

Série. T. XLIII

Fascicule 4

# BULLETIN SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE  
ET DE LA BELGIQUE

FONDÉ PAR

ALFRED GIARD,

ET CONTINUÉ PAR

HEM (PARIS),  
ARIS),  
RY (PARIS),

CH. JULIN (LIÈGE),  
F. MESNIL (PARIS),

P. PELSENEER (GAND),  
CH. PÉREZ (PARIS),  
ET. RABAUD (PARIS).



LONDRES,  
DULAU & C<sup>o</sup>  
Sohy-Square, 37.

PARIS,  
Laboratoire d'Évolution des Êtres organisés,  
3, rue d'Ulm  
Paul KLINCKSIECK, rue Cornelle, 3.

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

(Sorti des presses le 15 décembre 1909).

# BULLETIN SCIENTIFIQUE DE LA FRANCE ET DE LA BELGIQUE.

QUARANTE-TROISIÈME ANNÉE (1909).

Le *Bulletin scientifique* paraît par fascicules datés du jour de leur publication. Chaque volume grand in-8°, comprenant 4 fascicules, contient 500 pages environ avec des figures dans le texte et des planches.

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 zoologique de Wimereux (Pas-de-Calais), fondée en 1874 par le Professeur A. GIARD.

## 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 du premier fascicule de chaque volume, et sera continué, sauf avis contraire et par écrit.

## SÉRIES ANTÉRIEURES.

1<sup>re</sup> Série. — T. I-IX 1869-1877. *Bulletin Scientifique historique et littéraire du département du Nord et des pays voisins.*

2<sup>e</sup> Série. — T. X-XVIII 1878-1887. *Bulletin Scientifique du département du Nord et des pays voisins.*

3<sup>e</sup> Série. — T. XIX-XXI 1888-1890.

4<sup>e</sup> Série. — T. XXII-XXXI 1891-1900.

5<sup>e</sup> Série. — T. XXXII-XL et XXXIV<sup>bis</sup>  
1901-1906.

6<sup>e</sup> Série. — T. XLI et XLII 1907-1908.

} *Bulletin Scientifique de la France  
et de la Belgique.*

Les tomes II, III, VIII-XI, XVII-XIX et XXIII sont épuisés, quelques exemplaires des tomes suivants sont encore en vente : TT. V, VI, VII, au prix de 15 francs le vol. ; TT. XII-XVI, au prix de 6 francs le vol. ; les tomes XX-XXII, XXIV, XXVI, et suivants au prix de 35 francs le vol. ; le T. XXV (1893) au prix de 40 francs.

Pour l'achat de volumes, séries ou collections  
et

Pour tout ce qui concerne la *Rédaction* et l'*Administration*,  
s'adresser

à la Rédaction du *Bulletin Scientifique*

3, rue d'Ulm,

PARIS.

Les auteurs recevront gratuitement 50 tirages à part. Ils pourront en obtenir un plus grand nombre au prix de revient. Les exemplaires ne peuvent être mis dans le commerce à moins de conventions spéciales.

## **BIBLIOGRAPHIA EVOLUTIONIS :**

---

# **BULLETIN SCIENTIFIQUE DE LA FRANCE ET DE LA BELGIQUE**

---

*A partir du tome XLIV (1910), le Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique subira une importante modification, sur laquelle nous appelons spécialement l'attention.*

*Il comprendra, en outre de travaux originaux choisis comme dans les précédents volumes, une partie bibliographique où seront analysés les livres et mémoires récemment parus, traitant de la théorie de l'évolution et des questions qui s'y rattachent (cytologie générale, hérédité, variation, embryologie expérimentale, tératogenèse, éthologie générale, etc.).*

*Cette partie bibliographique, aussi complète que possible, sera paginée à part de façon à constituer un ensemble distinct dans chaque volume sous le titre « BIBLIOGRAPHIA EVOLUTIONIS ». Elle sera, aux mains de chacun, un outil commode, en langue française, permettant de connaître, au fur et à mesure de leur apparition, les recherches touchant aux problèmes généraux de la Biologie, mais difficiles à suivre tant à cause de leur grande variété que de leur extrême dispersion.*

---

RÉDACTION : 3, rue d'Ulm Paris V<sup>e</sup>.

ABONNEMENTS :

PARIS { Bulletin Scientifique, 3, rue d'Ulm  
P. Klincksieck, 3, rue Corneille

BERLIN : Friedländer & Sohn, N.W. Carlstrasse, 11

LONDRES : Dulau et C<sup>o</sup>, Soho-Square, 37



---

---

C. CÉPÈDE et E. POYARKOFF.

---

SUR UN INFUSOIRE ASTOME  
*CEPEDELLA HEPATICA* POYARKOFF  
PARASITE DU FOIE DES *CYCLAS* (*S. CORNEUM* L.) (1).

---

L'infusoire qui fait l'objet de ce travail a été observé pour la première fois par l'un de nous dans le foie des *Cyclas* (*Sphaerium corneum* L.) des environs de Bordeaux (allées de Boutaut). Il a été retrouvé depuis aux environs de Wimereux.

Le nombre d'individus de *Cepedella hepatica* qui peuvent se trouver dans le foie d'un *Cyclas* varie considérablement. Certains *Cyclas* peuvent en être totalement exempts; d'autres peuvent présenter deux ou trois cents parasites. Généralement, lorsqu'on a un *Cyclas* bien infecté, les parasites ne sont pas disséminés uniformément dans le foie, mais groupés en un petit nombre d'amas; certains lobules du foie présentent plusieurs parasites, tandis que les lobules voisins n'en ont pas. On peut supposer que chacun de ces groupes provient d'une infection individuelle. A Bordeaux, nous avons observé que tous les *Cyclas* examinés, d'une même station sont infectés, tandis que les *Cyclas* d'une autre station, moins nombreux, sont tous indemnes.

A Wimereux, on note constamment un pourcentage, variable, mais toujours existant, d'individus parasités et indemnes dans les lots de *Cyclas* provenant d'une même localité (2). Nous inclinons à

---

(1) Avec la Planche VI.

(2) Ainsi dans un premier lot de 8 *Cyclas*, 7 se sont montrés indemnes et un seul parasité. Dans un deuxième lot de 15 *Cyclas*, 14 étaient indemnes et un seul parasité par *Cepedella*. En revanche, on a observé dans les branchies de 2 individus sur 8 dans le premier cas, de 6 individus sur 15 dans le deuxième, un *Trichodinide* qui méritera une étude spéciale. Tous ces *Cyclas* provenaient d'une mare formée par la Zoie, ruisseau qui se jette à la mer au voisinage du laboratoire.

penser que ces variations dans l'intensité du parasitisme sont corrélatives de variations éthologiques des hôtes : nature et densité de l'eau, nombre plus ou moins grand de *Cyclas* pour un même espace et pour un même volume d'eau, etc.

**Distribution géographique.** — En ce qui concerne la distribution géographique de *Cepedella hepatica* POY., sa présence dans des localités aussi éloignées que Bordeaux et Wimereux permet de supposer que de nouvelles recherches la feront rencontrer dans d'autres régions.

L'Infusoire, qui doit passer d'un hôte à un autre par la voie digestive, peut se trouver, soit dans la lumière des diverticules hépatiques (fig. 2, pl. VI), soit à l'intérieur des cellules du foie, plus ou moins enfoncé dans le cytoplasme cellulaire (fig. 1, pl. VI). Dans cette pénétration à l'intérieur des cellules hépatiques, *Cepedella hepatica* reste toujours placée entre le noyau cellulaire et la lumière du diverticule. Parfois, son extrémité antérieure (fig. 1, pl. VI) vient au contact de la paroi nucléaire.

**Taille.** — La taille de *Cepedella* est très variable ainsi que le montre le simple examen des figures dans le texte. Les plus petits exemplaires (fig. VIII) mesurent 16  $\mu$  de longueur, alors que certains individus, très grands (fig. III), atteignent 26  $\mu$ . La taille la plus fréquente est de 22  $\mu$  environ (fig. VI, VII et X). La taille de l'Infusoire est en relation avec le temps qui sépare les divers individus de la division transversale.

**Morphologie.** — Examiné dans la cellule hépatique, le parasite, qui s'est déformé quelque peu avant l'action des réactifs fixateurs, prend la forme d'une larve batavique, irrégulière (fig. 1, 2, pl. VI) parfois plus bombée sur l'une de ses faces dont la convexité plus accusée définit la région dorsale de l'Infusoire (fig. 1). La face opposée, moins bombée, constitue la *sole ventrale*.

Si l'Infusoire nage, il change de forme ; la section transversale au lieu d'être circulaire devient triangulaire, une face moins convexe que les deux autres constitue une sole ventrale très nette. En outre, la substance protoplasmique se répartit plus uniformément le long de l'axe longitudinal et le renflement postérieur devient moins prononcé ; l'Infusoire perd la forme de larve batavique, pour devenir subtriangulaire. Le dimorphisme de *Cepedella* rappelle la

propriété analogue de *Orchitophrya stellarum* CÉPÈDE <sup>(1)</sup> qui se tord autour de son axe longitudinal lorsqu'elle se met à nager. Quant à la forme de la sole ventrale, elle est très difficile à définir. Elle demande un examen très attentif et n'est guère étudiable que par des observations *in vivo* ou sur des frottis fixés à l'aide de réactifs excellents et avec une extrême rapidité dans les manipulations.

En dehors de sa forme très spéciale, le corps de *Cepedella* est susceptible de très grandes déformations. Au niveau d'un passage étroit, elle peut s'étrangler plus ou moins ; lorsque la moitié environ de la longueur du corps a franchi le passage, l'Infusoire a pris la forme momentanée d'un bissac irrégulier.

Cette conformation aidée par cette élasticité rend plus facile la pénétration de l'Infusoire à travers la lumière des diverticules hépatiques et son installation au sein des cellules (fig. 1 pl. VI).

*In vivo*, le corps du parasite est clair et transparent. Son endoplasme qui occupe presque la totalité du corps est très finement granuleux. Dans un frottis du foie de *Sphaerium corneum* L., l'Infusoire est difficile à distinguer à un faible grossissement au milieu des débris du tissu hépatique. Son déplacement au sein de la préparation permet seul de déceler sa présence. A l'extrémité la plus aiguë du corps, qui se dirige en avant dans la progression et qui doit donc être considérée comme *extrémité antérieure*, est différencié un intéressant appareil fixateur que l'un de nous a décrit très brièvement dans une note antérieure <sup>(2)</sup>. Cet appareil est le résultat d'une évolution secondaire de *Cepedella* par adaptation au parasitisme. Une plage légèrement concave, s'appliquant étroitement aux cellules hépatiques et capable de prendre appui sur le cytoplasme, est en relation avec un cône de myonèmes qui occupent la région antérieure du corps. Il y a lieu de se demander si cet appareil si spécial ne résulte pas de la différenciation par transformation sur place des myonèmes de l'ancienne région pharyngienne de l'espèce ancestrale, libre ou commensale. Sous l'action de ces myonèmes, l'application de l'appareil fixateur peut être plus ou moins intense. On conçoit que par le jeu de ces éléments contractiles, l'Infusoire peut augmenter ou détruire l'adhérence de son appareil fixateur avec son substratum ; par suite, *Cepedella* peut aisément se déplacer à

(1) CASIMIR CÉPÈDE. a) C. R. Ac. Sc., 16 déc. 1907. b) C. R. Ac. Sc., 23 déc. 1907.

(2) POYARKOFF (loco cit., p. 96).

travers les diverticules hépatiques et au sein des cavités intracellulaires.

Sur l'un des bords de la face ventrale, se montre une zone cuticulaire plus résistante, non ciliée et qui constitue une sorte de squelette externe de l'Infusoire. Tantôt elle a une forme arquée assez régulière, et court de l'extrémité antérieure aiguë, vers la partie postérieure, plus ou moins rétrécie pour former une extrémité arrondie ; tantôt au contraire, la zone cuticulaire s'incurve dans sa partie médiane pour décrire un S très allongé qui remplace l'arc régulier signalé précédemment. On conçoit que la forme en S de ce bord cuticulaire épaissi facilite beaucoup la locomotion et l'insinuation du parasite d'abord parmi les diverticules hépatiques, ensuite dans le cytoplasma des cellules du foie (fig. 1).

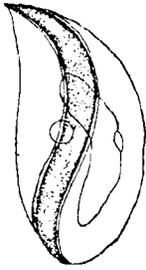


FIG. 1.

**Ciliation.** — Les stries cuticulaires ne sont pas toujours contournées ; celles qui se trouvent du côté dorsal ont une direction longitudinale droite en allant de l'extrémité antérieure à l'extrémité postérieure. L'orientation des stries d'insertion ciliaire plus ventrales est régie par celle de la zone cuticulaire dont il vient d'être fait mention. Elles s'incurvent de manière à rester à peu près parallèles à la zone d'épaississement ectoplasmique, la distance qui les sépare étant fonction de la grandeur du corps infusorial dans ses différentes régions.

Ces stries sont légèrement enfoncées dans le corps de l'Infusoire de sorte que sa section transversale a l'aspect d'une rosette.

Les cils, assez distants les uns des autres, sont très longs et très grêles. Leur battement synchrone très lent transforme les zones ciliées en sorte de flammes vibratiles dont les oscillations courent de la partie antérieure du corps vers la région postérieure.

Les cils sont un peu plus courts à l'extrémité postérieure. Les cils ne sont pas assez rigides pour se mouvoir tout d'une pièce ; le mouvement se propage de leur base à leur extrémité distale, de sorte que les cils exécutent un mouvement ondulatoire.

Cette ciliation est en relation avec l'habitat très spécial de *Cepedella*. L'appareil ciliaire doit faire les frais du déplacement de l'Infusoire dans un milieu très visqueux ; les déplacements ne sont

pas de grande amplitude et la rapidité de la locomotion est très faible. Ces raisons expliquent toute l'anatomie si spéciale de cet appareil locomoteur.

**Ectoplasme.** — En dehors de la zone cuticulaire excessivement mince et caractérisée par la différenciation que nous venons d'étudier, l'ectoplasme est presque nul. Nous n'observons pas ici la zone ectoplasmique épaisse qu'on trouve chez les *Anoplophrya*, *Hoplitophrya* et les genres voisins et dans laquelle pénètrent les racines ciliaires. Cet ectoplasme rappelle par sa ténuité celui de *Herpetophrya*, de *Protophrya* et d'*Orchitophrya*; c'est avec ce dernier qu'il a le plus d'analogie structurale.

**Endoplasme.** — L'endoplasme est finement granuleux. Parfois, il montre des espaces vacuolaires qui constituent les mailles d'un réseau dont la structure est finement grenue. Ces variations dans la structure de l'endoplasme sont corrélatives des variations du milieu.

Les échanges entre le parasite et le milieu parasitaire s'effectuent en très grande partie par l'intermédiaire des vacuoles pulsatiles chez la plupart des Infusoires astomes (*Anoplophrya*, *Hoplitophrya*, etc.). Aussi les variations de tonicité du milieu agissent-elles surtout sur ces éléments contractiles; chez les espèces qui comme *Cepedella hepatica*, *Orchitophrya stellarum*, n'ont pas de vacuole pulsatile, ces échanges s'effectuent surtout par la surface du corps infusorial. Ces Infusoires vivent dans un milieu très nourricier et, chez *Cepedella*, le confinement dû à l'endoparasitisme intracellulaire vient encore s'ajouter pour donner à l'Infusoire un milieu très nutritif. Le volume de la cavité intracellulaire habitée par le parasite est très restreint et bien que le milieu varie quelque peu selon l'état physiologique de la glande hépatique, la tonicité de ce milieu doit être sensiblement la même pendant l'activité et le repos du foie. Ces faits expliquent l'absence de vacuole contractile (1).

Dans l'endoplasme, on observe encore assez souvent des formations spéciales qui, après coloration, apparaissent en coupe optique, comme des anneaux plus chromatiques que l'endoplasme, mais moins colorés que les noyaux. Généralement isolées chez un même Infusoire, on peut en compter, suivant les cas de 2 à 10 chez une

(1) SIEDLECKI (1902) explique également par l'éthologie parasitaire, l'absence de vacuole contractile chez son *Herpetophrya astoma*, parasite de la cavité générale des Polymnies.

même *Cepedella*. Elles sont assez souvent placées au voisinage immédiat du macronucleus. Ces formations sont peut-être des produits d'excrétion, peut-être aussi des substances de réserve.

**Noyaux.** — Nous avons pu étudier la structure du macronucleus et du micronucleus avec une très grande précision de détails. Les méthodes qui nous ont permis ces observations sont : la fixation à l'aide du sublimé acétique selon la formule de GILSON, le sublimé alcoolique de SCHAUDINN et le picroformol acétique de BOUIN ; la coloration par l'hématoxyline ferrique de HERDENHAIN et par l'hémalun de MAYER suivie d'une coloration cytoplasmique à la fuchsine-aurantia ou à l'éosine-orange.

Contrairement à ce qu'on observe chez d'autres Astomes (*Anoplophrya alluri* CÉPÈDE, *Anoplophrya Brasili* LÉGER et DUBOSCQ,) le micronucleus n'a pas une place définie au sein du cytoplasma infusorial, pas plus d'ailleurs que le macronucleus. Toutefois, ce dernier semble occuper approximativement le centre de gravité de l'Infusoire.

