

2

RÉGENCE DE TUNIS -- PROTECTORAT FRANÇAIS

Direction Générale des Travaux Publics

STATION OCÉANOGRAPHIQUE DE SALAMMBO^A

BULLETIN

N° 23

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA
NUTRITION CHEZ LES SPONGIAIRES

(*Eponges Siliceuses*)

PAR

NELLY POURBAIX

Docteur en Sciences (Bruxelles)



Juillet 1931

Publications de la " Station Océanographique de Salammbô "

Les publications de la Station Océanographique de Salammbô comprennent :

Les *Notes* pour les courts travaux, les communications préliminaires.

Le *Bulletin* pour les mémoires définitifs.

Les *Annales* réservées pour les travaux plus importants avec planches de grand format.

Les *Notes* et le *Bulletin* sont envoyés à titre d'échange.

Les auteurs reçoivent gratuitement 50 tirages à part de leurs travaux. Ils s'engagent à ne pas mettre ces tirages dans le commerce.

○ Pour faciliter l'établissement d'une "Bibliographie Internationale de l'Océanographie" (*Décision de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Méditerranée*) les auteurs sont priés de faire suivre leurs travaux d'un court exposé (10 à 15 lignes) les résumant.

Adresser tout ce qui concerne la publication au Directeur de la Station Océanographique de Salammbô, par Carthage (Tunisie).

RÉGENCE DE TUNIS -- PROTECTORAT FRANÇAIS

Direction Générale des Travaux Publics

STATION OCÉANOGRAPHIQUE DE SALAMMBO^A

BULLETIN

N° 23

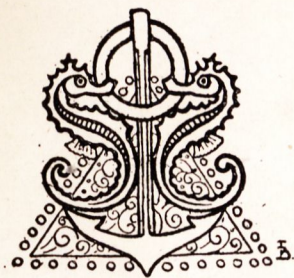
CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA NUTRITION CHEZ LES SPONGIAIRES

(Eponges Siliceuses)

PAR

NELLY POURBAIX

Docteur en Sciences (Bruxelles)



Juillet 1931

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA NUTRITION CHEZ LES SPONGIAIRES (Eponges Siliceuses)

Ces premières recherches sur la nutrition et la digestion des Spongiaires, objet du présent mémoire, ont été réalisées à la Station Océanographique de Salammbô en Tunisie, pendant les mois de mars, avril et mai de l'année 1931.

Les résultats principaux de cette étude consistent en l'identification d'un élément nutritif naturel d'une Eponge siliceuse : une Bactérie, dont je décris les différentes phases de la digestion dans une éponge déterminée, *Pellina semitubulosa* (LIEBERKUHN, O. SCHMIDT).

Je confirme mes observations par l'étude de l'absorption et la digestion par la même Eponge d'un aliment artificiel : l'amidon. Une discussion à caractère phylogénétique résume les connaissances actuelles et celles acquises lors de mon séjour en Tunisie sur les éponges du Golfe de Tunis et du Golfe de Gabès (Djerba).

Je tiens à remercier vivement M. le Directeur Général des Travaux Publics, Directeur de l'Office d'Etudes et de Développement des Pêches Tunisiennes, qui m'a fourni les possibilités de venir à Salammbô poursuivre mes recherches; je remercie aussi M. H. HELDT, Directeur de la Station Océanographique de Salammbô, pour l'accueil aimable qu'il m'a réservé et les nombreuses facilités de travail qu'il a mises à ma disposition.

Je suis reconnaissante à mes Professeurs de Bruxelles qui ont suivi avec intérêt ces recherches.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA NUTRITION CHEZ LES SPONGIAIRES

La question de la nutrition des Eponges a été fort discutée. On s'est préoccupé de savoir quelles cellules absorbent les éléments nutritifs, la nature de la nourriture et comment se fait la digestion.

