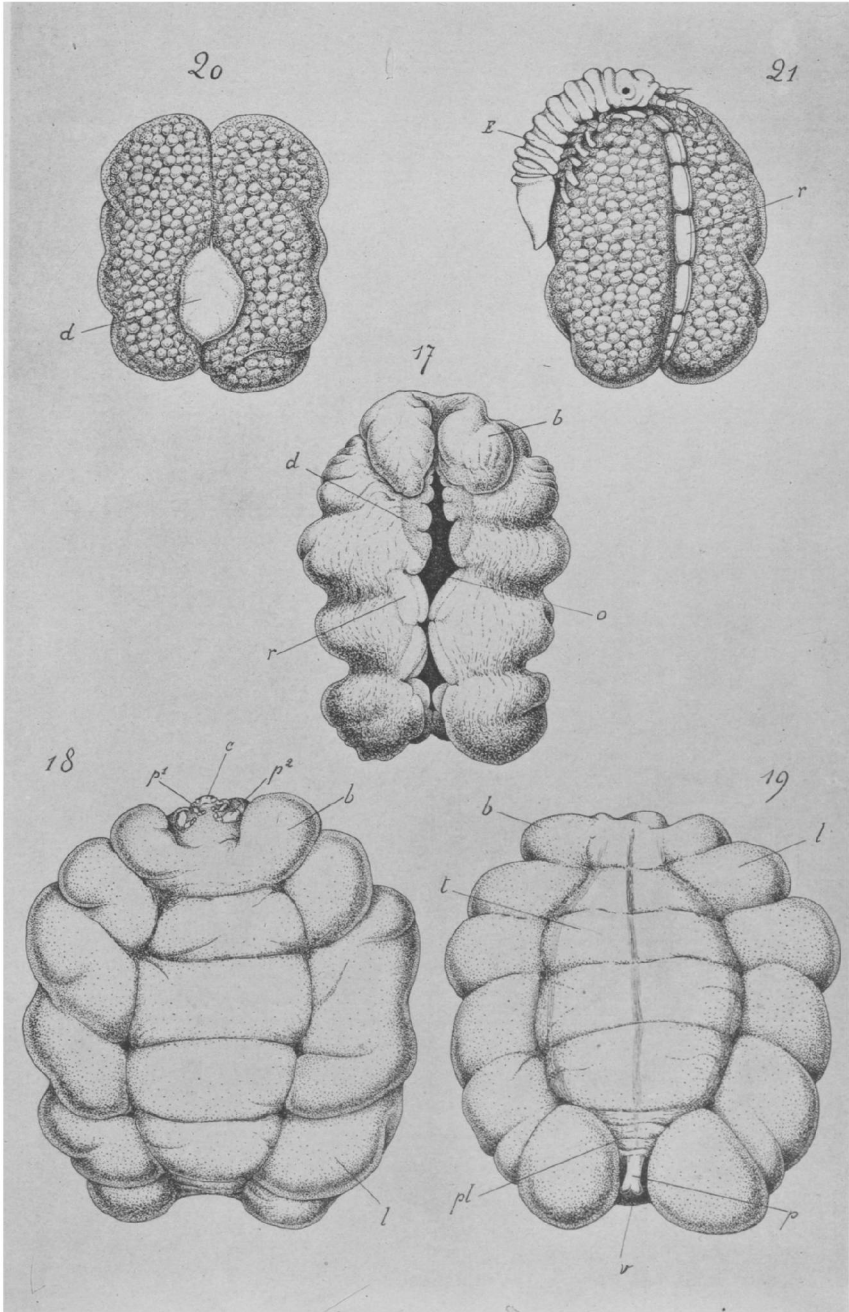






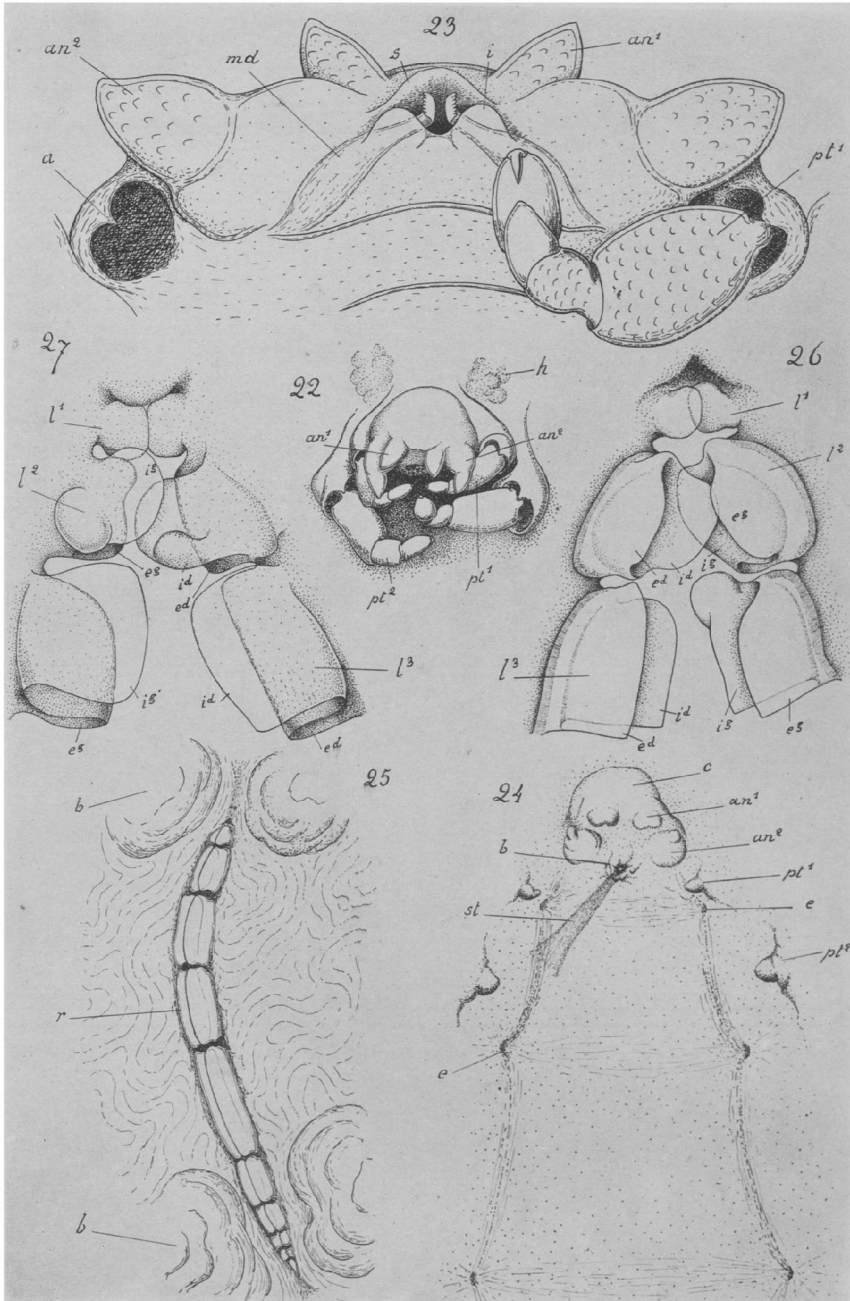
Giard et Bonnier *ad. nat. del.*

Phototypie Berthaud, Paris.