**Micronucleus.** — A l'état statique, le micronucleus est sphérique, séparé du protoplasme environnant par une mince membrane chromatique très avide des colorants nucléaires et il présente un suc micronucléaire très foncé. Nageant dans ce suc nucléaire, on observe de très fins filaments de linine sur lesquels reposent des grains chromatiques de taille variée dont certains sont excessivement ténus. De la chromatine beaucoup plus compacte, affectant la forme de corpuscules irréguliers ou de bâtonnets très avides de laque ferrique, est tassée contre la périphérie qu'elle teinte d'une couleur beaucoup plus foncée (fig. II).



FIG. II.

*Cepedella hepatica* Poy. × 1650 env. (à l'état statique.)

Le cytoplasme n'est représenté que par une teinte

plate, tandis que les éléments nucléaires sont dessinés à la chambre claire oc. 4. Ach. 1. 5. Zeiss comme dans les autres figures du texte.

**Macronucleus.** — A ce stade, le macronucleus normal a une forme massive irrégulière. Une mince membrane chromatique le sépare du protoplasma (fig. II). Son suc nucléaire est foncé. Le plus souvent, il se colore d'une manière compacte. C'est à peine

si on peut observer par place quelques grains plus foncés (fig. 1 et 2, pl. VI). Dans des colorations très électives, le contenu macronucléaire se laisse définir en un lacis de filaments de linine très fins, enchevêtrés sans ordre apparent et servant d'appui à des amas chromatiques dont les uns ont la forme de grains, d'autres celle de bâtonnets, alors que d'autres enfin ont une forme de courts bâtonnets plus ou moins réguliers (fig. II.)

Nous avons observé, à côté de ces macronucléi normaux de forme toujours plus ou moins globuleuse, des *Cepedella* qui montraient un macronucleus plus ou moins diffus de forme et de structure très particulières. Nous nous contenterons de décrire les cas représentés dans les fig. III, IV, V et VI. Auparavant, il est intéressant de remarquer que chez ces individus, la forme générale du corps infusorial est bien conservée et que la structure du micronucleus est absolument normale. Deux hypothèses peuvent être émises sur la nature de ces exceptions. Pour la première, ces macronucléi sont des anomalies ou des accidents de préparation. Pour la deuxième, ces éléments nucléaires sont normaux et le macronucleus de *Cepedella* présidant à la vie végétative de l'Infusoire est susceptible de se déformer de manières très variées et possède un certain amœboïsme. Le fait que les autres éléments cytologiques de l'Astome ont conservé leurs caractères anatomiques normaux permet de rejeter la première hypothèse, quelques cas *très rares* de dégénérescence pouvant seuls être interprétés par elle.

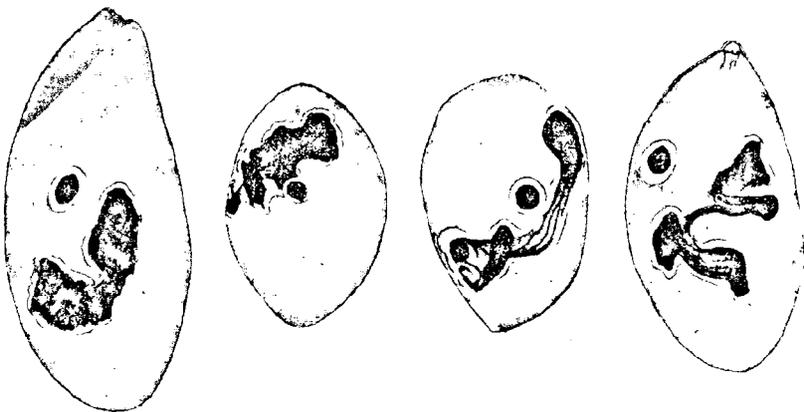


FIG. III, IV, V et VI.

Macronuclei diffus de *Cepedella hepatica*  $\times 1650$  environ.

La deuxième hypothèse que nous accepterons nous permet d'établir une comparaison entre cet amœboïsme et celui que CAULLERY ET MESNIL (1907) ont observé chez *Rhizocaryum concavum*, que l'un de nous (1907) a noté chez *Anoplophrya alluri* et d'expliquer la forme du macronucleus décrite par E. FAURÉ-FRÉMIET (1907) chez *Anoplophrya striata* DUJARDIN (1).

Dans la fig. III, le macronucleus, allongé comme pour un début de division transversale, ainsi que l'indique d'ailleurs la forme ellipsoïde du micronucleus, montre sa chromatine comme amassée selon certaines zones du reticulum de linine constituant des plages allongées obscures laissant entre elles des aires plus claires où l'on ne voit que le nucléoplasma. Par endroits, de minces filaments chromatiques traversent ce dernier dans des directions variées.

Le micronucleus de la fig. IV surplombe en partie le macronucleus irrégulier. Un examen rapide pourrait même faire conclure à son absence. Il est subsphérique ce qui est l'indice de l'état statique de l'Infusoire.

Le macronucleus orienté obliquement par rapport à l'axe du corps de *Cepedella* montre sa chromatine répartie sous forme de filaments vivement colorés. Ceux-ci s'ordonnent selon un peloton irrégulier qui se groupe en trois amas principaux à grand axe presque perpendiculaire à celui du macronucleus et en un petit amas latéral duquel part un filament axial à direction légèrement sinueuse qui va rejoindre le gros amas chromatique latéral du côté opposé.

La figure suivante, V, montre un macronucleus encore plus diffus. Il semble que la chromatine ait été sollicitée par deux forces polaires d'intensité inégale qui, en allongeant le macronucleus, l'ont entraînée vers les extrémités renflées de ce bissac irrégulier.

Enfin, dans la figure VI, le macronucleus allongé s'est bouclé trois fois avec des courbes d'importance inégale rappelant la lettre grecque ζ orientée obliquement par rapport à l'axe longitudinal de

---

(1) De récentes recherches m'ont permis de contrôler sur *Anoplophrya striata* DUJARDIN, l'hypothèse que j'avais émise (1907) sur la forme de son macronucleus et la place probable de son micronucleus au sein de l'endoplasme infusorial. Dans certains cas, le macronucleus montre les expansions latérales signalées par FAURÉ-FRÉMIET (1907); le plus souvent, il a la forme rubannée irrégulière que j'ai observée pour le macronucleus d'*A. alluri* CÉPÈDE (1907). C.

l'Infusoire. Le micronucleus ellipsoïdal montre sa chromatine disposée selon un fin reticulum plus serré aux deux extrémités du grand axe et selon un plan équidistant des deux pôles de l'ellipse.

**Division transversale.** — Dans la division transversale, le micronucleus s'apprête à la division bien avant qu'on observe de changements dans le macronucleus. Toutefois, on peut assister à des dérogations à cette règle générale.

La chromatine du micronucleus, disséminée jusqu'ici d'une façon irrégulière au sein du suc micronucléaire, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, s'oriente en formant un peloton plus régulier, (fig. VIII) tandis que le micronucleus conserve encore sa forme générale sphérique.

Plus tard, le micronucleus s'étire de manière à constituer une sorte d'ellipse. Les microsomes chromatiques suivent l'orientation générale et se portent aux deux pôles de l'ellipse où ils forment deux calottes chromatiques. Des travées chromatiques longitudinales unissent ces deux calottes (fig. VII, texte).

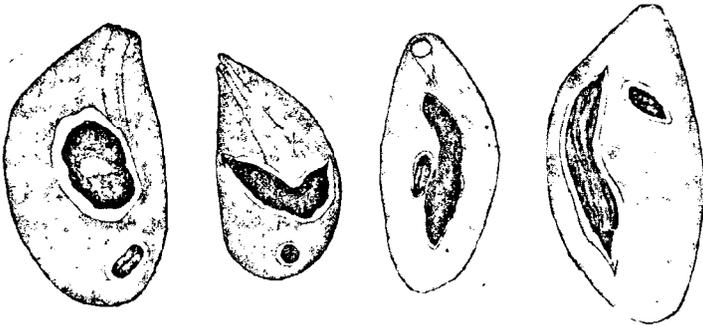


FIG. VII, VIII, IX et X.

STADES DE LA DIVISION TRANSVERSALE.

Transformations du micronucleus et du macronucleus au début du phénomène. Le cytoplasma infusorial n'est représenté que par une teinte plate.  $\times 1650$  environ.

Enfin la chromatine se condense en une sorte de peloton très épais qui conserve l'orientation générale de la figure chromatique précédente. Déjà semble s'individualiser le spirème qui donnera naissance aux chromosomes (fig. X et IX.)

Au stade suivant (fig. XI) le spirème est définitivement constitué.

Bientôt, les chromosomes vont se scinder et, l'étirement micronucléaire se continuant, ils vont se porter par moitié à chacun des pôles de la figure anaphasique (fig. XII). On voit alors dans chacune des parties renflées du bissac formé par la figure de division trois chromosomes en forme de U.

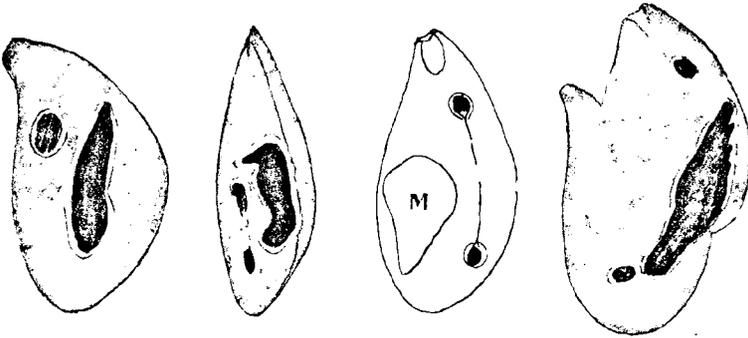


FIG. XI, XII, XIII ET XIV.

DERNIERS STADES DE LA DIVISION TRANSVERSALE.

d'après une préparation à l'hématoxyline au fer-éosine.  $\times$  1650 environ, oc. 4 obj. 1.5. cam. luc.) Dans la figure XIII, le micronucleus seul a été figuré entièrement. Le contour de l'Infusoire a été dessiné ainsi que le pourtour du macronucleus *M*.

Ceux-ci vont bientôt se tasser aux deux pôles du fuseau qui se colorent intensément, tandis que, dans le cytoplasme, achève de disparaître le filament qui unissait jusqu'ici les deux micronuclei-fils (fig. XIII). La chromatine de chacun d'eux se résoud en fins grains qui s'ordonnent selon la figure caractéristique de l'état de repos du micronucleus (fig. XIV).

Pendant que le micronucleus subissait cette série de transformations, le macronucleus évoluait sans qu'il y ait synchronisme absolu entre les variations des deux corps nucléaires.

La chromatine du macronucleus s'oriente selon un peloton d'abord très fin, assez irrégulier et très enchevêtré (fig. VII) pendant que la forme générale change. Le macronucleus s'étire dans un sens déterminé; à sa forme globuleuse primitive (fig. 1 et 2, pl. VI) succède une forme allongée (fig. II et VII). Tandis que l'étirement se continue, le peloton, qui s'oriente selon le grand axe macronucléaire, (fig. VIII, X, XII) devient de plus en plus simple et de plus en plus

épais. Finalement, le macronucleus montre un spirème enchevêtré (fig. IX, XI, XIV).

Alors apparaît un sillon dorsal et un autre sillon ventral, obliques par rapport à l'axe infusorial et presque perpendiculaires au grand axe du macronucleus. Les deux micronuclei-fils occupent alors les deux pôles de l'Infusoire (fig. XIV). Le sillon va s'approfondir (fig. 3, pl.) tandis que le macronucleus s'étire en bissac et finalement les deux Infusoires-fils qui montrent chacun l'épaississement ectoplasmique latéral se séparent. Nous revenons ainsi au stade duquel nous sommes partis.

**Action du parasite.** — La cellule hépatique parasitée par *Cepedella hepatica*, se distingue des cellules normales par son aspect vacuolaire. L'action de l'Infusoire semble s'exercer, non seulement sur la cellule qu'il parasite, mais encore sur les cellules voisines (fig. 1, pl. VI). Toutefois, chez celles-ci la dégénérescence vacuolaire n'atteint jamais en intensité celle qui a lieu dans la cellule-hôte (fig. 1 et 2, pl. VI).

L'hôte ne semble pas réagir à l'action parasitaire par la formation de tissu conjonctif de réaction qui englobe le parasite comme on l'observe dans les infections myxosporidiennes, par exemple.

---

### CONCLUSIONS.

---

En résumé, *Cepedella hepatica* POYARKOFF représente dans le groupe des Infusoires astomes un type unique jusqu'ici, tant par son anatomie (forme générale, différenciation ectoplasmique, absence de vacuole [que seules *Herpetophrya astoma* SIEDLECKI, *Orchitophrya stellarum* CÉPÈDE partagent avec elle]), que par son habitat très particulier. A ce dernier titre, elle est l'unique représentant de ce groupe qui possède un parasitisme intracellulaire et le premier Infusoire infestant le foie de son hôte. Il est le premier astome parasite des Lamellibranches. L'ancienne *Opalina mytili* de QUENNERSTEDT ne devait qu'à une observation superficielle d'être rangée dans le groupe des Infusoires astomes, sous le nom plus récent d'*Anoplophrya mytili* QUENNERSTEDT que lui avait conféré SAVILLE KENT (1880-82). MAUPAS (1883), en créant son genre *Ancistrum* y fit entrer avec raison l'*Anoplophrya (Opalina) mytili* QUENNERSTEDT.

*Cepedella hepatica* POYARKOFF constitue donc un excellent argument en faveur de la thèse soutenue par l'un de nous (3 et 4), d'après laquelle le groupe des Infusoires astomes est un groupe artificiel, hétérogène, résultant de la convergence parasitaire de plusieurs phylums d'Infusoires, le caractère commun à ses représentants, résultant de l'atrophie plus ou moins complète de la bouche, cette régression étant la conséquence de la vie parasitaire des divers types qu'il renferme.

(1a) CASIMIR CÉPÈDE. Remarques à propos des communications de MM. CAULLERY et MESNIL, FAURÉ-FRÉMIET et description d'*Anoplophrya alluri*, Infusoire astome parasite de l'intestin d'*Allurus tetraedrus* Sav. C. R. Congrès A. F. A. S. Reims. Séance du 2 août 1907, p. 251, tome 1.

(1b) CASIMIR CÉPÈDE. Sur un nouvel Infusoire astome parasite des testicules des Etoiles de mer. — Considérations générales sur les ASTOMATA. C. R. Congrès A. F. A. S. Reims. Séance du 3 août, 1907, p. 258, tome 1.

(2) Dans un mémoire récent (Ueber ein parasitisches Infusor aus dem Darne von *Ophelia limacina* (Rathke) *Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. XC. 1908*), AWERINZEW a, par des recherches personnelles faites en dehors des recherches de CÉPÈDE, entièrement confirmé les vues de ce dernier sur la systématique et la phylogénie du groupe des Infusoires astomes.

---

## INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- 
- 1) 1908. AWERINZEW. — Ueber ein parasitisches Infusor aus dem Darne von *Ophelia limacina* (Rathke). *Zeitschr. für Wiss. Zool.* Bd, XC, 1908 (tirage à part). 1 pl.
  - 2) 1907. CAULLERY ET MESNIL. — Sur l'appareil nucléaire d'un Infusoire (*Rhizocaryum concavum* n. g., n. sp.) parasite de certaines Polydores (*P. cæca* et *P. flava*). *C. R. Ass. fr. Avanc. Sc. Reims*, 1907, t. I, p. 250-251, 3 fig. texte.
  - 3) 1907a. CÉPÈDE (Casimir). — Remarques à propos des communications de MM. CAULLERY et MESNIL, et FAURÉ-FRÉMIET et description d'*Anoplophrya alluri*, infusoire astome parasite de l'intestin d'*Allurus tetraedrus* Sav. *C. R. Ass. fr. Avanc. Sc. Reims*, 1907, t. I, p. 251.
  - 4) 1907b. CÉPÈDE (Casimir). — Sur un nouvel Infusoire astome parasite des testicules des Etoiles de mer. Considérations générales sur les *Astomata*. *C. R. Ass. fr. Avanc. Sc. Reims*, 1907, t. I, p. 258.
  - 5) 1907c. CÉPÈDE (Casimir). — La castration parasitaire des Etoiles de mer mâles par un nouvel Infusoire astome : *Orchitophrya stellarum* n. g., n. sp. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 16, XII-1907.
  - 6) 1907d. CÉPÈDE (Casimir). — L'adaptation au milieu marin d'*Orchitophrya stellarum* CÉPÈDE, Infusoire astome parasite des testicules des Etoiles de mer. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 23, XII, 1907.
  - 7) 1907. FAURÉ-FRÉMIET (Emmanuel). — L'*Anoplophrya striata* DUJ. *C. R. Ass. fr. Avanc. Sc. Reims*, 1907, t. II, p. 653.
  - 8) 1880-1882. KENT (Saville). — A manual of the Infusoria. London, 1880-82. Atlas. 51 pl.
  - 9) 1904. LÉGER ET DUBOSCQ. — L'*Anoplophrya Brasili* LEG. et DUB. *Arch. Zool. expérim.* (4<sup>e</sup> série), t. II, 1904, p. 337.
  - 10) 1883. MAUPAS (Emile). — Contribution à l'étude morphologique et anatomique des Infusoires ciliés. *Arch. Zool. expérim.* (2<sup>e</sup> série), t. I, 1883.
  - 11) 1909. POYARKOFF (Eraste). — *Cepedella hepatica*, cilié astome nouveau parasite du foie des Cyclas. *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie*. Séance du 16 janvier 1909, t. LXVI, p. 96.
  - 12) 1867. QUENNERSTEDT. — Bidrag till Sveriges Infusorie fauna. *Acta Univ. Lundensis*, 1867, t. IV, n<sup>o</sup> 7.
  - 13) 1902. SIEDLECKI (Michel). — L'*Herpetrophrya astoma*, n. g., n. sp., infusoire parasite des Polymnies. *Krakow. Rozpr. Akad.* Bd 42., 1902, p. 356-358. 1 pl.
-



---

---

**D<sup>r</sup> JAN TUR,**

Assistant à l'Université de Varsovie.