Depuis la découverte de la circulation d'eau par GRANT, les expériences de nutrition artificielle ont été nombreuses. C'est LIEBERKHUN qui commence, en 1856, à mettre des particules solides en suspension dans l'eau de mer. Il observe l'absorption des particules de carmin par certaines cellules, dont il ne spécifie pas la nature. Mais CARTER (1856-1857-1870) a vu que chez *Spongilla* et *Teichonella*, les choanocytes seuls ingèrent le carmin. Peu après, HAECKEL (1872), en plaçant des éponges calcaires dans l'eau de mer contenant du carmin ou de l'indigo en suspension, déclare que les choanocytes ingèrent également « sie essen und trinken ». METCHNIKOFF (1879) fait la même constatation chez les Eponges calcaires (*Ascella primordialis*), mais décrit un processus différent chez les Eponges siliceuses. Ce seraient les amœbocytes bordant les canaux qui, seuls, pourraient ingérer des corps étrangers.

D'autre part, LENDENFELD (1883-188) attribue cette fonction aux cellules plates ectodermiques chez *Aplysina violacea*. La nourriture ainsi captée serait ensuite transmise aux amœbocytes où se ferait la digestion. Mais, en 1889, le même auteur abandonne ses premières conclusions pour admettre par contre que les choanocytes sont les agents de l'ingestion. HEIDER (1886) admet que les choanocytes de *Sycon raphanus* et d'*Oscarella lobularia* absorbent le carmin et le charbon, tandis que chez une *Reniera* (une Monaxynide) ces matières ne feraient que traverser les plaques épithéliales et iraient s'accumuler à l'intérieur des cellules mésodermiques.

BIDDER (1885-1895) observe chez *Leucosolenia* la capture du charbon de bois par les choanocytes.

TOPSENT (1887-1899-1901) reconnaît que chez *Cliona cellata*, chez diverses *Monaxinides* et *Renierides*, ce sont les cellules mésodermiques qui sont chargées de l'ingestion.

D'autres auteurs, SOLLAS (1888) (*Spongilla*), MINCHIN (1900), DELAGE (1892) (*Spongilla*), MASTERMAN (1894) (*Grantia compressa*) et WELTNER (1896) (*Ephydatia*) considèrent les choanocytes comme élément d'absorption du carmin. LOISEL (1898) trouve des enclaves dans les choanocytes de *Spongilla lacustris* et *Reniera Ingalli*, mais il admet que l'ingestion se fait par les cellules mésodermiques.

VOSMAER et PEKELHARING (1898) mettent *Spongilla lacustris* et *Sycon* dans du lait et du carmin. Après deux heures, l'examen microscopique montre ces matières dans les choanocytes, très peu dans les cellules profondes. Après 24 heures de séjour, c'est l'inverse, les matières alimentaires sont en abondance dans les cellules mésogléiques. Si, à ce moment, l'Eponge est maintenue dans l'eau pure, on ne trouve, après un certain temps, plus trace de matières étrangères dans les corbeilles vibratiles. D'après ces auteurs, les proies pénètrent par l'intérieur de la collerette.

ZEMPLILSKA (1900) arrive au même résultat avec *Sycon raphanus*.

COTTE (1902-1904) dans ses expériences de nutrition montre que les choanocytes de *Sycandra* absorbent du carmin, ingèrent des Bactéries par l'intérieur de la collerette. Il est arrivé à cette idée parce qu'il admet l'existence de la membrane de Sollas. Chez les Eponges siliceuses, il trouve le carmin et les bactéries dans les cellules phagocytaires amœboïdes; il conclut (p. 449) : « L'ingestion des particules qui parcourent les canaux des Spongiaires est dévolue aux choanocytes, tandis que le transport dans l'intérieur du corps des substances ingérées appartient aux cellules migratrices ».

VAN TRIGT (1918-1919) observe chez les *Spongillidae* deux modes d'ingestion. Les petites particules sont amenées par le courant au milieu des chambres vibratiles; elles pénètrent dans un choanocyte, en dehors et à la base de la collerette. De là, elles passent dans le tissu voisin « intercellular plasmatic ground substance », d'où les cellules mésodermiques les captent. Les grosses proies entrent directement dans le parenchyme en se glissant le long des corbeilles vibratiles, à l'extérieur de celles-ci. De là, elles pénètrent dans les cellules amœboïdes.