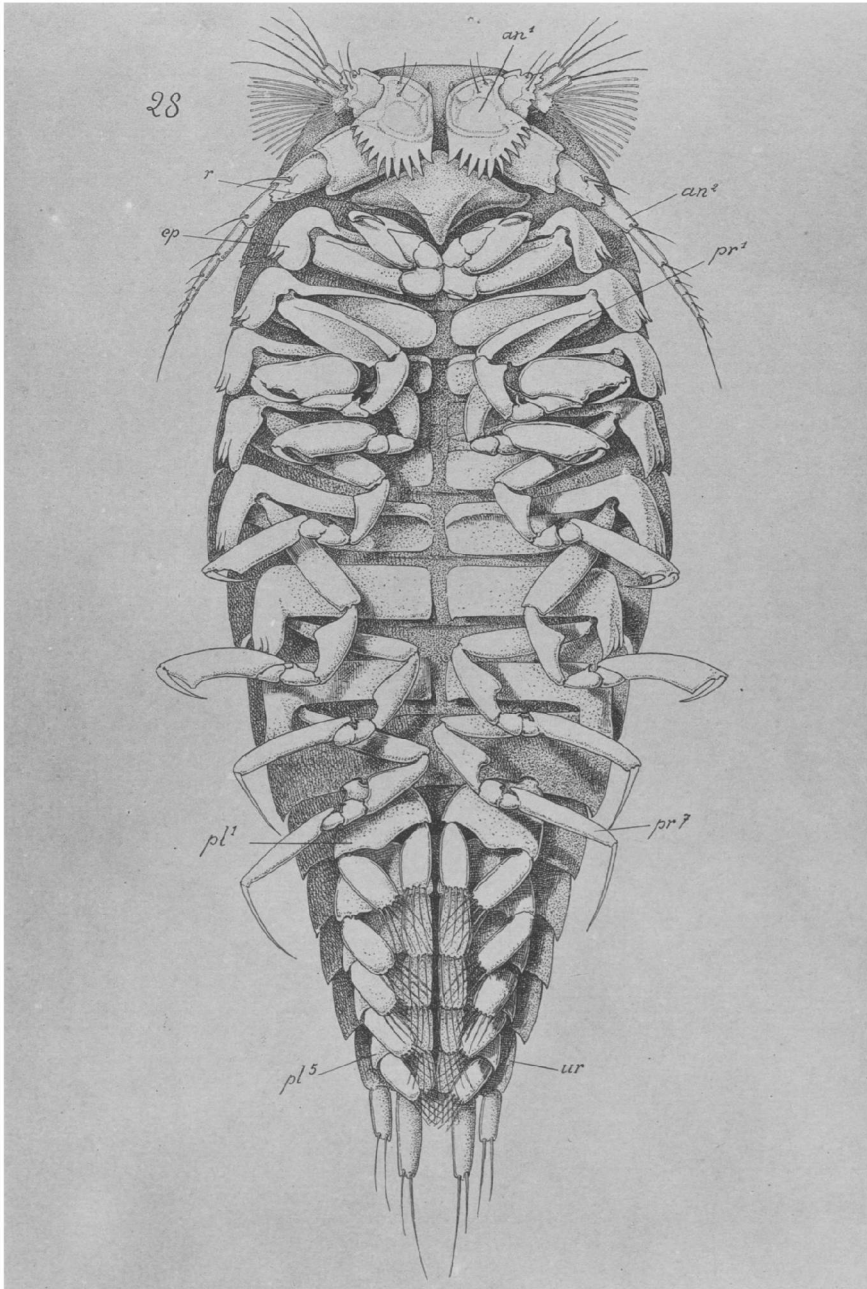
Giard et Bonnier ad. nat. del.

Phototypie Berthaut, Paris.