---

## OBSERVATIONS SUR LA PERVERSION DE L'INSTINCT MATERNEL.

C'est un fait bien connu que celui de la perversion de l'instinct maternel chez les femelles de certains mammifères, qui les pousse à dévorer leurs rejetons, immédiatement après les avoir mis bas. Ce phénomène si étrange, d'ailleurs incompatible avec les prétendus « intérêts de l'espèce », a été maintes fois constaté chez les animaux domestiques : chiennes, chattes, truies. Mais, à ma connaissance, on n'en a jamais présenté une observation complète, permettant d'établir le sens vrai de cet acte. La présente note apporte quelques indications montrant que les conditions qui déterminent cette anomalie de l'instinct maternel sont liées aux soins les plus tendres dont les femelles entourent leurs petits.

L'occasion s'est présentée à moi d'étudier de près pendant quatre ans une chatte qui m'avait été donnée toute jeune par mon ami et confrère M. le D<sup>r</sup> M. A. PRZESMYCKI. La mère de cette chatte était une jolie angora blanche, tout à fait normale, mais douée d'une lascivité excessive, sous l'influence de laquelle elle bouleversait toute la maison au moment de la période du rut, se livrant à des sauts et des cris désordonnés. La jeune chatte-fille, provenant d'un père inconnu, mais sans doute d'une race commune — les angoras étant très rares à Varsovie — tient de sa mère la coloration blanche des poils, ceux-ci étant moins longs que ceux des angoras purs. Elle était d'une constitution plutôt chétive, mais normale dans l'ensemble, sauf une malformation congénitale légère assez curieuse : elle présentait un développement hétérotopique de poils à la face interne des paupières, de sorte que la cornée était exposée à des frottements incessants.

D'une humeur plutôt sauvage, la chatte montra comme sa mère

vers l'âge de la puberté des appétits sexuels très prononcés ; sa première gestation aboutit à un résultat tout à fait imprévu : un jour, aux environs du terme, après une absence de quelques heures, la chatte reparut, les flancs flasques, les poils tachetés de sang et en proie à des vomissements violents. Il était évident qu'elle venait de mettre bas quelque part, sans qu'il fut tout d'abord possible d'en découvrir les traces. Le lendemain seulement, dans une armoire à vieux chiffons, on trouva des taches abondantes de sang ; la seule conclusion possible était que la chatte avait dévoré ses petits.

Le fait attira mon attention et, dès la seconde gestation, qui survint bientôt après, j'observai de près les allures de l'animal. Vers le terme, je préparai une corbeille qui devait servir de « nid » pour la mise bas : la chatte s'en accommoda fort bien. Constatant l'apparition d'allures spéciales, je m'installai de façon à pouvoir tout observer sans déranger l'animal. Bientôt, le premier chaton apparut ; la mère se mit, comme d'habitude, à déchirer les annexes pour délivrer le fœtus, puis commença à dévorer le placenta et l'amnios ; elle entama avec ses dents le cordon ombilical, mais, au lieu de s'arrêter vers la moitié de celui-ci, elle le suivit dans toute sa longueur, puis, parvenue au niveau de l'abdomen du petit, loin de s'arrêter, elle y implanta les dents provoquant une déchirure des parois par où sortirent les anses intestinales.

Alors, je retirai le cadavre du petit chat et j'attendis l'apparition du suivant : les mêmes actes se reproduisirent ; je l'empêchai toutefois d'atteindre avec ses dents le ventre du nouveau-né, en sectionnant avec des ciseaux, d'un mouvement brusque, le cordon ombilical, et en retirant du nid le chaton vivant, que je mis de côté. Avec les trois petits suivants, la chatte aurait évidemment répété le même acte d'infanticide inconscient ; mais, chaque fois, je lui enlevais le chaton. Lorsque le dernier chaton fut retiré du nid, la mère montra des signes non équivoques d'inquiétude, comme surprise de ne pas trouver sa progéniture autour d'elle. Je lui rendis alors l'un des chatons, mais avec des précautions suffisantes pour le protéger contre les dents de sa mère ; je fus fort étonné de voir celle-ci se mettre, avec une tendresse tout à fait normale, à lécher et à allaiter le petit qu'elle avait failli dévorer quelques minutes auparavant. Rassuré par ce spectacle, je rendis à la mère tous les autres chatons qui reçurent aussitôt les mêmes soins dont ils n'ont pas cessé d'être entourés jusqu'au terme normal de l'élevage.

Il est donc évident que la perversion de l'instinct est ici limité au moment où la mère sépare les petits de leurs annexes. Chez les femelles normales des Carnivores, l'« instinct » singulier qui les pousse à dévorer les annexes s'arrête au cordon ombilical ; chez notre chatte anormale, l'« instinct » ne connaissait évidemment ces limites habituelles : peut-on dire qu'il s'agit ici d'une hypertrophie spéciale de cet instinct ?

Un an après, notre chatte mit bas une nouvelle portée ; cette fois, sans que j'eus à intervenir, elle se comporta normalement ; elle a élevé ses chatons avec tous les soins possibles. Cette « guérison » n'était qu'apparente ; la portée suivante (quatrième) subit le sort de la première. Il est inutile d'ajouter que ces variations de l'instinct échappent à toute analyse immédiate.

\* \* \*

La progéniture de notre chatte mérite de retenir l'attention, quoique à un autre point de vue. Dans chaque portée se trouvaient toujours des chatons de deux types tout à fait distincts : les uns étaient tous blancs, comme la mère ; les autres — à stries foncées sur fond gris, sans aucune tache blanche — ressemblaient évidemment au père. Il semble bien que nous ayons à faire à un exemple frappant d'hérédité unilatérale. Ajoutons que les chatons à ressemblance paternelle étaient tout à fait normaux : leur croissance s'effectuait bien vite et tout leur aspect était celui des chats ordinaires de la race commune. Au contraire, les chatons blancs présentaient tous les signes d'une dégénérescence évidente, se manifestant par des signes variés : les uns étaient atteints de la même malformation des yeux que nous avons observée chez leur mère ; les autres présentaient des signes d'une sorte de paralysie des membres postérieurs : ils se traînaient péniblement sur leurs pattes de devant, comme les animaux dont la moelle épinière a subi une lésion traumatique. Les autres, enfin, sans présenter de malformations définies, étaient tous d'une taille trop petite, d'une constitution chétive et mouraient au bout de quelques semaines.... En un mot, la lignée ressemblant à la mère s'est montrée tout à fait incapable de vivre.

Pourra-t-on considérer la malformation des paupières de la chatte anormale comme un « stigmate » de la dégénérescence de son

système nerveux, comme substratum des instincts pervers ? Pourrait-on chercher dans les chatons anormaux de la « lignée maternelle » des « stigmates » héréditairement transmis ?.. Je serais plutôt porté à admettre qu'on ne saurait définir ici, pas plus qu'ailleurs, — des stigmates précis de « dégénérescence ». Il serait beaucoup moins risqué de dire simplement que nous avons ici à faire avec quelques troubles généraux d'équilibre organique, qui se révélaient par des malformations hétérogènes, aussi bien chez la femelle anormale, que chez ses descendants.

On a suffisamment abusé de cette notion si vague et imprécise des « stigmates anatomiques de dégénérescence ». Après les excellentes études critiques d'Etienne RABAUD (1) il est inutile d'insister sur ce point-là. Le déséquilibre du système nerveux de notre chatte infanticide pouvait bien être accompagné par telle ou telle malformation tératologique d'une façon purement accidentelle, concomitante, mais dont la présence n'était pas du tout obligatoire.

Varsovie, Mars 1909.

---

(1) ETIENNE RABAUD : « Les stigmates anatomiques de la dégénérescence mentale ». *Revue de l'Ecole d'Anthropologie*, 1904.

---

---

---

GEORGES BOHN.

---

LES VARIATIONS DE LA SENSIBILITÉ  
PÉRIPHÉRIQUE CHEZ LES ANIMAUX,

essai d'application de la chimie physique à la psychologie animale.

---

*Importance des états chimiques internes en psychologie animale.* — Tout être vivant, comme l'a dit LOEB, doit être considéré comme une *machine chimique*. Telle réaction est le résultat de l'action des masses de deux ou plusieurs substances actives, l'excitant qui la provoque apportant la quantité d'énergie nécessaire à l'accomplissement de l'action chimique, ou bien modifiant tout simplement les surfaces de contact entre les substances actives.

Pour comprendre les réactions qui ont lieu à un moment donné, il y a donc lieu de tenir compte, en outre des forces du milieu extérieur, des états chimiques internes.

Or, ceux-ci sont essentiellement variables ; ils varient, non seulement d'une espèce à l'autre, d'un individu à l'autre, mais encore, chez un même individu, d'un point du corps à l'autre, d'un instant à l'autre. L'état chimique interne d'un être vivant est modifié constamment par le milieu extérieur et par l'activité même de l'organisme ; l'état présent dépend de tout le passé de l'être.

On conçoit toute l'importance de la considération *états internes* en psychologie animale.

Il y a déjà 20 ans que Jacques LOEB a insisté sur leur intervention dans les réactions les plus simples dont il a examiné les mécanismes chez les animaux inférieurs. Ces jours-ci, il le rappelait encore dans la belle étude qu'il vient de consacrer aux tropismes (1).

---

(1) J. LOEB : *die Bedeutung der Tropismen für die Psychologie*, Leipzig, 1909. Voir aussi : les Tropismes et la psychologie, *Revue des idées*, 15 octobre 1909.

« Dans les conditions naturelles, dit-il, l'héliotropisme n'apparaît dans la plupart des cas qu'à certains stades du développement ou à certains moments de la vie de l'être, en quelque sorte périodiquement.

« J'ai déjà mentionné que, chez les Aphides, les réactions héliotropiques ne se manifestent nettement que quand les insectes ont acquis des ailes et ont quitté la plante. L'influence des réactions chimiques internes est encore plus nette chez les chenilles de *Porthesia chrysorrhœa*. Ces chenilles éclosent en automne et passent l'hiver dans des nids ; au printemps, et même en hiver si on élève la température, elles en sortent, chassées par la chaleur. Elles présentent alors un phototropisme positif des plus nets, et je n'ai trouvé chez aucun animal pris dans des conditions naturelles une sensibilité héliotropique plus accusée que chez les chenilles de *Chrysorrhœa*. Mais dès qu'elles ont mangé, leur héliotropisme positif disparaît et ne réapparaît plus même quand on les fait jeûner à nouveau. Il est évident que les échanges en rapport avec la nutrition ont conduit, directement ou indirectement, à une inhibition ou à une suppression définitive des réactions photochimiques que l'animal présentait auparavant. Chez les Fourmis et les Abeilles, l'héliotropisme positif apparaît sous l'influence d'autres facteurs. Il semble être déterminé par les produits des glandes sexuelles. Tandis que les Fourmis ouvrières ne présentent pas de réactions héliotropiques, chez les mâles et chez les femelles se développe à l'époque de la maturité sexuelle un héliotropisme positif des plus intenses. Il se forme donc des substances qui élèvent la sensibilité héliotropique et dont la proportion augmente avec le degré de maturité sexuelle. KELLOG a constaté quelque chose d'analogue chez les Abeilles. Le fait que, pendant la maturation sexuelle, il se forme des substances particulières qui viennent influencer divers organes est bien connu. Ainsi, d'après LÉO LOEB, les substances mises en liberté par la rupture d'un follicule ovarien sont susceptibles de rendre particulièrement sensible l'utérus même non gravide qui répond alors à toute excitation mécanique par la formation d'une caduque. Cet auteur a pu obtenir, par ce procédé, aussi souvent qu'il le voulait, la formation de caduques dans un utérus non gravide ; or, sans la substance folliculaire, jamais on n'obtient ce résultat ».

LOEB montre ensuite la grande importance biologique des substances sensibilisatrices, qui proviennent du milieu extérieur ou

de l'activité interne elle-même (nutritive, reproductrice, locomotrice...).

Il signale que de nombreuses observations du même ordre se trouvent dans mes travaux et ceux de PARKER.

J'ai fait porter, en effet, tous mes efforts sur l'étude systématique des états chimiques internes ou « états physiologiques », et mes premières recherches dans ce sens ne datent pas d'hier.

Avant même de pénétrer dans le domaine de la psychologie comparée, j'envisageais déjà les faits biologiques du point de vue de l'éthologie. Dès 1897, je montrais que, chez les Crustacés, beaucoup de particularités des mécanismes respiratoires sont en relation avec les divers habitats et genres de vie. En 1902, j'insiste sur ce fait que des Arénicoles placées dans une masse de sable humide s'orientent différemment suivant les habitats dont ils proviennent, et en 1903 je m'efforce de dégager toute la portée biologique d'un autre fait, à savoir que les réactions des *Convoluta* changent d'intensité, et même de signe, suivant les heures de la marée. Mais c'est en 1904, à propos des Littorines (1), que j'ai surtout montré toute l'importance des états chimiques internes et des influences passées : les réactions diffèrent avec les habitats de diverses zones et les périodes des rythmes acquis ; il y a lieu de tenir compte des particularités individuelles, certains individus s'écartent en plus ou en moins du type moyen. En 1905, sur des Crustacés (2), je fais voir que l'état chimique est modifié après l'exposition prolongée à un excitant, à la lumière par exemple, et cela surtout quand il y a dans l'organisme des substances aussi instables que les pigments, dont le métabolisme est modifié par la lumière ; je fais voir encore que l'état chimique est modifié après une période d'activité. Il ressort de mes recherches sur les Actinies (3) (1906) que ces animaux gardent facilement les empreintes des agents extérieurs, de la lumière en particulier, et que leurs états physiologiques sont très variables, très instables. Chez les

---

(1) Voir *C. R. Académie des Sciences*, CXXXIX et *C. R. Société de Biologie*, LVII, et surtout : Attractions et oscillations des animaux sous l'influence de la lumière, *Institut gén. psychologique*, Mémoires I (avril 1905.)

(2) Voir : Impulsions motrices d'origine oculaire chez les Crustacés, *Institut gén. psychologique*, Bulletin V (1905.)

(3) Voir : les États physiologiques des Actinies, *Institut gén. psychologique*, Bulletin VII (1907.)

Étoiles de mer (1) (1907), comme chez beaucoup d'animaux précédents, j'ai tenu compte d'un certain coefficient individuel.

La lecture des travaux que je viens d'indiquer brièvement suffira pour montrer que j'ai envisagé les diverses variations des états internes qui sont en rapport : 1° avec les habitats, 2° avec les rythmes vitaux, 3° avec les individus, 4° avec des excitations plus ou moins prolongées, 5° avec des activités plus ou moins prolongées, etc.

Si je n'avais fait que mettre en évidence les variations des états internes, je ne me montrerais que fort peu satisfait ; j'ai cherché à montrer que cette *variabilité est soumise à certaines lois*, et j'ai eu la satisfaction de réussir dans certains cas. Là où j'ai subi des échecs, j'ai vu l'intervention de facteurs complexes, et j'ai la ferme conviction que d'autres arriveront à débrouiller ceux-ci, car je suis, j'ai toujours été fermement convaincu du déterminisme de tous les actes des animaux, quel que soit, bien entendu, le degré de leur perfectionnement organique.

Je ne me suis pas contenté de noter les divers états internes, j'ai cherché les causes qui les déterminent, et, dans certains cas, la connaissance de ces causes m'a permis de les faire apparaître à volonté ; par des traitements déterminés, j'ai façonné la matière vivante de certains organismes dans tel ou tel autre sens déterminé. Je crois qu'il ne peut pas y avoir de plus grande satisfaction pour un biologiste que celle de sentir qu'il devient maître plus ou moins du phénomène qu'il observe, et j'ai eu souvent à la pensée cette parole de LOEB, répétée par GIARD : « L'analyse qui est nécessaire pour nous rendre maître des phénomènes de la vie fournit une base plus sûre que celle qui tend directement à les expliquer ».