En suivant le mode d'envahissement de *Spongilla lacustris* par

les algues symbiotiques, CASTRO RODRIGUEZ (1930), par la même occasion, précise le mécanisme de capture de la nourriture chez les Eponges d'eau douce. Par des techniques délicates, il voit entrer les Zoochlorelles symbiotiques de *Spongilla lacustris* par les pores épidermiques, suivre les canaux afférents et arriver au niveau des corbeilles vibratiles. L'algue est alors saisie par un choanocyte, à l'extérieur et à la base de la collerette. Du choanocyte, elle passe directement à une cellule amœboïde accolée à la base du choanocyte, ainsi que le montrent clairement ses figures. Les Zoochlorelles enfermées dans une vacuole, restent vivantes dans les archéocytes, tandis que les particules alimentaires y seraient digérées ainsi qu'en témoignent les expériences de cet auteur.

Il semble bien établi par la plupart des auteurs que chez les Eponges calcaires, l'absorption des particules se fasse par les choanocytes. Pour les Eponges siliceuses, les avis sont partagés, les uns s'accordent à considérer encore les cellules flagellées comme agent d'absorption. Cependant, il faut opposer à cette opinion les travaux de METCHNIKOFF (1879), HEIDER (1886), TOPSENT (1887-1897-1898-1901) et LOISEL (1898).

*
* *

On s'est préoccupé depuis longtemps de savoir quelle est la nourriture naturelle et normale des Eponges.

D'après PUTTER (1909-1914), il est absolument impossible qu'une Eponge se nourrisse uniquement de substances solides. Au contraire, il semble qu'elle se nourrisse de substances organiques en solution dans l'eau de mer. HAECKEL le pensait déjà en 1872. Cependant cette théorie est mise en doute par VAN TRIGT (1919) parce que l'argument qu'il donne (déficit de substances solides) n'est pas en accord avec ce qui se passe chez les Spongillides. LOISEL (1898) montre des solutions de colorants vitaux absorbés par le tissu de l'éponge comme aussi TOPSENT (1898), MINCHIN (1900) et SOLLAS (1906).

La pénétration des colorants à travers les cellules de l'éponge ne constitue pas un argument suffisant pour admettre une nutrition diffusive dont jusqu'à présent on ne possède aucune preuve.

M. le Professeur LAMEERE cite dans son *Précis de Zoologie*

(1928), p. 263 : « Nous sommes malheureusement toujours très ignorants sur le mode d'alimentation de ces animaux (spongiaires) ; les bactéries, les détritux, et peut-être les substances organiques dissoutes doivent en faire les frais, notamment dans les grandes profondeurs. »

COTTE (1904) signale des phénomènes de bactériolyse observés sur des *Reniera* nourris artificiellement avec *Bacillus mesentericus*, ce qui lui permet de supposer que « les bactéries doivent pouvoir servir d'aliment aux éponges » (p. 446).

VAN TRIGT (1919) considère les zoochlorelles comme la source principale de nourriture des Spongiaires.

Les curieux spermatozoïdes de *Reniera* décrits par DEL RIO-HORTEGA et FERRER ont été reconnus par WEILL R. (1926) comme étant des nématocystes de Coelentérés. Les stades de spermatogénèse seraient en réalité des stades de digestion partielle des nématocystes par les cellules de l'Eponge.

Si les éponges se nourrissent de particules solides, ces particules doivent être suffisamment petites pour être emportées par le courant, pour passer par les canaux extrêmement étroits, pour être phagocytées par les cellules.

Etant donné la grande facilité avec laquelle les cellules d'éponge s'emparent des particules mises expérimentalement dans l'eau de mer, il y a tout lieu de croire que la nutrition naturelle se fasse aussi à partir d'organismes en suspension dans le milieu.

Un certain nombre d'auteurs ont admis que les infusoires servent de nourriture aux éponges ; à notre avis, cette idée doit être rejetée ; cependant, l'absorption des organismes inférieurs tels bactéries, algues (COTTE, 1904) (CASTRO RODRIGUEZ, 1930) nous paraît plus vraisemblable, et c'est ce que nous allons confirmer.

*
* *

La digestion chez les éponges est peu connue également. Elle est intracellulaire et correspond à une digestion phagocytaire, mais il est possible qu'il y ait accessoirement une sorte de digestion extracellulaire.