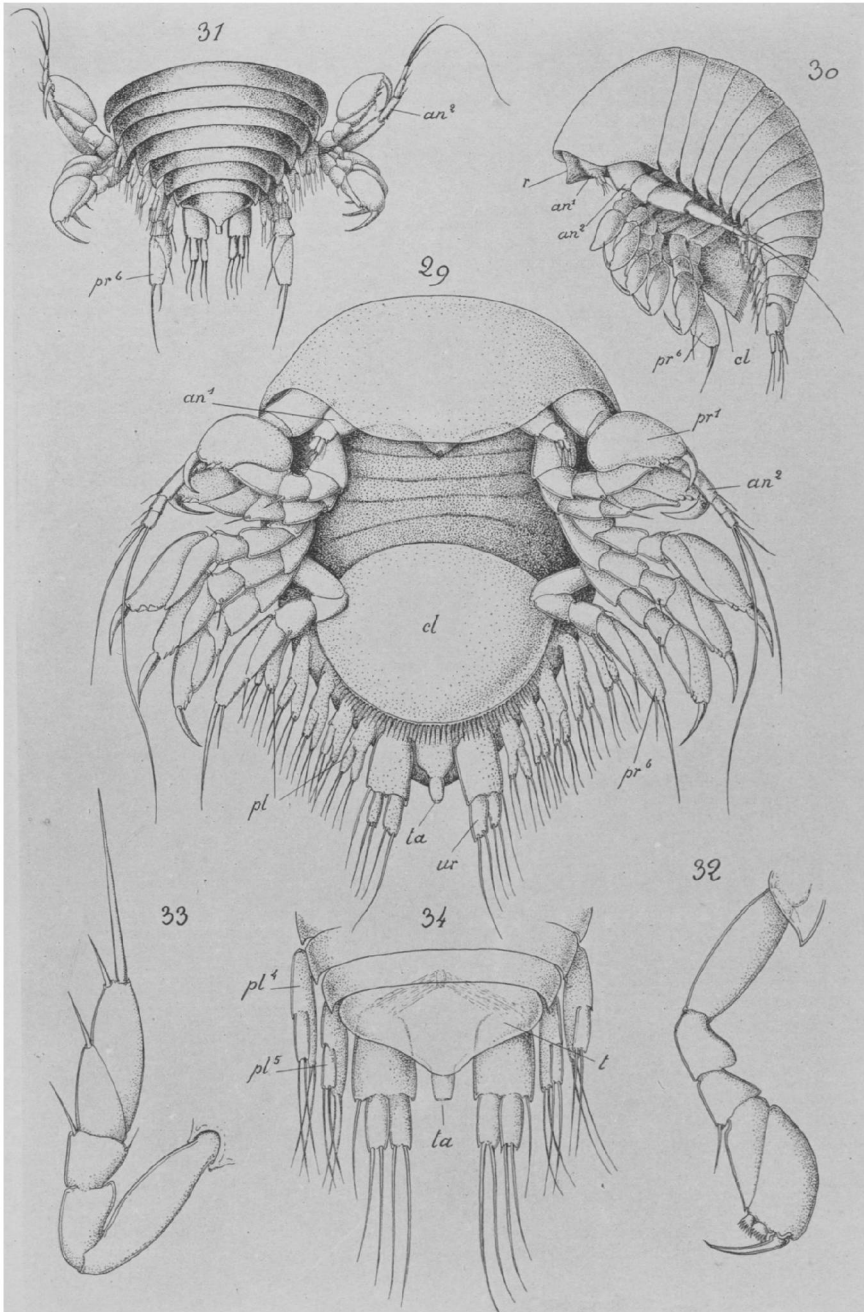
Giard et Bonnier ad. nat. del.

Phototypie Berthaud, Paris.