*Diverses manières d'envisager les états physiologiques.* — Les divers « états physiologiques » se traduisent par les manières variées dont les animaux réagissent. Mais je crois qu'on n'est pas très avancé dans l'analyse des phénomènes, quand on dit : à l'état dit A correspond un mouvement M, et à l'état dit A' correspond un mouvement M'. Il faut chercher à définir les « états physiologiques » autrement que par les mouvements qui leur correspondent.

J'ai considéré les « états physiologiques » comme des *fonctions de plusieurs variables*, et j'ai cherché à dégager ces variables. Pour

---

(1) Voir : les Essais et les erreurs chez les Étoiles de mer et les Ophiures, *Institut gén. psychologique*. Bulletin VIII (1907.)

cela les considérations de la chimie physique introduites en psychologie animale par Jacques LOEB m'ont été des plus précieuses.

Dans certains cas simples, il arrive que l'état physiologique qui est en jeu est défini par la masse actuelle d'une certaine substance active qui se trouve dans l'organisme. Par exemple, l'état physiologique peut dépendre de la plus ou moins grande richesse d'un certain tissu en pigment.

On conçoit que, à cet égard, il y a à tenir compte des différences individuelles, certains individus se montrant plus actifs que d'autres à fabriquer le pigment ; de même les médecins ont à tenir compte des diathèses, des tempéraments individuels ; les individus riches en acide urique se comportent différemment des autres.

La masse de la substance active peut varier sous l'influence directe d'une des forces du milieu extérieur : ainsi, c'est un cas fréquent celui du pigment qui, exposé à la lumière, se détruit.

Les substances sensibilisatrices de LOEB agiraient, au contraire, en augmentant la masse de la substance active. Ainsi, parfois il suffit d'ajouter un peu d'acide pour rendre sensible à la lumière un animal qui ne l'était pas. Il semble que l'acide agisse à la façon d'un catalyseur. STIEGLITZ, en effet, a montré que, dans la catalyse de certains corps organiques, l'acide ne fait qu'augmenter la masse des substances qui subissent la transformation. Et LOEB admet, du moins, « provisoirement », que « l'acide rend les animaux plus fortement héliotropiques parce qu'il augmente la masse active de la substance photo-chimique. »

Du point de vue de la chimie physique, les variations des réactions en relation avec les états internes se comprennent aisément.

L'étude des états internes envisagée à ce point de vue ne peut être que très féconde. Malheureusement elle a été abordée également, dans ces derniers temps, par quelques auteurs non initiés aux notions de la chimie physique. Aussi, pour ceux-ci les états internes sont restés des choses mystérieuses. Ces états internes, ils laissèrent croire au grand public qu'ils les avaient découverts, et que devant eux la nouvelle psychologie devait échouer ; ces états internes, ils les présentèrent comme la faillite de la théorie des tropismes et autres théories analogues.

Les auteurs dont il vient d'être question peuvent se répartir en deux catégories.

Les uns désignent les états physiologiques par les lettres, A, B, C,

D,... et ne cherchent pas à les déterminer chimiquement et causalement, comme si aucune loi ne présidait au passage de l'un à l'autre, comme s'ils étaient les effets d'un pur hasard, ou les manifestations des caprices d'un individu, qui marquerait ainsi son affranchissement des forces du milieu extérieur. Ces auteurs s'attachent à décrire les mouvements « capricieux » des animaux, parlent d'« essais et erreurs ». Récemment encore l'un d'eux <sup>(1)</sup> s'étonnait que j'aie pu prévoir dans certains cas les réactions de mes animaux, soutenant, ce qui est inexact, que les états physiologiques ne peuvent être connus que par les mouvements correspondants : ce ne serait que quand le mouvement a lieu qu'on pourrait savoir si l'état interne a changé. Là se montre bien la mentalité des partisans de la théorie des essais et erreurs, qui ne se rendent pas compte que les états physiologiques sont déterminés *fatalement* par un certain nombre de circonstances passées auxquelles les animaux ont été soumis. Après une étude analytique préliminaire, on arrive parfaitement à prévoir que l'état interne s'est modifié dans un sens déterminé, et l'observation du mouvement n'est plus que le contrôle, qu'on ne doit jamais omettre d'ailleurs.

D'autres auteurs, encore moins pénétrés que les précédents de la culture scientifique, voient dans les états physiologiques quelque chose d'encore plus mystérieux, les manifestations de quelque pouvoir indépendant des forces physico-chimiques et dominant en quelque sorte la matière vivante, les manifestations de quelque être surnaturel : « volonté », « esprit », « psyché ». Au fond, les partisans de la théorie des essais et erreurs ne me paraissent pas envisager les choses d'une manière bien différente.

*Modifications des états chimiques internes dues à l'activité même de l'organisme.* — Je reviens à la chimie physique pour chercher à me rendre compte comment l'activité même de l'organisme peut entraîner des changements de l'état interne, qui à leur tour modifient cette activité.

Je vais considérer une activité et supposer que cette activité dépend des réactions réciproques dans l'organisme de substances chimiques actives ; j'envisagerai deux cas particulièrement intéressants.

1<sup>o</sup> L'activité considérée est la réponse à un certain excitant. A

---

(1) Voir *Psychological Bulletin*, 15 août 1909, p. 277.

mesure que les excitations se répètent, l'activité diminue d'intensité, comme s'il se produisait une désensibilisation de l'organisme vis-à-vis de l'excitant. Chaque excitation entraîne en effet une accélération de la vitesse des réactions dans les cellules sensorielles, les nerfs, les cellules nerveuses centrales, etc., et se traduit finalement pour l'organisme par un déficit d'une ou plusieurs substances particulièrement actives. D'une excitation à la suivante, si l'intervalle de temps entre deux excitations est faible, *le déficit va en s'accroissant*. L'appauvrissement des cellules en substances actives se révèle précisément par l'affaiblissement de la réaction considérée, et finalement celle-ci cesse de se produire. Il y a là une sorte de « fatigue sensorielle », et il faut laisser le temps à l'organisme de reformer les substances actives, par la voie des processus habituels de nutrition, de se « reposer » comme on dit avec assez peu de précision.

J'aurai précisément l'occasion, au cours de ce travail, de discuter les diverses interprétations qui ont été invoquées pour expliquer ce fait devenu banal de l'« accoutumance aux excitants ». L'interprétation à laquelle conduisent les considérations de la chimie physique se montre plus satisfaisante que les autres pour un esprit vraiment scientifique.

2<sup>o</sup> L'activité considérée a lieu en dehors de l'appareil sensoriel, mais vient modifier par contre-coup les processus qui se passent dans celui-ci.

a) J. LOEB a montré que le fonctionnement de l'appareil locomoteur entraîne la formation dans l'organisme de substances chimiques qui y agissent comme des « catalysateurs » (voir plus haut), y jouent le rôle de « sensibilisateurs ».

b) Mais les mouvements, les déplacements des diverses parties du corps peuvent avoir une influence directe sur la vitesse des réactions chimiques qui se passent à la périphérie de l'organisme, et par conséquent sur les variations de la sensibilité périphérique.

C'est là le point de vue, tout nouveau je crois, que j'envisagerai dans ce court mémoire. J'espère que les quelques résultats que j'ai déjà obtenus suffiront à montrer son intérêt et toute son importance.

*Variations de la sensibilité qui sont fonction des variations d'étendue de la surface du corps.* — J'ai reconnu, en effet, qu'il y a des variations de la sensibilité qui sont fonction, non pas seulement

de l'étendue de la surface du corps (ce qui était plus ou moins connu), mais encore et surtout des variations de cette étendue.

variations de la sensibilité =  $f\left(\frac{ds}{dt}\right)$ ,  $s$  étant la surface,  $t$  le temps.

Je me suis adressé pour le démontrer à des animaux aussi extensibles que les Polypes ; j'ai fait à cet effet de nombreuses expériences et observations sur ceux-ci pendant l'été 1908, à la station biologique d'Arcachon, et pendant le mois de septembre 1909, au laboratoire Arago, à Banyuls-sur-mer (1).

Mais j'ai pu étendre les résultats trouvés à d'autres animaux, et dès maintenant je crois qu'il y aura lieu d'en tenir compte dans beaucoup d'interprétations de la psychologie des animaux inférieurs.

Dès ce moment, je ferai remarquer, qu'à ce point de vue les animaux peuvent se répartir en trois grandes catégories.

1° Animaux tels que les Polypes, les Vers, dont la surface du corps peut subir des variations d'étendue parfois très considérables ; animaux qui présentent des extensions et des rétractions, totales ou partielles, très marquées.

2° Animaux tels que les Arthropodes, dont seulement certaines portions de la surface du corps (surfaces articulaires) peuvent subir des variations notables d'étendue.

3° Animaux tels que les Vertébrés, où la surface du corps tout entière, et où les surfaces sensorielles en particulier, ne varient guère d'étendue.

Il y a bien entendu des cas intermédiaires.

J'envisagerai ici seulement la première catégorie d'animaux, et plus spécialement les espèces suivantes :

*Veretillum cynomorium* Pall.

*Pteroides griseum* Bohadsch.

*Heliactis bellis* Ell. et Soland.

*Cerianthus membranaceus* H.

Les Vérétilles, ou colonies molles de Polypes, qui peuvent subir des extensions considérables et ensuite se rétracter et se réduire à presque rien, ont été pour moi un matériel des plus favorables.

---

(1) Je tiens à adresser mes plus vifs remerciements aux directeurs de ces laboratoires, MM. JOLYET et SELLIER d'une part, MM. PRUVOT et RACOVITZA d'autre part, pour l'accueil qu'ils m'ont fait et les facilités de travail qu'ils m'ont données.

### I. Observations sur les Vérétilles.

*Habitat et conditions de vie.* — Les animaux que j'ai étudiés provenaient de fonds sableux situés à une certaine profondeur et avaient été ramenés par la drague ; mes observations ont été faites, par suite, dans des aquariums, à eau courante ou stagnante, garnis d'un fond de sable ; j'ai évité l'exposition à une lumière trop vive, qui s'est montrée très nuisible à ces organismes.

*Sensibilité à la lumière.* — Les Vérétilles, comme les Pennatules, sont sensibles à la lumière. Même à la lumière diffuse, quand l'éclaircissement est fort, *au bout d'un certain temps*, non seulement les Polypes sont rétractés, mais encore le volume de tout le corps a diminué considérablement ; l'ombre, au contraire, favorise l'extension de la colonie. Aussi, suivant les heures de la journée, l'aspect de l'aquarium change beaucoup. Tandis que la nuit, la plupart des colonies présentent une taille considérable et sont toutes couvertes de Polypes superbement épanouis, chaque matin, surtout dans les portions les plus éclairées de l'aquarium, beaucoup d'entre elles sont presque complètement ratatinées, le corps entier étant réduit à l'état d'un cylindre grêle et court, ou surgissant du sable sous l'aspect d'un petit mamelon ; toutefois un certain nombre des colonies, surtout parmi celles qui ne se sont pas implantées dans le sable, peuvent rester à l'état de turgescence. Petit à petit, au cours de la journée, si la lumière ne devient pas trop vive, les colonies ratatinées se gonflent d'eau, et à leur surface les Polypes s'épanouissent plus ou moins.

D'une manière générale, la sensibilité à la lumière se manifeste assez lentement, et, chez un même individu, il y a des variations de la sensibilité analogues à celles dont je vais parler.

*Sensibilité aux attouchements.* — Rien n'est plus variable que la sensibilité aux attouchements et aux secousses, et c'est là un fait tout-à-fait remarquable, qui a attiré, comme on le verra, longuement mon attention.

Je considère *une* Vérétille. A un certain moment, celle-ci se montre absolument insensible aux attouchements, que ceux-ci soient forts ou faibles, répétés ou non, qu'ils portent sur tel point ou sur tel autre du corps. Quelques heures après, bien que le milieu extérieur soit resté invariable et qu'au moins à première vue l'aspect

de la Vérétille ne soit pas changé, il n'en est plus de même : touche-t-on avec une aiguille l'un des huit tentacules d'un Polype, non seulement celui-ci se relève, mais encore les voisins font de même, et le Polype se ferme plus ou moins, son pédoncule s'inclinant sur le corps de la colonie ; touche-t-on un Polype, non seulement celui-ci se ferme en s'inclinant ou même se rétracte plus ou moins, mais encore la réponse s'étend à une étendue plus ou moins grande de la colonie. Le même animal, d'insensible qu'il était, est devenu d'une sensibilité exquise. Mais il y a un fait plus curieux encore : seules certaines régions du corps peuvent être sensibles, alors que les autres sont absolument insensibles ; et, suivant les cas, le maximum de sensibilité est à la base, au milieu ou vers le sommet de la colonie.

Tout cela, au premier abord, paraît bien mystérieux. Rien n'est changé dans le milieu extérieur, rien n'est changé dans l'aspect de la colonie ; et, malgré cela, le corps, qui tout à l'heure était absolument insensible, a acquis, au moins dans une de ses régions, une grande sensibilité. Que s'est-il passé dans cet organisme ? qu'y a-t-il de modifié dans son état interne ? Certains trouveront sans doute qu'ils ont donné une explication suffisante en disant qu'un animal aussi inférieur qu'une Vérétille est aussi « capricieux » que l'un d'entre nous.

Au lieu de s'extasier sur l'identité des aspects de la vie psychique dans toute la série animale, il vaut toujours mieux poursuivre l'analyse expérimentale des faits. En observant pendant de longues heures une Vérétille, j'ai constaté que son corps peut subir des variations de volume, se contracter, se dilater de nouveau, et que la région qui devient sensible est celle qui vient de subir une élongation. D'ailleurs je vais revenir, en donnant des détails précis, sur ces faits.

*Point sensible d'une colonie insensible.* — Mais auparavant il me faut encore signaler que, sur une colonie insensible, il y a encore un point qui conserve quelque sensibilité. Ce point est l'extrémité libre du corps.

Souvent il m'est arrivé de porter des excitations mécaniques sur les diverses régions d'une colonie turgescente et sur les Polypes bien épanouis sans obtenir la moindre réponse ; le corps a alors l'aspect d'un long cylindre, hérissé de petits tubes terminés par des étoiles à

8 branches, sauf à une des extrémités qui est susceptible de s'enfoncer dans le sable et constitue le « pédoncule » ; or, si à l'extrémité opposée, on porte rapidement une longue série d'excitations (20, 50, 100 suivant les circonstances) on arrive à obtenir la rétraction des Polypes et finalement celle de la colonie tout entière, qui peut se ratatiner complètement.

*Sensibilité géotropique de la pointe du pédoncule.* — La rétraction ainsi obtenue est suivie presque aussitôt et d'une façon presque constante de la turgescence et de l'allongement progressifs du pédoncule, qui se recourbe vers le bas et peut pénétrer ainsi dans le sable, au cas où la colonie n'était pas fixée. Il semble que l'extrémité du pédoncule qui vient de s'allonger acquiert une sensibilité géotropique très marquée.

A cet égard, je vais considérer deux Vérétilles non enfouies dans le sable ; chez l'une le corps, y compris le pédoncule, est plus ou moins turgescant depuis un certain temps ; chez l'autre le corps est rétracté, mais le pédoncule est en voie de turgescence, en train de s'allonger. Chez la première, le pédoncule, plus ou moins insensible bien qu'en contact avec le sable, ne se recourbe pas vers le bas pour s'y enfoncer ; chez la seconde, la portion du pédoncule qui vient de s'allonger, très sensible, se recourbe verticalement, même quand elle ne touche pas le sable.

Dans la figure 1, en A, est représenté le pédoncule de la première Vérétille ; il y a déjà longtemps que son élancement a été obtenu, et sa pointe ne présente aucune tendance à l'orientation géotropique ; en B est figurée la série des élancements du pédoncule de l'autre Vérétille ; bientôt la pointe qui correspond à l'étirement en longueur le plus considérable s'infléchit vers le bas. Il est intéressant de remarquer qu'il se forme successivement des sortes d'ampoules :  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , et que chaque ampoule une fois constituée reste invariable de longueur, l'étirement se faisant surtout aux dépens des téguments de l'extrémité.

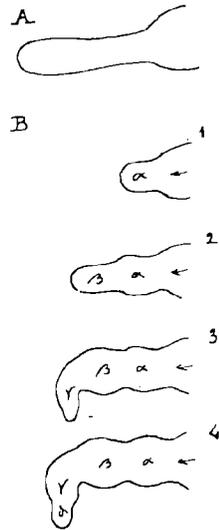


FIG. 1. — Gonflement progressif du pédoncule.

Si l'on suspend dans la masse liquide la Vérétille, les mêmes phénomènes peuvent se produire; ils sont donc indépendants du contact du sable. Après un certain temps, la pointe, qui ne s'allonge plus, perd progressivement sa sensibilité géotropique. L'expérience réussit très bien surtout avec une Pennatule (*Pteroides griseum*). *A mesure que la pointe du pédoncule s'étire, elle se sensibilise, et acquiert en particulier une sensibilité géotropique.*

La figure 2 est très significative à cet égard. En A sont représentés l'allongement et l'incurvation de la pointe du pédoncule d'une

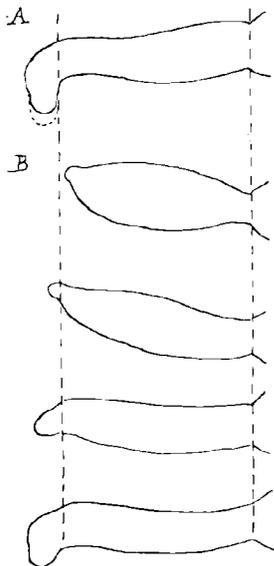


FIG. 2. — Orientation géotropique de la pointe du pédoncule d'une Pennatule.