Comme le décrit COTTE (1904), lorsqu'une grosse proie (infusoire par exemple) est en contact avec les cellules mésoder-

miques de l'éponge, celles-ci s'accolent autour de la proie et la digèrent.

Dans la digestion phagocytaire, les matières alimentaires sont toujours dans une vacuole. D'après les résultats obtenus par différents auteurs (HAECKEL, 1872), (SOLLAS), (BIDDER, 1888), (LENDENFELD, 1884), (COTTE, 1904), (CASTRO RODRIGUEZ, 1930), on peut supposer que la digestion se passe dans les choanocytes chez les éponges calcaires et dans les cellules du mésenchyme chez les éponges siliceuses.

VOLKONSKY (1930) apporte de nouvelles précisions à ce sujet. Il montre la digestion dans les choanocytes chez les éponges calcaires. Elle se réaliserait en deux temps. Les particules d'abord incluses à même le cytoplasme, s'entourent progressivement d'une vacuole. On voit alors les chondriosomes s'appliquer à la surface de cette vacuole digestive corrélativement à un enrichissement en lipoides.

*
* *

Nous avons examiné plusieurs espèces d'éponges siliceuses du Golfe de Tunis. Certaines espèces ont été récoltées directement sur les rochers, d'autres ont été draguées le long de la côte qui s'étend entre La Marsa et Radès. Toutes ces espèces nous ont permis de faire quelques observations relatives à la nutrition par rapport au degré d'évolution.

Pour étudier les phénomènes de digestion, il est indispensable d'avoir une espèce qui se maintienne en vie pendant quelques jours en aquarium, dont les cellules ne soient pas trop petites et non pigmentées. Nous avons trouvé une éponge qui remplit ces conditions, c'est : *Pellina semitubulosa* (Lieberkhün) O. SCHMIDT (1), une Halichondridée sans spongine (POURBAIX, 1931 a). Elle vit sur les rochers qui forment la jetée du port de La Goulette, à un mètre de profondeur; elle forme une colonie qui atteint 18 à 20 centimètres dans la plus grande longueur et 6 à 8 centimètres de largeur. Il y a une large base de fixation, le sommet se détache sous forme de

(1) Cette Eponge a été déterminée par M. le Professeur TOPSENT. Qu'il trouve ici tous mes remerciements. Cette espèce n'était pas encore signalée dans le Golfe de Tunis.

ramifications digitées. La couleur est blanche avec des taches mauves sur les extrémités (*voir photographie de la colonie, fig. 1, Pl. I*).

Les fragments d'éponges sont déposés dans une suspension de particules indigestes telles carmin, charbon de bois, encre de Chine, Soudan III, et d'autre part, en présence de substances alimentaires amidon, lait. Des prélèvements sont faits en des temps variés, pour l'observation sur le vivant avec ou sans coloration vitale, pour l'étude sur frottis et coupes après fixation par divers fixateurs et méthodes mitochondriales.

*
* *

En examinant une préparation d'éponge fraîche, on voit dans certaines cellules, des enclaves, des corps difformes, difficiles à déterminer, on distingue cependant des diatomées. Celles-ci serviraient peut-être de nourriture à l'éponge, mais je ne puis apporter à ce sujet aucune preuve définitive, n'ayant pu en suivre la digestion.

Sur l'espèce étudiée à la Station Océanographique de Salammbô, *Pellina semitubulosa*, toutes les cellules sont relativement grandes et non pigmentées; elle convient donc spécialement pour les recherches de nutrition.

Sur des préparations de jus d'éponges, obtenues par filtration à travers de la soie à bluter, faites immédiatement après la récolte, on voit dans le liquide qui baigne les cellules, des organismes colorés uniformément en rouge, en forme de bâtonnet un peu courbé à contours réguliers. Ils mesurent $11\ \mu$ de long et $2\ \mu$ de diamètre (*fig 2 a*). Ils n'ont pas de mouvement propre et ne semblent montrer ni cils ni flagelles. C'est très probablement une bactérie. Colorée au Lugol, elle devient d'un jaune foncé et montre des masses noires, irrégulières dans son cytoplasme (*fig. 2 b*).

Ces bactéries sont en grand nombre dans les préparations d'éponges filtrées, entre les cellules et aussi à l'intérieur des cellules.