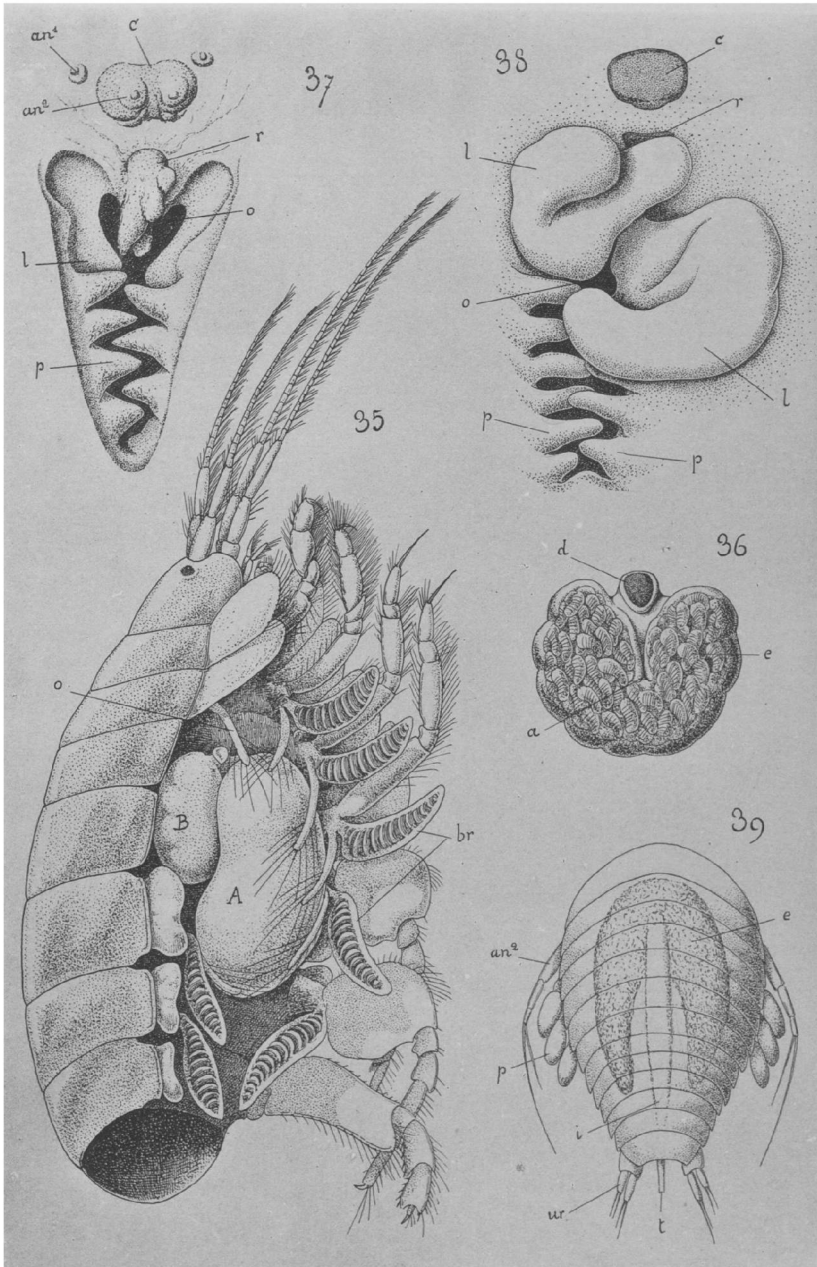
Giard et Bonnier ad. nat. del.

Phototypie Berthoud, Paris.