Pennatule, obtenus en 10 minutes environ. En B, on a tourné l'animal de 180° sur lui-même; tout d'abord la pointe très sensible se rétracte et le pédoncule se gonfle un peu. Puis on la voit de nouveau s'allonger (au bout de 2 m); elle tend déjà à plonger vers le bas, mais la courbure contraire de la base du pédoncule gêne cette tendance; finalement celle-ci l'emporte (au bout de 15 m).

#### *Enfouissement dans le sable.* —

Les phénomènes que je viens de décrire sont les phénomènes initiaux de l'enfouissement. Voyons maintenant les phénomènes qui suivent.

Je dois rappeler ici que M. Ch. GRAVIER a décrit récemment (1) l'enfouissement d'un animal voisin, une Virgulaire adaptée à la vie littorale, le *Scytaliopsis*.

Quelques minutes après que l'animal a été déposé sur le sable, l'extrémité en pointe mousse du pédoncule se recourbe verticalement vers le bas pour pénétrer dans le fond solide, et cela quelle que soit la face en contact avec le sol. « Pour s'enfoncer dans le sable assez compact, le pédoncule, dont la paroi est molle et flexible,

(1) CH. GRAVIER : Sur la biologie des Virgulaires, *C. R. Ac. Sc.*, CXLII, p. 1556, 25 juin 1906.

doit prendre une certaine rigidité. On peut suivre, à travers la paroi semi transparente du corps, le mouvement du liquide de la cavité générale aboutissant à une turgescence suffisante pour permettre à la pointe de creuser une petite dépression dans le sol. Cet afflux de liquide dans la cavité pédonculaire résulte de l'activité des fibres musculaires longitudinales qui s'étendent dans toute l'étendue du corps. La turgescence peut être maintenue, au gré de l'animal, grâce à la contraction des fibres circulaires que possède la région située immédiatement au-dessus du pédoncule.... La turgescence dure peu ; lorsqu'elle a été utilisée, le liquide accumulé à l'extrémité inférieure reflue vers le sommet du rachis. »

Je vais décrire maintenant les faits que j'ai observés sur le *Vere-tillum cynomorium*. Une première figure (fig. 3) indique les mécanismes qui président au gonflement du pédoncule. Le corps, encore très contracté sur lui-même et ne présentant aucun Polype saillant, s'est scindé un certain nombre d'ampoules pulsatrices, qui se déplacent lentement vers le pédoncule ; à un certain moment la dernière (3) chasse le liquide qu'elle contient dans le pédoncule (qui se gonfle d'autant) et s'évanouit ainsi, tandis qu'à l'autre extrémité il s'en reforme une nouvelle (1'). Et les choses recommencent toute une série de

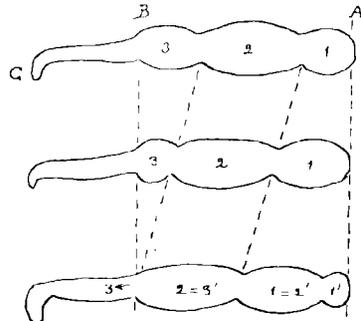


Fig. 3. — Mécanisme de la turgescence du pédoncule.

fois de la même façon. Il faut remarquer : 1<sup>o</sup> que la longueur A B reste constante (1), que les points A et B restent en place : seul le pédoncule s'allonge et se gonfle, sa pointe s'enfonçant dans le sable ; 2<sup>e</sup> que les pulsations se font rythmiquement (2).

C'est là la deuxième phase de l'enfouissement, la première étant celle décrite dans le paragraphe précédent.

Je vais décrire la troisième phase, qui est le redressement progressif du pédoncule et de la colonie toute entière.

(1) Dans une observation, AB. = 5<sup>cm</sup> 5, alors que la partie horizontale avait 2<sup>cm</sup> environ.

(2) Dans une observation, la nouvelle ampoule s'est formée à 10h 3<sup>m</sup>, 7<sup>m</sup>, 11<sup>m</sup>, 15<sup>m</sup>, 19<sup>m</sup>, 23<sup>m</sup>, 27<sup>m</sup>, 31<sup>m</sup>.

La pointe du pédoncule est complètement turgescente ; il ne peut plus s'y accumuler de liquide. Le nouveau liquide qui afflue, — les pulsations du corps que je viens de décrire continuant sans modification essentielle (la longueur A B et le rythme ne varient toujours pas) —, semble refluer maintenant vers le corps. En réalité le pédoncule continue à s'allonger et à se dilater progressivement de sa pointe à sa base. *Chaque segment de ce pédoncule qui vient de se distendre se redresse comme s'il acquérait lui aussi une plus grande sensibilité géotropique* : le redressement général de la colonie qui en résulte se fait ainsi par une série de redressements partiels successifs qui ont lieu rythmiquement (1).

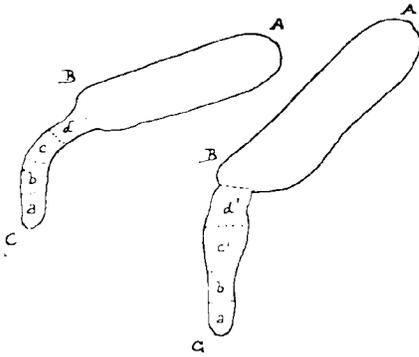


Fig. 4. — Turgescence et redressement progressifs du pédoncule.

Pour se rendre compte du mécanisme en question, il suffira de consulter la figure ci-jointe (fig. 4) ; dans la première, c insuffisamment gonflé, n'est pas encore redressé ; dans la seconde,

ce segment a subi son extension maxima et a pris une direction verticale.

Une fois qu'on est arrivé au stade représenté par la dernière figure, le corps commence lui-même à se gonfler, par un mécanisme analogue ; l'élongation a lieu progressivement de la base au sommet, et les Polypes s'épanouissent.

*Sensibilisation progressive par turgescence.* — La turgescence du corps de la colonie se fait progressivement de la base au sommet, et en même temps les parois du corps se sensibilisent. Chaque tronçon du corps qui vient de s'allonger et de se dilater au maximum acquiert une grande sensibilité vis-à-vis des excitants mécaniques, et en particulier vis-à-vis de la pesanteur ; aussi tend-il à se redresser. Le phénomène commence par le tronçon qui est près du pédoncule, puis s'étend progressivement aux tronçons suivants. A mesure que

(1) Dans l'expérience citée plus haut, le rythme de 4<sup>m</sup> se poursuivait encore.

le corps se gonfle et s'allonge, la zone sensible s'étend davantage, la limite extrême s'éloignant progressivement du pédoncule, et l'axe de la colonie se redresse, atteignant parfois la verticale.

La figure 5 représente une Vérétille en voie de turgescence. Dans toute la portion BS qui vient de se gonfler et de se redresser, la sensibilité est très grande, surtout du côté de B. Une secousse entraîne la rétraction, momentanée, plus ou moins complète des

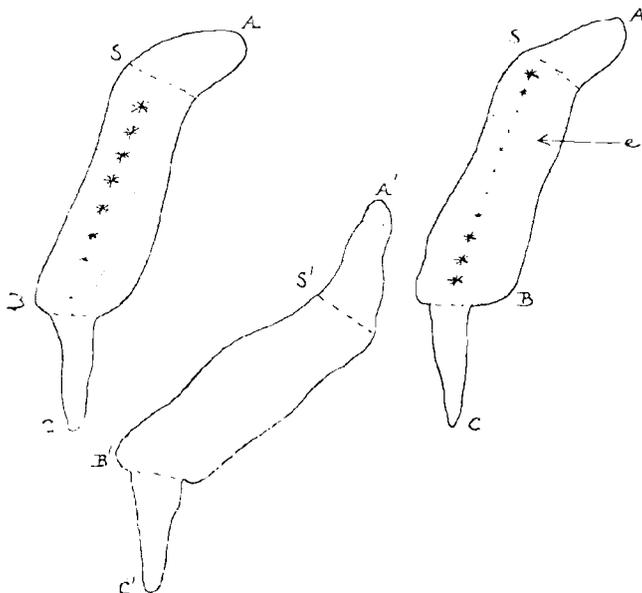


Fig. 5 et 6. — Sensibilisation (A B) et désensibilisation (A' B') d'une Vérétille (La partie sensible est ombrée dans la figure).

Polypes: le pédoncule s'incline vers le haut, se raccourcit, la couronne se ferme. Le maximum du phénomène a lieu en B, le minimum en S; il en résulte qu'après la secousse l'aspect de la colonie se modifie (momentanément) progressivement de B en S, c'est-à-dire d'une extrémité à l'autre de la région sensible. Si on porte une excitation sur le corps en E, on voit les Polypes se coucher et se fermer dans le voisinage, mais le phénomène gagne plus rapidement vers l'arrière, plus sensible que vers l'avant, moins sensible.

Dans la région sensible, chaque Polype est très sensible aux attouchements; quel que soit le point où l'excitant exerce son action, (en

haut, en bas, sur les côtés), le Polype s'incline vers en haut. Nous retrouverons un fait analogue en considérant les réactions des tentacules du Cérianthe.

La sensibilité géotropique n'est qu'un cas particulier de la sensibilité vis-à-vis des agents mécaniques. Les portions les plus sensibles sont celles qui tendent le plus à se redresser. Si le corps se trouve quelque peu incliné, une excitation portée en S peut produire le redressement en B.

*Désensibilisation progressive.* — Après un certain temps, la désensibilisation succède à la sensibilisation. Elle commence aussi à se manifester près de la base (B), et elle gagne progressivement le sommet (A).

La figure 6 représente une Vérétille en train de se désensibiliser. La région sensible s'étend de A à S', le maximum de sensibilité est en A, le minimum est en S'. Toute la région B S' s'est désensibilisée progressivement, et en même temps elle s'est inclinée, ayant perdu la sensibilité géotropique. La pointe, au contraire, se redresse surtout sous l'influence des excitations. Là les Polypes sont encore très sensibles.

Petit à petit S' recule vers le sommet. Comme cas limite, on a une Vérétille insensible, sauf au niveau de la pointe. C'est le cas que j'ai considéré plus haut (p. 490.)

*Manières de réagir des Polypes.* — La sensibilité d'un Polype varie en général comme celle de la région correspondante du corps (de la colonie). Quand le corps est dressé verticalement, les Polypes qui se trouvent plus ou moins horizontalement sont sensibles aux moindres attouchements et se redressent vers le haut, contre le corps. Quand le corps est couché horizontalement, les Polypes plus ou moins verticaux sont peu ou pas sensibles; si on réussit à les faire rétracter, on constate que les Polypes peuvent se rabattre un peu dans toutes les directions (nous verrons plus tard l'importance de ce fait); de plus, après un nouvel épanouissement, ils sont souvent plus sensibles; mais, après quelques excitations successives suivies de rétraction, il y a insensibilisation complète. Nous retrouvons là le fait de l'accoutumance aux excitants; les Polypes de Vérétille se comportent comme les tentacules de Cérianthe. Je discuterai donc plus loin la signification de ces faits.

*Résumé.* — En résumé, les Vérétilles présentent un phénomène très frappant, très curieux : elles se sensibilisent et se désensibilisent alternativement. La sensibilisation accompagne la turgescence, et se fait, comme elle, progressivement, de la pointe à la base du pédoncule (de C en B), puis de cette base à l'extrémité de la colonie (de B en A) ; à mesure que le pédoncule devient sensible, il tend à prendre la direction de la verticale, car la sensibilité géotropique n'est qu'un cas particulier de la sensibilité vis-à-vis des excitants mécaniques, et de là résulte l'enfouissement ; à mesure que le corps se sensibilise, il tend également à se redresser, et petit à petit la Vérétille, déjà implantée dans le sable, devient un cylindre vertical tout couvert de Polypes épanouis. Mais, au bout d'un certain temps, la désensibilisation succède à la sensibilisation : le corps qui devient insensible s'incline plus ou moins et parfois se déracine. Dans les aquariums, à l'abri des excitations violentes, il peut rester longtemps ainsi. Des excitations répétées, surtout sur le sommet, finissent par déterminer la rétraction totale, à laquelle succède l'enfouissement. Et la série des phénomènes recommence.

Les Polypes se comportent comme les tentacules d'une Actinie (voir plus loin).

## II. Quelques considérations de chimie physique à propos des faits précédents.

Les faits les plus essentiels à retenir sont ceux-ci : 1° Chez une Vérétille, là où vient de se produire une augmentation de surface, la paroi du corps devient très sensible ; autrement dit : il y aurait une sensibilisation par extension de la surface du corps. 2° Celle-ci n'est que passagère ; au bout d'un certain temps, la paroi du corps redevient insensible.

Je vais examiner quelques *hypotheses* qui me sont venues à l'esprit pour expliquer ce double phénomène.

Les phénomènes de sensibilité, de motricité, de réactivité d'une façon générale, sont les résultantes de phénomènes chimiques qui ont lieu dans des cellules disposées en séries.

Pour bien comprendre ces phénomènes, il faudrait pouvoir établir le *bilan chimique* de chaque cellule. Pendant la production d'un de ces phénomènes, dans une cellule donnée, plusieurs substances réagissent entre elles ; elles se détruisent plus ou moins, mais elles

ne tardent pas à se reformer grâce aux processus habituels de nutrition. La vitesse des réactions considérées dépend des masses en présence et de leur positions réciproques, et aussi des quantités de l'énergie fournie par le milieu extérieur (lumière par exemple). Quand une excitation vient s'exercer sur la cellule, la vitesse des réactions se trouve modifiée.

Je vais considérer un cas très simple, en quelque sorte schématique.

Une cellule (C) de la paroi du corps se trouve intercalée entre le milieu extérieur ( $Me$ ) et le milieu intérieur ( $Mi$ ), comme le représente la figure 7 (1). Je supposerai que les réactions chimiques qui sont en jeu dans le phénomène considéré ont lieu entre les granules d'une substance particulièrement active ( $a$ ) d'une part et l'oxygène du milieu extérieur d'autre part.

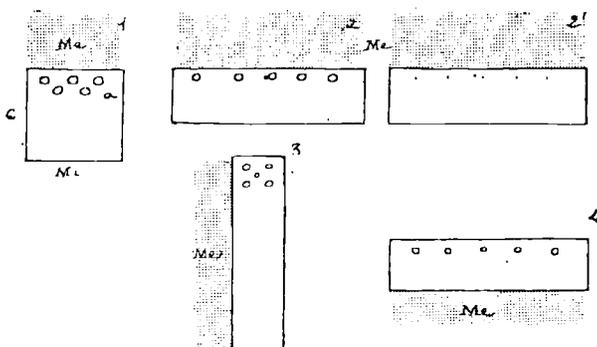


FIG. 7. — Diverses modifications d'une cellule entraînant une variation de la vitesse des réactions chimiques.

Un certain nombre de *modifications* de la cellule entraîneront forcément une variation dans la vitesse des réactions chimiques.

Parmi ces modifications, je citerai : 1<sup>o</sup> une modification de forme, 2<sup>o</sup> une simple modification d'orientation, 3<sup>o</sup> des secousses imprimées à la cellule, etc.

1<sup>o</sup> *Modification de forme* (2, 2'). — Je suppose que, par exemple, par suite de l'extension de la surface du corps, la cellule s'étale en quelque sorte (2). La surface de réaction entre la substance  $a$  et l'oxygène du milieu extérieur se trouvera augmentée ; par suite il y aura accélération des réactions chimiques.

Mais si la cellule conserve sa nouvelle forme (2'), une tendance contraire ne tardera pas à se manifester. Par suite de l'accélération des réactions, *a* se détruira plus vite que normalement, et la surface de réaction diminuera, en sorte que la vitesse des réactions tendra aussi à diminuer. Quand l'appauvrissement en substance active aura atteint un certain degré, les réactions chimiques se ralentiront. Et, enfin quand ce ralentissement sera suffisamment prononcé le phénomène qui dépendait des réactions chimiques considérées cessera de se produire.

On peut voir dans ce cas particulier une nouvelle application à la biologie d'une des lois générales de la mécanique et de la physique, la *loi des phénomènes réciproques*, loi qui s'énonce ainsi : « Lorsqu'une action produit sur un corps en équilibre une modification d'état, celle-ci est accompagnée, dans des conditions très générales, d'un phénomène secondaire, dit phénomène réciproque, qui réagit sur l'action initiale » ; le sens du phénomène réciproque est toujours tel qu'il tend à s'opposer à la continuation de la modification produite (1).

2<sup>o</sup> *Modification de position* (3, 4). Je vais supposer que la cellule (2) prenne les positions (3) et (4), et que les granules de la substance active *a* sont d'un poids spécifique inférieur à celui du protoplasma. Ceux-ci viendront occuper des positions telles que les réactions provoquées par l'oxygène venant du milieu extérieur diminueront d'intensité.