Les éponges sont maintenues en aquarium d'eau de mer simplement aérée, pour éviter l'apport d'éléments nouveaux. Dans ces conditions, après plusieurs jours de culture au laboratoire, on trouve peu de ces bactéries dans le liquide intercellulaire, mais à l'intérieur des cellules, on distingue des fragments de bactéries, chacun inclus dans une vacuole. Les cellules les ont captées, fragmentées et

digérées. Pour suivre ces processus, nous avons prélevé des fragments d'éponge à des intervalles réguliers.

Dans le jus d'un de ces fragments, examiné le premier jour de l'expérience, on voit des bactéries entières non déformées à l'intérieur de cellules qui ne peuvent être que des archéocytes. En effet, ces cellules sont les plus grandes de toutes : $13\ \mu$ à $15\ \mu$ de diamètre; elles sont vacuolaires, se déplacent par mouvements amoeboïdes et en préparation on peut retrouver le noyau caractéristique vésiculeux avec un gros caryosome. Les choanocytes sont des cellules de $4,5\ \mu$ de diamètre; c'est-à-dire que les archéocytes seraient seuls capables de capter la bactérie.

Lorsqu'on examine une préparation de jus d'éponge, on voit les cellules se déplacer et à un certain moment une bactérie se trouve en contact d'un archéocyte. La cellule émet alors un énorme pseudopode hyalin, unilobé contre la plus grande surface de la bactérie.

Quand la pénétration est terminée, la bactérie se trouve toujours dans une vacuole (*fig. 3, Pl. I*).

Si l'archéocyte ne dépasse par la longueur de la bactérie, c'est-à-dire $11\ \mu$, on voit cette cellule s'étirer et prendre une forme ovale afin de pouvoir englober la bactérie. Il n'est pas rare de trouver deux bactéries dans un seul archéocyte.

C'est donc toujours dans les archéocytes, que les bactéries sont enfermées, et, dans le cas présent, la taille de la bactérie semble exclure la possibilité d'être phagocytée par les autres éléments cellulaires et spécialement par les choanocytes qui n'ont que $4,5\ \mu$ de longueur.

Le troisième jour, on trouve dans les archéocytes des fragments de bactérie logés chacun dans une vacuole. En examinant soigneusement une préparation légèrement colorée par un colorant vital, on arrive à suivre le processus de la fragmentation. Contre la paroi de la vacuole, viennent s'accoler des éléments qui semblent transformer la constitution chimique du liquide vacuolaire. Vers le milieu de la bactérie, on voit deux dépressions latérales opposées et une zone plus claire de moindre résistance. C'est là que va se faire la division (*fig. 5, Pl. I*).

Les deux morceaux ainsi formés sont immédiatement dans une vacuole et la fragmentation se poursuit jusqu'à la formation de trois

à cinq vésicules renfermant une particule alimentaire. Ce stade de fragmentation se retrouve nettement sur les frottis fixés au Zenker. On voit la bactérie avec une dépression médiane et même dans un stade plus avancé, la séparation de la bactérie est déjà faite alors que la vacuole est encore unique mais fortement pincée au point de séparation des deux fragments, c'est ce que représente la figure 6, Pl. I.

Après quatre jours, les archéocytes présentent des vacuoles digestives sphériques, renfermant la masse alimentaire de coloration rouge, ce qui prouve bien que nous sommes toujours en présence de la bactérie. Une grande quantité de petits granules tapissent la vacuole (*fig. 7, Pl. I*) et finissent par l'entourer complètement. Après fixation par les vapeurs osmiques et le Altman, on voit sur les préparations des granulations noires sur la vacuole digestive (*fig. 8, Pl. I*). D'après les résultats obtenus sur coupes et frottis par les techniques microchimiques, nous pouvons considérer ces éléments comme étant des substances lipoidiques.

Le cinquième jour, les dilacérations des fragments d'Eponge ne montrent plus de bactéries libres dans le milieu; elles sont toutes dans les archéocytes à des stades plus ou moins avancés de la digestion. On remarque aussi que la taille des vacuoles digestives diminue progressivement. Un manchon lipoidique entoure complètement la vacuole.