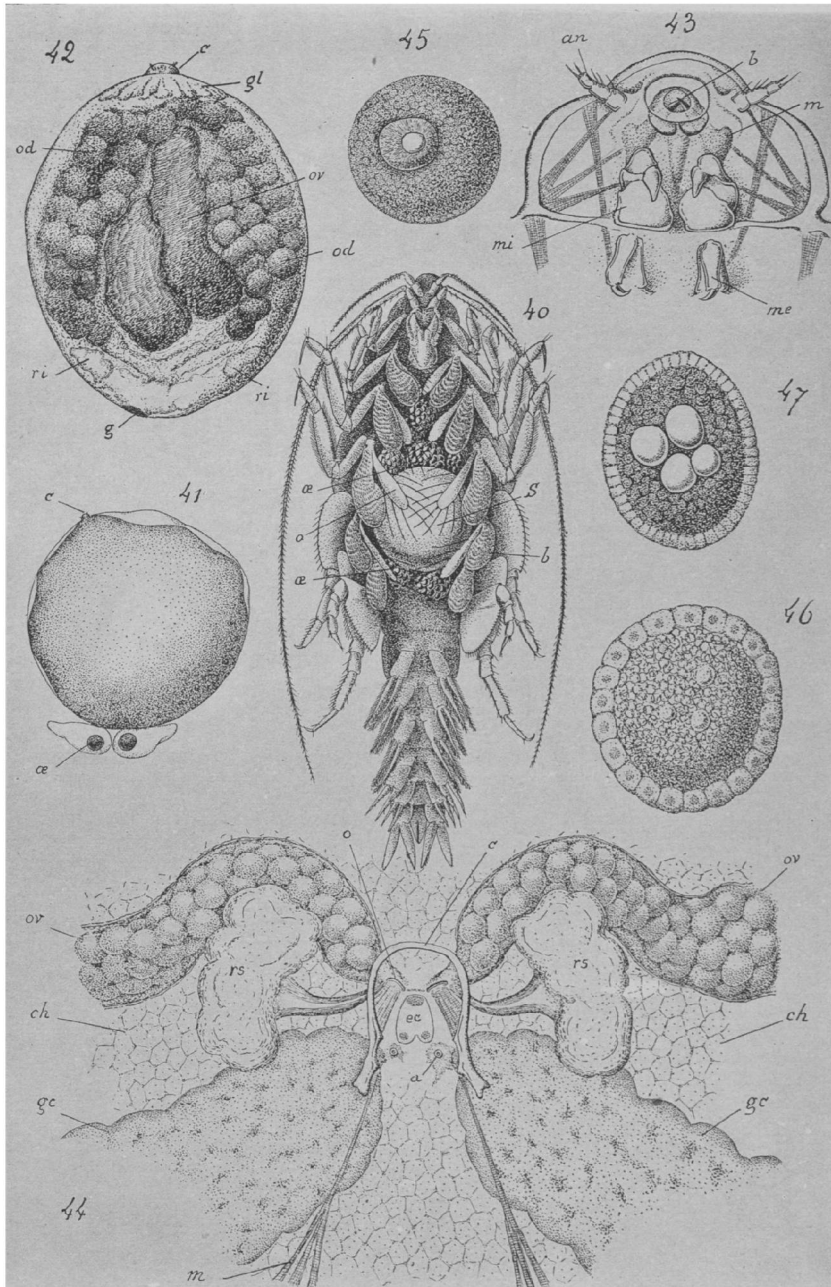
Giard et Bonnier ad. nat. del.

Phototypie Berthaud, Paris.