Dans les cas de (2) et de (4), la cellule occupe des positions inverses par rapport à la pesanteur ; dans le premier cas, la vitesse des réactions chimiques considérées est plus grande que dans le second ; il est évident que le rapport entre la vitesse des réactions dans le premier cas et la vitesse des réactions dans le second cas est d'autant plus grand que la cellule est plus allongée et contient plus de substance active.

Nous venons de voir comment une variation de forme ou de position d'une cellule peut entraîner une variation de vitesse des réactions chimiques qui s'y passent, variation d'abord d'un certain signe, puis de signe contraire, d'après la loi des actions réciproques.

---

(1) J'ai montré de nombreuses applications de cette loi, dans mon livre : *la Naissance de l'intelligence*, Bibl. de Philosophie scientifique, 1909 ; voir chapitre « La lutte contre la variation » (p. 160 et suivantes).

Or, le même résultat est obtenu si on imprime des secousses à la cellule (1).

3<sup>o</sup> *Secouage*. — Il suffit d'imprimer une secousse à la cellule C pour accélérer, momentanément du moins, les réactions chimiques considérées. La contraction momentanée de la cellule agit comme une secousse. A ce sujet, on peut faire l'hypothèse suivante : les réactions des granules de la substance active *a* seraient limitées par l'accumulation autour d'eux des produits de réaction ; il se formerait autour de chaque granule une auréole de substances diverses, sorte d'écran qui ne se dissiperait que lentement, par diffusion ; or, toute secousse de la cellule, tout brassage de son contenu, contribuerait plus ou moins à l'évanouissement de l'écran, et par suite à l'accélération des réactions ; mais naturellement, dans ces conditions, l'écran se reforme très vite, et à l'accélération des réactions ne tarde pas à succéder leur ralentissement.

Les quelques considérations qui précèdent peuvent être appliquées à la compréhension de ce qui se passe chez les *Vérétilles*. Les phénomènes de « sensibilisation » et de « désensibilisation » que j'ai observés chez ces animaux dépendent certainement des variations de vitesse des réactions chimiques qui ont lieu dans les cellules épithéliales, dans les cellules du réseau nerveux, et dans les fibres musculaires. Il est bien évident que dans ces éléments les choses ne sauraient se passer aussi simplement que je l'ai supposé dans la cellule schématique C, afin que l'on puisse suivre plus facilement mon raisonnement. Mais peu importe : nous avons supposé deux masses actives en présence ; qu'il y en ait N, le raisonnement se trouve encore applicable [Il y aurait à tenir compte en particulier de ce que le milieu intérieur, Mi, s'altère progressivement après la turgescence].

Au point de vue de la chimie physique, je vais examiner les faits nouveaux que j'ai fait connaître.

1<sup>o</sup> *Après l'extension de la paroi du corps, celle-ci se sensibilise, puis au bout d'un certain temps se désensibilise*. — La sensibilisation correspond en effet à l'accélération des réactions chimiques dans les divers éléments cellulaires de la paroi du corps qui ont subi une extension ; mais l'accélération ici est telle (2) qu'assez rapide-

---

(1) Et aussi si on l'hydrate, si on élève sa température.

(2) L'extension de la paroi du corps étant souvent très considérable.

ment, d'après la loi des phénomènes réciproques, lui succède un ralentissement; d'où précisément la désensibilisation.

2<sup>o</sup> *Quand le corps ou un Polype est dirigé horizontalement, la sensibilisation est plus prononcée sur la face supérieure que sur la face inférieure.* Ceci tient à ce que deux éléments quelconques qui se correspondent à la face supérieure et à la face inférieure occupent des positions inverses (2 et 4 de la figure 7); l'élément supérieur où la vitesse des réactions est, comme nous l'avons vu, plus grande, est plus sensible.

3<sup>o</sup> *Le géotropisme* est la conséquence de cette dissymétrie. Pendant la désensibilisation, il s'affaiblit également. Mais quand des secousses ramènent une sensibilité *passagère*, il tend à se manifester de nouveau.

Je reviendrai plus loin sur la limitation de la sensibilisation. On pourra m'objecter que je fais appel à des hypothèses qu'il est difficile de vérifier. Je répondrai que: 1<sup>o</sup> ces hypothèses, non seulement expliquent les faits connus, mais permettent chaque jour d'en trouver de nouveaux; ce sont des « hypothèses de travail », très fécondes; 2<sup>o</sup> l'étude de la phosphorescence chez les Vérétilles et les Pennatules donne une certaine réalité à ces hypothèses (je compte revenir ultérieurement sur ce point).

### III. Observations sur un Cérianthe.

Depuis longtemps déjà le Cérianthe a attiré l'attention des zoologistes et des biologistes; en 1784 SPALLANZANI en parlait longuement dans une lettre adressée à Ch. BONNET (1); un siècle plus tard, entre les mains de J. LOEB (2), il s'est montré un matériel de choix pour les investigations de la biologie moderne.

C'est un Polype voisin des Actinies et tubicole; il secrète une sorte de mucus qui s'agglutine en un tube, où il demeure d'une façon constante et où il trouve protection quand son corps se rétracte sous l'influence de certaines excitations.

Il a un aspect un peu à part, archaïque en quelque sorte. Or, dans un travail récent, un savant pour lequel les Actiniaires n'ont plus

(1) *Memoria di matematica e fisica della Societa italiana di Verona*. II, 2<sup>e</sup> p., p. 627, 1784.

(2) Voir J. LOEB: *la Dynamique des phénomènes de la vie*, Paris, 1906.

guère de secrets, M. FAUROT <sup>(1)</sup>, vient de montrer les caractères qui le rattachent aux formes disparues des temps primaires.

*Habitat.* — SPALLANZANI avait observé le Cériante dans le golfe de la Spezzia, renommé pour ses eaux tranquilles; cet animal y vit dans les endroits calmes à une très faible profondeur, sa bourse protectrice adhérant aux plantes marines. J. HAIME, à qui l'on doit un mémoire devenu classique sur le Cériante <sup>(2)</sup>, l'a étudié dans le port de Mahon, où les conditions d'habitat sont les mêmes. Ce sont encore ces conditions que tout récemment CERFONTAINE <sup>(3)</sup> signale à Naples. A Banyuls, où les eaux sont souvent très agitées, les scaphandriers ramènent le Cériante des profondeurs.

Dans mon séjour au laboratoire de Banyuls, j'ai pu observer pendant trente jours consécutifs le magnifique individu qui constitue le plus bel ornement d'un des aquariums depuis plus de dix ans. Depuis ce temps, autour de lui les conditions de vie ont été presque constantes: la composition et la température de l'eau varient peu et toujours progressivement et lentement, la pression est parfaitement déterminée; dans la salle semi-obscur où se trouve l'aquarium, les contrastes nyctéméraux sont fort atténués.

Ce qui nous gêne quand nous étudions un animal marin, c'est que souvent nous connaissons trop imparfaitement son passé; or, les réactions actuelles, comme je l'ai montré à maintes reprises, dépendent de ce passé. Cet individu, dont on connaît dix ans de sa vie passée, m'a paru un excellent sujet pour mes expériences; je me suis donc empressé d'observer cet animal, sans le sortir de son milieu, apportant seulement à l'instant de l'expérience les modifications nécessaires.

*Sensibilité à la lumière.* — Celle-ci a été étudiée par HAIME dans son mémoire. QUATREFAGES <sup>(4)</sup> a signalé la rétraction momentanée des Edwardsies quand on projette sur elles une lumière vive; tout se passe, dit-il, « comme si, après avoir cédé à un premier mouvement

---

(1) L. FAUROT: Affinités des Tétracoralliaires et des Hexacoralliaires, *Annales de Paléontologie*, IV, 1909.

(2) J. HAIME: Mémoire sur le Cériante (*Cerianthus membranaceus*), *Ann. Sc. Nat.*, 3., 4<sup>e</sup> s., I, p. 341-389, 2 pl.

(3) P. CERFONTAINE: Contribution à l'étude des Cérianthides, *Arch. de Biologie*, XXIV, p. 653-707, 15 septembre 1909.

(4) *Ann. Sc. Nat.*, 3. 2<sup>e</sup> s., XVIII, p. 76, 1842

de surprise, ces Actinies s'étaient habituées à une impression qui n'avait d'ailleurs pour elles rien de désagréable ». D'après HAIME, les Cériantes se comportent de la façon suivante. « Lorsque l'on a fait tomber brusquement sur eux quelques rayons de soleil, ils relèvent aussitôt et rapprochent les tentacules, mais ils ne les étendent ensuite que très incomplètement. Il était visible que cette sensation les gênait et qu'ils ne s'y accoutumaient qu'avec difficulté. » Dans le port de Mahon, où ils sont presque à fleur d'eau, quand le ciel était sans nuages, ils ne s'épanouissaient pas avant que le soleil ait perdu son éclat.

Pendant toute une série de jours, le Cériante de l'aquarium de Banyuls m'a paru très peu sensible à la lumière ; il restait aussi bien épanoui le jour que la nuit, se rétractant d'une façon tout à fait indépendante de l'éclaircissement ; ses tentacules remuaient à peine sous l'influence de forts contrastes d'éclaircissement (le jour ou la nuit). Toutefois j'ai fini par trouver un moyen de rendre mon Cériante excessivement sensible à la lumière, moyen qui m'avait déjà réussi avec des Actinies.

J'ai augmenté l'épaisseur de la couche d'eau qui le surmontait ; je noterai ici le résultat global, sans discuter si seul le facteur pression intervient ou non. A partir de ce moment, pendant un certain nombre de jours, le Cériante se rétractait le matin pour s'épanouir le soir et la nuit. Le 25 septembre, le Cériante est rétracté à 6 heures du matin ; je fais l'obscurité aussi complète que possible en fermant les rideaux noirs, il s'épanouit. A 8 h. 20, j'écarte brusquement les rideaux : le disque effectue un mouvement vers la lumière, et à 8 h. 28, l'animal est presque complètement rétracté. Alors je fais de nouveau l'ombre, et à 8 h. 38 il y a un nouvel épanouissement. J'ai répété à plusieurs reprises cette expérience ainsi que le jour suivant : elle a toujours réussi, alors que pour une épaisseur d'eau moindre elle ne réussissait pas. Pourtant la différence des niveaux ne dépassait pas 10 centimètres.

*Réactions des tentacules aux attouchements.* — Il y a deux sortes de tentacules : les tentacules labiaux, pigmentés, grêles et serrés les uns contre les autres autour de la bouche, et les tentacules marginaux, opalescents, plus ou moins turgescents, et disposés sur 4 surfaces coniques s'évasant progressivement.

J'étudierai ici seulement les réactions de ces derniers.

SPALLANZANI préférait les appeler « cornes » à cause de leur analogie avec celles du Limaçon. D'après lui, ils ont tous la même structure, sont contractiles, remplis d'un liquide ayant le goût de l'eau de mer, et présentent à leur extrémité un orifice pouvant donner issue à ce liquide.

En 1829, Wilhelm RAPP (1), constate qu'ils ont la propriété d'adhérer aux objets qu'ils rencontrent.

HAIME a ajouté quelques détails aux observations précédentes. Le fluide qui occupe la cavité interne des tentacules est agité de mouvements assez énergiques, analogues à ceux que DE QUATREFAGES a observés chez les Edwardsies, la cavité présente d'ailleurs un revêtement de cils vibratiles. A l'extérieur, il y a des nématocystes, et, une fois que les tentacules ont saisi les aliments, ils les rabattent vers la bouche, sans que l'animal effectue de mouvements généraux. Les tentacules serviraient à la respiration, et seraient encore des organes des sens et de préhension des aliments; enfin les œufs pourraient s'y développer.

HAIME insiste sur la contractilité extrême de tous les tissus; les fibres musculaires auraient un diamètre de  $\frac{1}{100}$  de millimètre, notamment plus épaisses que celles des Edwardsies ( $\frac{1}{150}$ ) et des Actinies ordinaires ( $\frac{1}{300}$ ); les contractions et dilatations, totales et partielles, de la paroi du corps et des tentacules déterminent la chasse et la rentrée de l'eau, la diminution et l'augmentation de volume.

LOEB a insisté sur l'importance de la turgescence des tentacules dans les phénomènes de croissance.

Voici les faits que j'ai observés (fig. 8) :

Au point de vue des réactions aux atouchements, il faut distinguer plusieurs régions dans le tentacule.

1° La pointe se montre très peu sensible ;

2° A mesure qu'on s'éloigne d'elle, la sensibilité se développe : un atouchement peut déterminer l'ondulation ou l'enroulement en spirale du fin filament qui constitue à ce niveau le tentacule;

3° Dans les deux derniers tiers, tout atouchement produit en général la flexion du tentacule vers la bouche.

(1) *Nova acta academica curiosorum naturæ*. XIV, 2<sup>e</sup> p., p. 653, 1829.

Et, fait important à noter, le *rabattement se produit de la même façon que l'excitation porte sur la face interne, externe, ou latérale.*

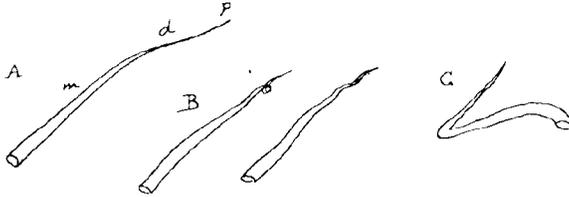


FIG. 8. — Réactions d'un tentacule de Cériante aux attouchements.

Le mouvement se trouve indépendant de la direction de l'excitant, comme d'une manière générale dans les phénomènes dits de sensibilité différentielle.

Encore un fait à noter : très rarement, la réaction a un retentissement sur les tentacules voisins ; *chaque tentacule réagit pour son compte*, et cela même quand on porte toute une série d'excitations sur le même tentacule (1).

*Variabilité de la sensibilité d'un tentacule.* — Dans ce dernier cas, il semble que la sensibilité du tentacule subisse des variations, qui suivent une loi déterminée. Il y a d'ailleurs plusieurs types de variations ; avant de les examiner, voyons la manière générale d'opérer.

Pour porter une excitation, on applique toujours contre la même région du tentacule une même surface, et dès que celle-ci adhère on la détache. Le tentacule se replie plus ou moins vers la bouche : la flexion peut n'être que passagère et peu prononcée ; mais le tentacule peut aussi disparaître complètement parmi les tentacules labiaux, réapparaître et se relever lentement. Avant de porter une nouvelle excitation, il faut laisser le tentacule revenir à sa position normale, c'est-à-dire à la même position que les tentacules qui l'avoisinent à droite et à gauche.

*1<sup>er</sup> type.* — Le plus fréquemment, dans ces conditions, les effets des excitations successives vont tout d'abord en croissant pour

(1) Dans certains cas quelques excitations successives, portant sur le même tentacule, ou simultanées portant sur divers tentacules, peuvent entraîner la rétraction totale de l'animal ; mais la réaction est loin d'être constante ; elle paraît dépendre de plusieurs facteurs, en particulier de l'alimentation.

diminuer ensuite. Finalement le tentacule devient insensible aux atouchements.

Dans ce type rentrent les cas A et A' représentés dans la figure ci-jointe (fig. 9.), et bien d'autres que j'ai trouvé inutile de noter ici.

2<sup>e</sup> type. — Supposons que la période pendant laquelle les effets croissent augmente, nous aurons le second type (B).

Le cas considéré est tout à fait remarquable ; les effets et les intervalles vont en croissant  $\frac{1}{2}$   $\frac{3}{4}$   $1\frac{3}{4}$  59 13 37.

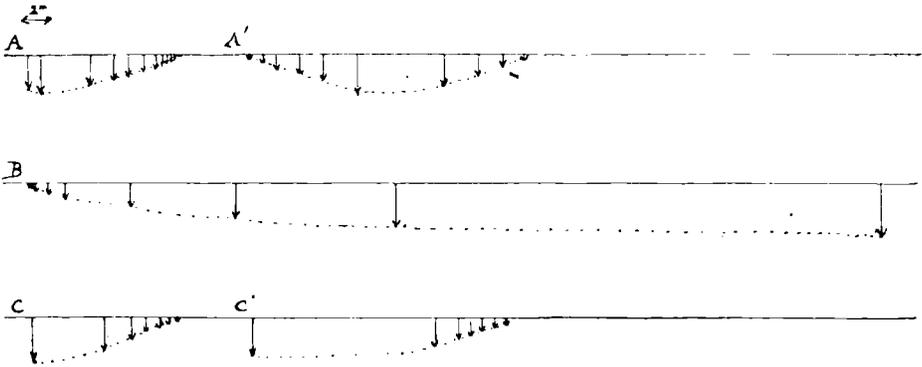


Fig. 9 — Excitations successives d'un tentacule de Cériante ; variation des effets (représenté par les flèches). Les temps sont portés en abscisses (échelle indiquée en haut).

3<sup>e</sup> type. — Supposons, au contraire, que cette période manque totalement, nous aurons le 3<sup>e</sup> type (C C'). Ici le tentacule devient assez rapidement insensible aux atouchements.

C' a été pris le même jour que B et sur le même tentacule.

En faisant de très nombreuses expériences, j'ai remarqué que le 2<sup>e</sup> type était très fréquent aux premières heures du jour et que le 3<sup>e</sup> type, au contraire, l'était aux dernières heures. *D'une façon générale* (1), *plus l'animal a reçu de lumière, plus la désensibilisation par des excitations successives se fait rapidement.*

C'est là le fait le plus important qui ressort de mon étude sur le Cériante.