Dans un stade suivant, on voit contre la paroi intérieure de chacune de ces vacuoles prendre naissance, dans la masse alimentaire rouge, une petite vacuole claire (*fig. 9 a, Pl. I*). Au fur et à mesure que la digestion se poursuit, cette vacuole s'étend, grandit et finit par occuper tout l'espace (*fig. 9 b*). C'est-à-dire que la vacuole digestive est vidée. A ce moment, la digestion est terminée.

Plus tard, on ne retrouve plus de bactéries dans les préparations. La digestion de ces bactéries a donc duré six jours environ. Les conditions d'alcalinité et d'acidité du suc vacuolaire n'ont pas pu être examinées avec précision dans ce cas.

CONCLUSION

Nous nous trouvons donc en présence de la digestion d'aliments captés naturellement par l'Eponge dans son habitat normal. Dans les *Pellina semitubulosa* récoltées vivantes, soit directement sur les rochers où elles sont fixées, soit dans les morceaux ramassées à la drague sur les fonds de la même région, nous retrouvons en abondance cette bactérie, libre ou englobée, à différents stades dans les cellules archéocytaires. Nous pouvons donc admettre que cette bactérie constitue un élément nutritif naturel de cette Eponge.

Nous confirmons donc la nutrition bactérienne admise par COTTE.

Il ne faut pas confondre cette bactérie nutritive avec une autre bactérie en bâtonnet plus petite, qu'on trouve en abondance dans le tissu de l'Eponge au moment de la décomposition (COTTE, 1904).

*
**

Après avoir observé la nutrition naturelle chez *Pellina semitubulosa*, nous allons la soumettre aux expériences de nutrition artificielle. Nous donnons, d'une part, des éléments nutritifs tels : amidon, lait; d'autre part, des particules indigestes : charbon, carmin, Soudan III, etc...

Les Eponges sont placées immédiatement après la récolte dans de petits aquariums d'eau de mer avec une de ces substances en suspension.

Nous ne décrivons ici que les observations relatives à l'amidon, les processus étant les mêmes pour les autres substances.

Les processus de digestion des grains d'amidon sont les mêmes que ceux décrits plus haut pour les bactéries.

Les grains sont fort gros et encore ici les archéocytes, seuls, pouvaient les englober et ce n'est, en effet, que dans ces grandes cellules qu'on les trouve.

Par méthode de dilacération, on met des grains d'amidon en présence de cellules d'Eponges. Lorsqu'un archéocyte vient à toucher un grain d'amidon, on le voit émettre un grand pseudopode hyalin contre le corps étranger; le noyau cellulaire et les inclusions

sont rassemblés au pôle opposé. Dans ce pseudopode en contact avec le grain d'amidon, nous voyons fréquemment une vacuole qui grandit et semble prête à recevoir le grain qui va entrer dans l'archéocyte (fig. 10, Pl. II). COTTE (1904) signale dans les choanocytes de *Sycandra raphanus*, ingérant une proie, des sphérules colorés par l'éosine dans les pseudopodes qui entourent la particule. C'est probablement les mêmes vacuoles que nous voyons ici (fig. 10 v).

En effet, aussitôt que le grain est incorporé, il se trouve dans une vacuole (fig. 11, Pl. II). La réaction au Lugol donne la coloration brune caractéristique de l'amidon, tant pour les grains incorporés dans les cellules que pour ceux restés à l'extérieur. Cette phase de la digestion se passe en milieu acide, car la réaction du tournesol faite sur le vivant montre la vacuole alimentaire colorée en rouge-mauve.

Le deuxième jour, le grain d'amidon a toujours sa réaction au Lugol, sa forme normale et on commence à voir de petites granulations liquidiqes s'accoler contre la vacuole (fig. 12, Pl. II).

Le troisième jour, les dépôts lipoidiques sont plus abondants et l'amidon a perdu sa coloration noire au Lugol, il devient maintenant brun-jaune. Le liquide vacuolaire prend une coloration bleu-lilas en présence du tournesol, il est donc devenu alcalin. De plus, la forme de la particule change, les angles et les arrêtes sont moins prononcés (fig. 13, Pl. II). Tout ceci indique que le grain d'amidon est attaqué par le suc vacuolaire qui l'entoure et que la véritable digestion s'effectue en milieu alcalin.