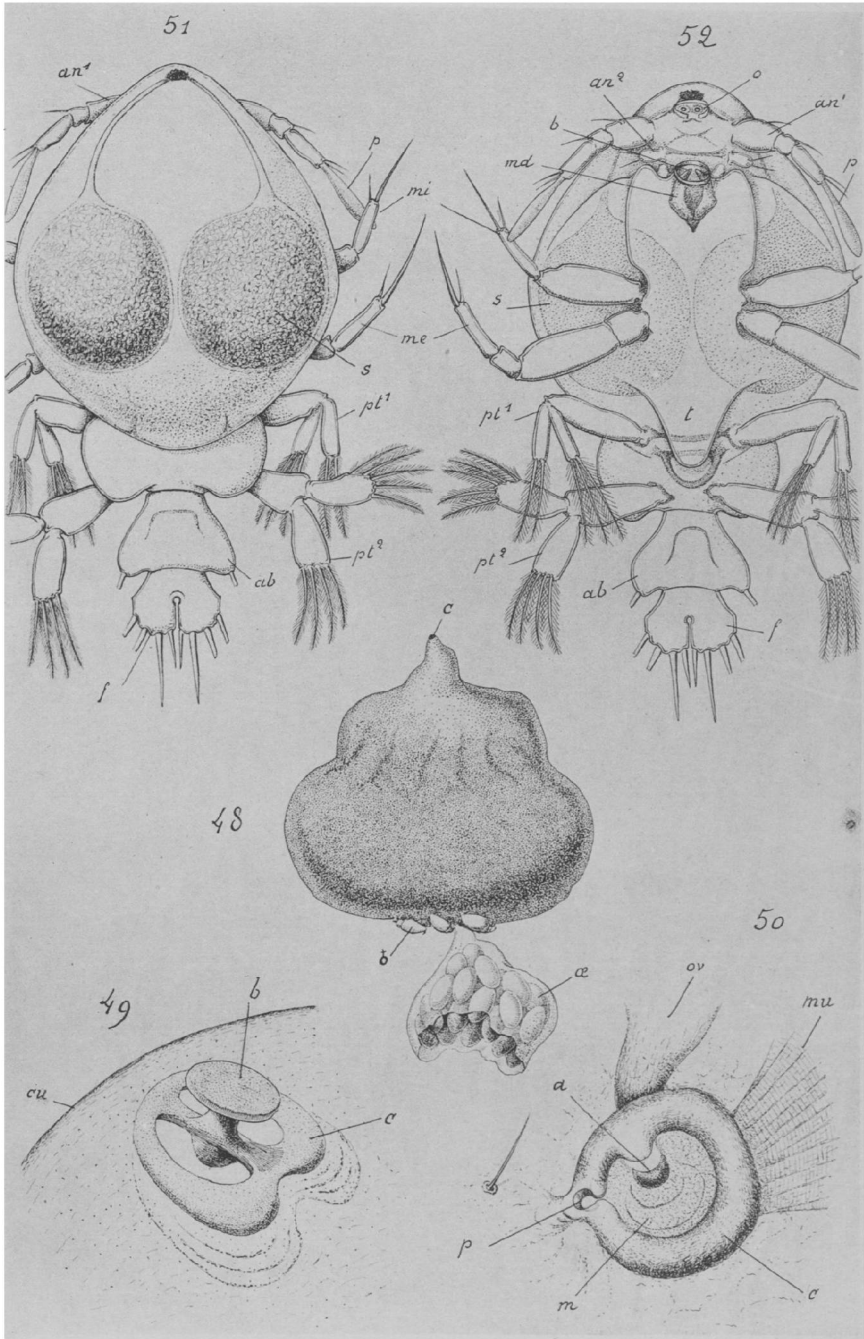
Giard et Bonnier ad. nat. del.

Phototypie Berthaul, Paris.



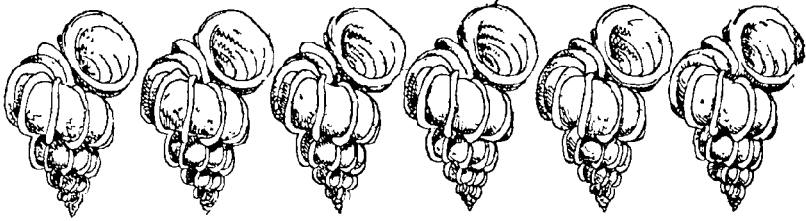
Giard et Bonnier ad. nat. del.

Phototypie Berthaud, Paris.



Giard et Bonnier ad. nat. del.

Phototypie Berthaud, Paris.



SOMMAIRE du 2^e fascicule du TOME LXXV :

Köhler. — Sur la détermination et la synonymie de quelques Holothuries (19 fig. dans le texte).

Bonnier (P). — De la nature des phénomènes auditifs ; réfutation de la théorie de H. Imholtz 1 fig. dans le texte .

Le Dantec. — Note sur quelques phénomènes intracellulaires.

Giard et J. Bonnier. — Contributions à l'étude des Épicarides, XXX, sur les épicarides parasites des Arthrostracés et sur quelques symbiotes de ces épicarides 4 fig. dans le texte et Planches V à XIII .

Le Mouton. — Destruction du Hanneton et de sa larve par *Isaria densa*.