(1) L'alimentation ne m'a pas paru intervenir d'une façon nette, en ce qui concerne les réactions des tentacules ; pour celles de la colonne, il n'en a pas été de même ; je reviendrai plus tard sur ce point.

#### IV. Considérations de chimie physique appliquées aux faits précédents.

Le fait de la désensibilisation produite par la répétition suffisamment prolongée d'une même excitation est absolument général. On a parlé d'« accoutumance à l'excitant », de « fatigue », ce qui n'est pas très précis, de « mémoire », ce qui est absurde...; en réalité, ce fait est la conséquence forcée de la loi de l'action des masses qui domine actuellement toute la chimie physique.

Une excitation détermine l'accélération de certaines réactions chimiques, et par suite une consommation plus grande des substances actives; celles-ci ne se reforment plus assez vite, par suite leurs masses diminuent, ce qui entraîne un ralentissement des réactions. Il est vrai qu'il y a lieu de tenir compte de l'introduction ou de l'augmentation de masse de certaines substances qui se forment dans les réactions elle-mêmes; deux cas sont possibles: 1<sup>o</sup> ces substances sont inhibitrices des réactions, et le ralentissement ne fait que s'accroître; 2<sup>o</sup> elles sont excitatrices des réactions, mais, si une accélération des réactions se manifeste, celle-ci n'est pas durable: les masses des substances actives, même accrues par des phénomènes secondaires, finissent par s'épuiser.

Ce que je viens de décrire peut se passer dans les divers éléments cellulaires qui interviennent dans les réactions des animaux aux excitants: cellules périphériques, cellules nerveuses centrales, fibres musculaires. Mais on conçoit facilement que dans les cellules périphériques exposées directement aux contrastes du milieu extérieur les variations de vitesse des réactions chimiques qui en résultent soient plus marquées. L'appauvrissement en substances actives causé par des excitations répétées s'y produit plus rapidement. Il peut y avoir insensibilisation périphérique alors que les muscles peuvent encore très bien fonctionner. Si on employait le mot de « fatigue », il faudrait préciser, et parler de « fatigue sensorielle », de « fatigue nerveuse centrale », de « fatigue musculaire ».

De plus, il ne faut pas oublier que, dans les cas considérés, le ralentissement des réactions chimiques n'est que le résultat, forcé d'ailleurs, d'une accélération première de ces réactions, et que l'insensibilité succède à une sursensibilité. Il y a deux phases qui se suivent invariablement, mais, suivant les circonstances, la première

peut être très éphémère, ou au contraire durer plus ou moins longtemps.

Les tentacules de Cérianthe, qui réagissent vis-à-vis des excitants mécaniques chacun pour son compte, se prêtent particulièrement à l'étude des effets de ces excitants. Les figures 9 sont d'un intérêt tout particulier : elles montrent que la première phase, celle pendant laquelle les effets s'accroissent, peut être, suivant les cas, ou assez longue, ou courte, ou tout à fait éphémère. *L'épuisement des masses actives se produirait beaucoup plus rapidement après un éclaircissement prolongé du Cérianthe.* Il semble qu'il soit légitime d'admettre que parmi les substances particulièrement actives se trouve une substance chimique photo-sensible *a* qui se détruirait sous l'influence de la lumière. On conçoit facilement qu'un tentacule riche en substance *a* se comporte différemment d'un tentacule pauvre en cette substance.

#### V. Observations sur les *Heliactis bellis*.

Il ressort de toutes mes observations antérieures sur les Actinies que les substances photo-chimiques ont chez ces animaux une importance biologique considérable. Du point de vue de la chimie physique, beaucoup de réactions des Anémones de mer se comprennent aisément. J'ai trop peu de place ici pour rattacher les résultats anciens de mes recherches aux résultats nouveaux. A Banyuls, tout récemment, j'ai étudié particulièrement les *Heliactis bellis*, et je vais signaler quelques faits qui se rattachent à ceux que je viens de faire connaître dans les pages précédentes.

*Sensibilité à la lumière.* — Dans les aquariums, les *Heliactis bellis* sont épanouies le jour et ont tendance à se fermer dès que la nuit vient ; cette tendance se réalise plus ou moins, mais au bout d'un temps variable les *Heliactis* s'« accoutument » à l'obscurité. Le jour, la colonne présente fréquemment des courbures héliotropiques, analogues à celles que j'ai étudiées sur les *Actinoloba dianthus* (1). En général le disque vient faire face à la lumière ; après une rotation de 180° la nouvelle orientation est obtenue à la suite de toute une série d'oscillations. (A noter que l'*Heliactis* fixée en un endroit ne se déplace guère, contrairement à beaucoup d'autres Actinies).

---

(1) G. BOHN : les États physiologiques des Actinies, *loc. cit.*

Toutes les Actinies que j'ai étudiées, y compris l'*Actinia equina*, sont très sensibles aux variations d'éclairement, mais les unes ont tendance à se fermer le soir, tandis que les autres ont tendance à se fermer le matin ; outre les différences spécifiques, il y a lieu de tenir compte parfois, dans une même espèce, des différences d'habitat.

Les *Anthea cereus* se comportent à peu près comme les *Heliactis bellis* ; chaque soir, à la baisse du jour, les tentacules deviennent flasques et tombent ; les marins disent que « les Orties de mer (nom vulgaire de ces animaux) *dorment* la nuit ».

J'ai décrit les rythmes nycthéméraux de l'*Actinia equina*, souvent altérés au moment de l'émersion de l'habitat, par suite des conditions si variables qui s'y trouvent alors réalisées. A Banyuls, toutes les perturbations se trouvent éliminées, et les *Actinia* présentent, comme je le montrerai dans une prochaine publication, un rythme nycthéméral des plus nets : toutes se ferment le jour et s'épanouissent la nuit, et cela aussi bien dans les aquariums que dans l'eau agitée et aérée qui bat les rochers littoraux ; le rythme persiste quelques jours à l'obscurité continue. La sensibilité à la lumière est des plus fines : il suffit d'approcher une bougie d'une Actinie épanouie pour qu'elle se ferme.

*Sensibilité aux attouchements.* — Le disque péribuccal des *Heliactis* peut s'étaler largement et présente plusieurs cercles de tentacules assez courts. Si on excite un tentacule interne, il se rabat en dedans et se rétracte plus ou moins ; parfois les tentacules plus externes se rabattent vers lui ; parfois même des tentacules plus externes encore se rabattent vers ceux-ci ; le bord du disque forme ainsi un pli plus ou moins accentué, et dirigé vers le centre.

Le même pli peut se former quand on excite un tentacule externe.

Quand les excitations se succèdent à de très courts intervalles, le pli s'accroît, et peut persister un certain temps après la cessation. La réponse, purement locale, ne s'étend pas aux parties voisines du disque ; mais elle peut être suivie d'une rétraction générale de l'animal.

Ce dernier effet est plus sûrement obtenu en excitant la colonne, surtout vers la base.

*Sensibilisation succédant à une rétraction et à un nouvel épanouissement.* — Quand une *Heliactis* reste épanouie un certain temps, ses tentacules deviennent souvent peu sensibles ; mais il

suffit d'exciter la base de la colonne, et de laisser l'Actinie qui vient de se rétracter s'épanouir de nouveau, pour que les tentacules retrouvent une partie au moins de leur sensibilité; après plusieurs contractions suivies de dilatations, l'effet peut s'accroître encore, mais, comme toujours, la sensibilisation a une limite et peut être suivie d'une désensibilisation. Je citerai quelques faits précis.

A 2 h. 35, une *Heliactis*, fixée dans une masse de tubes de Serpules, est bien étalée dans une eau courante. Divers attouchements sur la périphérie du disque, certains assez marqués, ne produisent que de très légères incurvations du bord couvert des tentacules. Je détermine la rétraction. A 2 h. 45, l'Actinie est de nouveau bien épanouie: le moindre attouchement détermine alors un plissement très prononcé. (Il faut, bien entendu, attendre le complet épanouissement). A 2 h. 55, après une nouvelle rétraction provoquée et un nouvel épanouissement, l'effet a été encore plus marqué.

Résultats semblables, un autre jour, avec une autre *Heliactis*, fixée sur le fond de l'aquarium.

7 h. 20, 4 excitations sur le pourtour → légères inflexions du bord; puis rétraction provoquée → épanouissement.

7 h. 35, 4 excitations sur le pourtour → inflexions plus prononcées et plus faciles; puis rétraction provoquée → épanouissement.

7 h. 50, 4 excitations sur le pourtour → relèvement du bord.

*Insensibilisation locale d'une Actinie.* — Si on porte des excitations répétées sur une région déterminée, et si celles-ci sont convenablement espacées on peut obtenir au bout d'un certain temps l'insensibilisation de la région vis-à-vis de l'excitant employé. Le phénomène observé rappelle de tous points l'insensibilisation des tentacules du Cérianthe; il dépend également de l'état physiologique de l'animal. Quand le sujet s'y prête, il suffit de 4 à 10 excitations espacées de quelques minutes, 15 à 20 minutes en tout, pour obtenir l'insensibilisation d'un point déterminé du disque péribuccal ou de son pourtour. J'ai même obtenu l'insensibilisation d'un point de la base de la colonne étalée sur le support: un point peu éloigné avait conservé toute sa sensibilité.

*Résumé.* — 1° Après un repos prolongé, le corps devient plus ou moins insensible, mais avec l'activité la sensibilité revient plus ou moins. 2° Des excitations répétées portant sur une région finissent

souvent par déterminer l'insensibilisation de la région vis-à-vis de l'excitant.

Là nous retrouvons encore les faits d'« accoutumance à l'excitant », de « fatigue vis-à-vis de l'excitant » ; mais ce qui est remarquable, c'est que la « fatigue » est tout à fait superficielle et locale.

#### VI. Quelques remarques sur la rétraction des Annélides tubicoles.

Un exemple classique d'« accoutumance à l'excitant » est fourni par les Annélides tubicoles, dont les rétractions rappellent celles des Polypes.

J'ai déjà de nombreuses observations sur cette question, je ne puis ici que faire quelques remarques la touchant et relatives aux variations de la sensibilité périphérique.

*Sabellides et Serpulides.* — En ce qui concerne la rétraction dans leurs tubes, les Sabellides paraissent beaucoup plus capricieuses que les Serpulides. En réalité, chez les premiers animaux il y a plus de variables en jeu que chez les seconds. On en entendra peut-être la raison dans le passage suivant de M. DE SAINT-JOSEPH (1).

« Les Serpulides sont les mieux protégés des Annélides tubicoles tant par leur tube calcaire que par leur opercule qui les met à l'abri. Seuls parmi eux, ceux qui manquent d'opercule (*Protula*, *Protis*, *Salmacina*) et ceux qui n'ont pas de membrane thoracique (*Chitinopoma*, *Hyalopomatus*) sont dans des conditions inférieures, car si l'opercule en bouchant le tube empêche les ennemis d'entrer dans la place, la membrane thoracique très mince et parcourue par de nombreux vaisseaux capillaires aide à la respiration en cas de perte des branchies et en attendant la régénération qui est plus lente et plus difficile que chez les Sabellides comme l'a remarqué ÖRLEY.

« Chez les Sabellides le tube est plus large, moins imperméable, souvent ouvert aux deux bords, et l'eau y circule plus librement, activée par les cils vibratiles plus développés du sillon copragogue ; lorsqu'ils perdent les branchies, la respiration cutanée est donc mieux assurée que chez les Serpulides. Pour suppléer au manque d'opercule, ils peuvent se retirer pour s'abriter dans leurs tubes

---

(1) DE SAINT-JOSEPH : Annélides Polychètes des côtes de Dinard, *Ann. Sc. Nat.*, 3, 7<sup>e</sup> S. XVII, p. 265 (1894).

beaucoup plus profondément que les Serpulides (sauf les Spirorbis), mais malgré tout ils sont plus exposés. Aussi sont-ils souvent envahis par des Copépodes parasites ».

Le déterminisme des phénomènes étant plus simple à analyser chez les Serpulides, il est tout naturel que les travaux les plus intéressants, à notre point de vue, soient ceux relatif à ces animaux.

*Effets des excitations lumineuses et mécaniques, d'après ADA YERKES.* — A. DRZEWINA et moi <sup>(1)</sup> nous avons attiré l'attention sur le mémoire de M<sup>me</sup> YERKES <sup>(2)</sup> et montré son intérêt. Cet auteur a bien posé la question et a insisté sur la modifiabilité des réactions. Deux faits sont à noter tout particulièrement. 1<sup>o</sup> Quand l'excitation lumineuse (diminution de l'intensité de la lumière) se répète à des intervalles courts et irréguliers, le ver répond d'abord par une rétraction, mais ensuite il ne réagit plus ; quand les intervalles sont plus longs, les réponses sont plus nombreuses. 2<sup>o</sup> En faisant alterner les stimulations lumineuses et les stimulations mécaniques, on obtient des réponses plus fréquentes que normalement vis-à-vis de ces premières.

L'auteur se demande s'il y a *fatigue* dans le premier cas, *apprentissage* dans le second cas. Je reviendrai tout à l'heure sur cette discussion.

*Inconvénient des dispositifs expérimentaux compliqués.* — Récemment J. LOEB <sup>(3)</sup> dénonçait le danger de certains dispositifs trop compliqués. « Parmi les interprétations erronées, certaines sont probablement dues à ce que les auteurs, au lieu de se placer dans des conditions physiques simples, compliquent les expériences, employant par exemple, dans le but d'obtenir une diminution progressive de l'intensité lumineuse, des prismes remplis d'encre de Chine. Dans la demi-obscurité ainsi obtenue, l'intensité de la lumière reste souvent au-dessous ou au voisinage du seuil de l'excitation, et les auteurs tombent dans l'erreur que nous avons signalée précédemment au sujet de l'influence de faibles intensités lumineuses. »

Pour étudier les rétractions par obscurcissements, on pourrait être tenté d'opérer le soir avec une source de lumière artificielle

<sup>(1)</sup> Institut général psychologique, Bulletin, 1907.

<sup>(2)</sup> ADA W. YERKES : Modifiability of behavior in Hydroids dianthus. *Journ. of compar. Neurol. a. Psychol.*, XVI, p. 33-105.

<sup>(3)</sup> Les tropismes et la psychologie, p. 265.

constante devant laquelle pourrait s'abaisser un écran. Mais il serait alors nécessaire de se demander si ces conditions spéciales n'ont pas une certaine influence sur les réactions, et si les réactions le soir sont les mêmes que le matin ou l'après midi.

*Résultats de quelques-unes de mes expériences personnelles.* — Mes animaux étaient placés en un point déterminé d'une pièce éclairée toujours de la même façon (fenêtre invariable) par la lumière venue du dehors. Quand le ciel est sans nuages (ce qui est fréquent dans le midi) les variations d'éclairement se font progressivement et lentement, se répétant sensiblement les mêmes d'un jour à l'autre.

Dans ces conditions, j'ai constaté que, dans l'étude des rétractions provoquées des Serpules, il y avait lieu de tenir compte de la quantité de lumière reçue avant et pendant l'expérience.

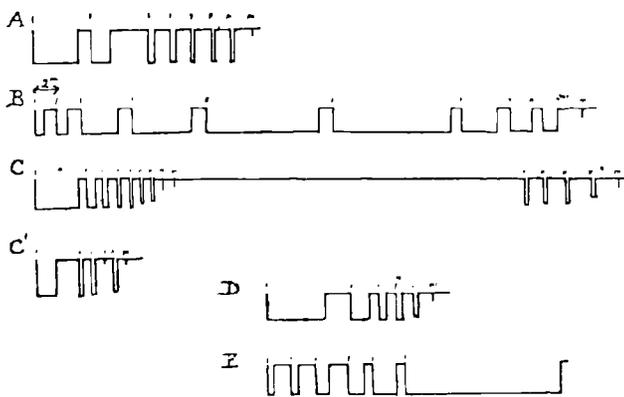


FIG. 10. — Excitations successives d'une Serpule.

Quelques-unes des figures ci-jointes (fig. 10) sont intéressantes à cet égard. A, B, C représentent les rétractions d'un même individu provoquées par des obscurcissements (ceux-ci sont indiqués par de petites flèches). En A, on voit les effets s'affaiblir progressivement; en B, il n'en est pas de même: les effets ont augmenté pendant un certain temps avant de diminuer; or, A représente une expérience faite à 9 heures du matin à la lumière diffuse du jour (ciel clair), et B représente une expérience faite le même jour à 4 heures du soir et à la lumière solaire directe. Le lendemain, le ciel étant couvert on a obtenu C et C', à 2 et à 5 heures du soir: les effets sont

décroissants, et l'influence d'une longue cessation d'excitation est manifeste.

J'ai provoqué également les rétractions par un léger mouvement de bascule, toujours le même, du bocal, et j'ai constaté également que, suivant les circonstances, tantôt les effets allaient en décroissant (D), tantôt ils commençaient par croître (E) (E'). Il y a des différences suivant les éclaircissements passés et présents, et suivant les individus, en particulier suivant la richesse en pigments des panaches céphaliques.

J'exposerai dans la suite plus en détails ces expériences ; pour le moment je me contente d'indiquer certains facteurs dont il faut tenir compte, et des faits qui se rapprochent de ceux observés chez le Cériante.

Voici pour moi le plus essentiel : *Soumis à des excitations répétées, l'animal, suivant les circonstances, ou bien se désensibilise progressivement, ou bien commence par se sensibiliser pour se désensibiliser ensuite. Il y a lieu de tenir compte des substances photochimiques et de l'action passée et présente de la lumière sur ces substances.*

Ici encore les considérations de la chimie physique s'appliquent parfaitement bien. Il me semble qu'elles doivent satisfaire un esprit scientifique plus que les discussions où interviennent les mots de « volonté », de « personnalité », de « fatigue », de « mémoire »,.... d' « adaptation ».

## VII. Adaptation et équilibres chimiques. — Conclusions.

*Peur, fatigue ou mémoire.* — C'est un fait bien anciennement connu que celui de la rétraction d'un animal qui habite un tube ou une coquille sous l'influence d'une ombre portée ou d'un choc. On a vu là la manifestation d'un sentiment qui se rencontrerait aussi bien chez les animaux inférieurs que chez les animaux supérieurs, la « peur ». Après quelques excitations, l'animal cesse de se rétracter. Pour expliquer ce dernier phénomène, les uns ont invoqué la « fatigue », d'autres la « mémoire ». M<sup>me</sup> ADA YERKES a fort justement montré qu'il ne peut s'agir de fatigue, entendue fatigue musculaire. Quand l'animal ne répond plus à une excitation, il suffit de l'exciter plus fortement ou autrement pour qu'il se rétracte encore plusieurs fois de suite sans fatigue apparente. Mais, s'il n'y a pas

« fatigue musculaire », ne pourrait-il pas y avoir une sorte de « fatigue sensorielle », résultat des modifications des réactions chimiques au sein des cellules périphériques, modifications qu'il serait précisément intéressant d'étudier avec le concours de la chimie physique. Dans l'hypothèse « mémoire », l'animal, après quelques excitations, se souvient de ces excitations, se rend compte qu'elles ne sont pas dangereuses pour lui ; il n'a plus peur, il ne se rétracte plus ; mais si on cesse les excitations, il oublie bien vite, et l'apprentissage est à recommencer.

On ne saurait trop s'élever contre une manière aussi archaïque d'envisager les choses.

Je rappellerai ici qu'un simple tentacule de Cériante se comporte comme l'animal que nous venons de considérer. Excité, il se recourbe vers la bouche ; après plusieurs excitations il ne réagit plus, et pourtant ses muscles ne paraissent pas fatigués. Les premières fois, il a été trompé : il a eu peur sans raison, ou bien il a cru avoir touché une proie et a voulu la ramener vers la bouche ; bientôt, il s'aperçoit de la méprise et ne réagit plus.

On pourra me faire observer qu'on peut concevoir la « mémoire » d'une façon moins anthropomorphique. Je reprendrai donc la discussion à ce sujet tout à l'heure quand je me placerai au point de vue de la chimie physique.

*Adaptation.* — Avant je ferai remarquer que les auteurs qui parlent de « mémoire » parlent en général aussi d'« adaptation ».

Que faut-il entendre par ce mot ? Une réponse générale serait difficile à donner ; tâchons de la donner pour les cas particuliers envisagés ici.

1<sup>er</sup> Cas. — Un Annélide étale son superbe panache dans l'eau ; dans le voisinage des Poissons vont et viennent ; l'ombre projetée, le remous de l'eau avertissent l'animal du danger qu'il court : il se rétracte ; mais après un certain nombre d'excitations, il ne se rétracte plus, et son panache est dévoré facilement. Est-ce vraiment là une adaptation ?

On m'objectera que les choses ne se passent peut-être pas ainsi. Je rappellerai la discussion soutenue par Marc de SELYS-LONGCHAMPS dans sa belle monographie de *Phoronis* (1). Dans la mer, on trouve

(1) M. DE SELYS-LONGCHAMPS : *Phoronis. Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, XXX, 1907.

souvent des Phoronis dont le panache est en voie de régénération. CORI, qui signale ce fait (*Zeit. Wiss. Z.*, LI, 480, 1890), rapporte que, d'après les pêcheurs de Faro, près de Messine, les Phoronis sont mutilées par de petits Poissons qui se saisissent brusquement de leur lophophore épanoui. E. SCHULTZ (*Zeit. Wiss. Z.*, LXXX, p. 391 et 473, 1903) ne croit pas que ce soit possible, car il est extrêmement difficile de couper, avec des ciseaux, la tête des Phoronis épanouies. Malgré leur désaccord, CORI et SCHULTZ paraissent convaincus que tout est bien « adapté » dans la nature. Pour CORI, la faculté de régénération serait « adaptative ». Pour SCHULTZ, l'autotomie serait une « réduction », et l'adaptation résiderait dans la faculté de se retirer brusquement dans le tube. DE SELYS-LONGCHAMPS critique la théorie de la « réduction », et ne croit pas que, dans le cas de la rétraction, l'adaptation soit si parfaite que cela. Il est possible que les Poissons soient plus habiles que nous et qu'ils puissent saisir les panaches céphaliques des animaux tubicoles. Un fait semble le prouver : chez *Phoronis psammophila*, on trouve dans le lophophore un petit Distome au stade cercaire ; il est probable qu'il passe dans le Poisson qui mange l'extrémité supérieure des Phoronis et qui s'infecte ainsi.

Après avoir excité un certain nombre de fois de suite le panache céphalique d'un Annélide, il devient possible de le couper ; c'est là une conséquence de la loi de l'accoutumance aux excitants, que j'ai fait intervenir souvent dans ce mémoire, en l'interprétant du point de vue de la chimie physique. Ce fait, rapproché de celui signalé par CORI, montre combien est imparfaite la prétendue adaptation.

2<sup>e</sup> cas. — L'adaptation semble être plus parfaite dans le cas des tentacules de Cériante. Si une petite proie touche un tentacule, celui-ci y adhère et se rabat vers la bouche, y amenant ainsi la nourriture ; si une proie plus volumineuse heurte le panache ou détermine un remous de l'eau qui le secoue, tout l'animal se rétracte dans sa bourse protectrice. Mais l'aspect des choses change si on fait la remarque suivante. Un tentacule de Cériante, c'est un petit tube cylindrique, en partie musculaire, plus ou moins gonflé d'eau, à direction inclinée sur la verticale ; or, sur le corps des Vérétilles se trouvent d'autres petits tubes cylindriques, en partie musculaires, plus ou moins gonflés d'eau ; ce sont les Polypes. Eh bien ! Quand ceux-ci ont occupé pendant un certain temps une position inclinée sur la verticale, ils réagissent de la même façon

que les tentacules de Cérianthe, se rabattant vers le haut, contre le corps de la colonie; dans ce cas, il est difficile de trouver la signification utilitaire de la réaction. Celle-ci dépend de l'orientation du Polype; que le Polype devienne un certain temps vertical, il pourra se rabattre dans une autre direction. En considérant que les Polypes de Vérétille, que les tentacules de Cérianthe sont revêtus d'un épithélium sensible et que les réactions chimiques ont une vitesse différente sur la face supérieure et sur la face inférieure (voir plus haut, p. 501), tout s'explique, et on ne peut pas concevoir que la réaction puisse avoir lieu autrement. Rappelons enfin que LOEB ayant fait apparaître chez une Actinie une couronne de tentacules dans une région où il n'y avait pas de bouche a vu ces tentacules se rabattre vers une bouche qui n'existait pas.

On est en général beaucoup trop préoccupé de la « valeur adaptative » des réactions; on perd ainsi beaucoup de temps, on arrive le plus souvent à des résultats illusoires. Il serait beaucoup plus sage de chercher à pénétrer dans le mécanisme des actes.

Pendant longtemps encore nous aurons beaucoup de peine à nous dégager des idées qui ont été imposées à l'esprit des biologistes de la génération d'hier par le triomphe de la théorie de la sélection naturelle. Les explications tirées de cette théorie sont d'un emploi commode; ce n'est pas une raison pour s'en servir. Les biologistes feront toujours une meilleure besogne en cherchant des explications dans la chimie physique.

Qu'on me permette de citer ici un fait personnel. En 1904, étudiant les petites Littorines des hauts niveaux, j'ai reconnu qu'il suffit de les faire ramper à la face inférieure d'un support, la tête en bas, pour que le signe de leur phototropisme change. Depuis cinq ans, j'ai cherché en vain l'explication de ce phénomène; en désespoir de cause, j'avais fait intervenir une habitude contractée dans la nature et adaptée aux conditions de vie de l'animal. Toutefois je n'étais pas bien convaincu, car l'« adaptation » me paraissait factice. Voici comment je conçois maintenant les choses. Consi-



FIG. 11. — Schéma des cellules rétiniennes dans deux positions inverses.

dérons la rétine du Mollusque dans le cas où celui-ci rampe la tête en haut et dans celui où il rampe la tête en bas; représentons-les schématiquement (fig. 11); si nous admettons l'existence dans les

cellules de substances de poids spécifique différent, forcément la distribution de ces substances dont dépend la vitesse des réactions, ne sera pas la même dans l'un et l'autre cas. Or, tout se passe comme si dans le second cas la vitesse des réactions chimiques de la rétine avait considérablement diminué, et ceci entraîne le changement de signe.

*Équilibres chimiques.* — Lorsqu'un équilibre s'est établi entre plusieurs masses actives, il suffit de produire une variation de masse,  $dm$ , pour le rompre, mais après l'augmentation d'une des masses ou l'introduction d'une masse nouvelle, il se produit des phénomènes secondaires qui tendent à supprimer au moins une partie de la masse surajoutée. C'est là une des lois fondamentales de la chimie physique, loi qui préside au retour à l'équilibre.

Il y a bien des façons différentes de détruire l'équilibre chimique d'une cellule ; on peut faire varier la *température*, l'*éclairage*, la *pression*,... c'est-à-dire l'énergie du milieu extérieur ; mais lors de l'activité de l'organisme, le même résultat peut être obtenu par une modification de *forme* ou de *position* de la cellule, ou encore par les *secousses* imprimées à celle-ci.

On a beaucoup étudié jusqu'ici l'intervention de facteurs tels que la température et la lumière ; celle du facteur pression ressort de mes travaux récents, et on trouvera dans ce travail (p. 503) un nouveau fait le concernant. Mais ici j'ai surtout cherché à montrer comment l'équilibre chimique des cellules détruit par un changement de forme ou de position (voir p. 498-9) se rétablit. L'accélération de vitesse des réactions est plus ou moins rapidement suivie du ralentissement de vitesse ; il en résulte qu'une région qui s'est sensibilisée ne tarde pas à se désensibiliser. Avec les Vérétilles, on passe de la sensibilité la plus fine à l'insensibilité complète.

L'« accoutumance aux excitants » n'est qu'une désensibilisation produite par une série d'excitations répétées ; elle est le résultat de l'épuisement en certaines substances actives. C'est une sorte de « fatigue sensorielle » ; cela n'a rien de commun avec la « mémoire ». Sous ce dernier mot, on a compris souvent des choses bien différentes. Certes j'admets qu'il y a une mémoire élémentaire, cellulaire ; mais son mécanisme physico-chimique est certainement autre que celui de l'« accoutumance aux excitants » telle que nous l'avons envisagé ici.

Dans ce dernier cas, il s'agit d'un appauvrissement en certaines substances actives, appauvrissement qui disparaît assez rapidement, et évidemment suivant une loi précise, quand on cesse les excitations ; la désensibilisation est la conséquence forcée de la *loi des phénomènes réciproques*, qui a tant d'applications en chimie, de la *loi d'action des masses*, qui domine la chimie physique ; c'est grâce à elle que l'équilibre troublé tend à se rétablir tel qu'il était ; elle apparaît comme une manifestation de la *constance* des choses. Dans le cas de la mémoire élémentaire, il doit s'agir d'une modification, plus ou moins durable, des substances actives, qui entraîne un équilibre chimique différent ; la mémoire apparaît comme une manifestation de *l'évolution*.

J. LOEB, dans son récent travail sur les tropismes, montre que la loi d'action des masses s'applique à ces manifestations des êtres vivants. De ce travail, il ressort que la même loi intervient dans les phénomènes les plus simples dits de sensibilité différentielle. Là, où certains voient une « adaptation » plus ou moins parfaite, il n'y aurait qu'une conséquence forcée des lois des équilibres chimiques, et le résultat n'est pas forcément favorable à l'animal.

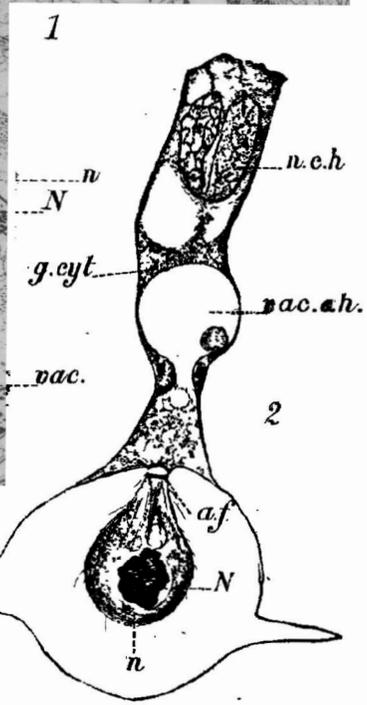
---



## PLANCHE

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

- Fig. 1. — Fragment du foie de *Sphaerium corneum* L. montrant deux *Cepedella*.  $\times 1.600$ .
- Fig. 2. — *Cepedella* dans la lumière agrandie d'un diverticule hépatique. La cellule-hôte a seule été figurée; elle montre la dégénérescence vacuolaire.  $\times 1.600$  environ. L'Infusoire a la forme de larme balavique.
- Fig. 3. — Dessin in vivo de la division transversale de *Cepedella hepatica*  $\times 2.000$ .
-



C. Cépède del

**CEPEDELLA HEPATICA POYARKOFF**



PUBLICATIONS  
DE LA  
STATION ZOOLOGIQUE DE WIMEREUX

I.

BULLETIN SCIENTIFIQUE DE LA FRANCE  
ET DE LA BELGIQUE

II.

TRAVAUX DU LABORATOIRE

---

- I. JULES BARROIS, Recherches sur l'embryologie des Bryozoaires, *in-4°*, 305 pages, 16 planches coloriées et noires (1877)..... 30 fr.
- II. PAUL HALIEZ, Contributions à l'histoire naturelle des Turbellariés, *in-4°*, 213 pages, 11 planches (1879). 30 fr.
- III. ROMAIN MONIEZ, Essai monographique sur les Cysticerques, *in-4°*, 190 pages, 3 planches (1880)..... 10 fr.
- IV. ROMAIN MONIEZ, Mémoires sur les Cestodes, *in-4°*, 238 pages, 12 planches (1881)..... 20 fr.
- V. A. GIARD et J. BONNIER, Contributions à l'Étude des Bopyriens, *in-4°*, 272 pages, 10 planches dont 6 coloriées, et 26 fig. dans le texte (1887)..... 40 fr.
- VI. EUGÈNE CANU, Les Copépodes du Boulonnais, *in-4°*, 354 pages, 30 planches dont 8 coloriées, et 20 fig. dans le texte (1892)..... ÉPUISÉ
- VII. MISCELLANÉES BIOLOGIQUES dédiées au professeur ALFRED GIARD à l'occasion du 25<sup>e</sup> anniversaire de la fondation de la Station zoologique de Wimereux (1874-1899) *in-4°*, 636 pages, 33 planches et 30 fig. dans le texte (1899)..... 50 fr.
- VIII. JULES BONNIER, Contribution à l'étude des Epicarides, les Bopyridæ, *in-4°*, 478 pages, 41 planches et 62 fig. dans le texte (1900)..... 50 fr.

---

**Dépositaires des Publications du Laboratoire de Wimereux**

Paris, PAUL KLINCKSIECK, 3, rue Corneille ;  
Berlin, FRIEDLÄNDER & SOHN, N.-W., 11, Carlstrasse ;  
Londres, DULAU & C<sup>o</sup>, 37, Soho-Square.

## SOMMAIRE

	pages
G. CÉPÈDE et E. POYARKOFF. — Sur un infusoire astome parasite du foie des <i>Cyclus</i> . . . . .	358
JAN TUR. — Observations sur la perversion de l'instinct maternel . . . . .	477
GEORGES BOHN. — Les variations de la sensibilité périphérique chez les animaux . . . . .	48



*Paraîtront dans les prochains fascicules :*

- Ch. Julin.** — Phosphorescence des œufs et embryons de *Pyrosoma*.
- G. Bohn.** — Les applications de la notion de sensibilité différentielle à l'analyse des instincts.
- P. Pelseuer.** — Glandes pédienses et coques ovigères des Gastéropodes.
- Edn. Bordage.** — A propos de l'hérédité des caractères acquis : Deitner contre Weisman.
- Em. Fauré-Frémiet.** — *Strobilidium gyrans* Stokes, étude de protistologie comparée.
- M. de Beauchamp.** — Sur quelques points de l'anatomie de *Nilla antennata*.

Lille Imp. L. Dane!