Le quatrième jour, les dilacérations montrent des vacuoles alimentaires plus petites renfermant le grain d'amidon qui a une forme presque sphérique. Les éléments lipoidiques accolés à la vacuole forment un cercle continu autour de celle-ci. La réaction au Lugol donne une coloration jaune clair (fig. 14, Pl. II).

Un peu plus tard, la vacuole alimentaire est presque sphérique, petite et semble vidée. En effet, la teinture de tournesol colore la vacuole entière en bleu-lilas. Ce stade semble bien être la fin de la digestion. L'amidon a été transformé par le suc vacuolaire et il reste dans la cellule des vacuoles à réaction alcaline, avec quelques sphérules lipoidiques à la surface. La digestion se fait en milieu alcalin comme chez les Amibes.

DISCUSSION PHYLOGÉNÉTIQUE

Jusqu'à présent, on ne connaissait pas grand chose de la nutrition des Spongiaires et il semble bien que l'ingestion se fasse par deux voies :

1° Les choanocytes.

2° Les cellules mésodermiques.

Si l'on tient compte de l'anatomie, de l'histologie de l'Eponge, de la disposition des canaux aquifères, des corbeilles vibratiles, etc..., on voit qu'il y a parallélisme entre le mode d'absorption des particules alimentaires et l'évolution du système des canaux, c'est-à-dire le degré d'évolution du groupe.

Si l'on examine les différentes espèces d'Eponges étudiées à ce point de vue, suivant l'ordre d'évolution établi par M. le Professeur LAMEERE (1922-1927-1928), on constate les faits suivants :

Chez les espèces du type *Ascon*, représentée par les Eponges calcaires, la paroi du corps est mince et la spongocoele est presque entièrement tapissé de choanocytes. Ces derniers ont de grandes dimensions et jouent un rôle capital dans la nutrition. Ils ont été signalés comme ingérant des corpuscules par HAECKEL (1872), METCHNIKOFF (1886), COTTE (1902-1904).

Chez les espèces du type *Sycon*, la paroi du corps est épaisse, mais elle ne renferme qu'une seule couche de corbeilles vibratiles qui s'ouvrent directement dans l'atrium. Ici encore les choanocytes sont de grande taille (20 μ). VOLKONSKY (1930) a montré chez *Sycon coronatum* la digestion de particules ingérées artificiellement dans les choanocytes.

Mais dans le stade *Leucon*, où le système aquifère se complique d'une foule de canaux, chambres vibratiles, nous voyons les choanocytes devenir de taille plus petite et leur rôle diminuer dans la nutrition.

C'est cette idée que nous pouvons tirer des observations variées des auteurs déjà cités. En se basant sur l'ordre évolutif des Spongiaires (Siliceuses) du Professeur LAMEERE, nous voyons que la fonction des choanocytes de capter et surtout de digérer les aliments

diminue corrélativement. C'est ce que nous avons pu établir en examinant et expérimentant les différentes Eponges siliceuses du Golfe de Tunis.

Chez *Spongilla lacustris*, CASTRO RODRIGUEZ G. (1930) montre les particules alimentaires passant par les choanocytes et se localisant ensuite dans les archéocytes.

Dans *Pellina semitubulosa*, une Renieride, plus évoluée que les Spongillidæ, nous voyons les proies naturelles, plus grosses que les choanocytes (qui ont seulement $4,5 \mu$ de diamètre) entrer dans les archéocytes directement. Cependant, les choanocytes sont encore capables d'ingérer de tous petits granules, de carmin par exemple.

Et finalement dans l'espèce la plus évoluée que j'ai eu l'occasion d'étudier dans le Sud tunisien, l'*Hippospongia equina* (N. POURBAIX, 1931), l'appareil aquifère est plus compliqué, les choanocytes très petits, de l'ordre de 4μ . Par la méthode de nutrition artificielle, c'est par les archéocytes que les petits granules sont saisis; sur les préparations de jus d'Eponge vivante, les inclusions nutritives se trouvent toujours dans les archéocytes.

On voit donc que le mécanisme de la nutrition évolue en même temps que les autres caractères du groupe.

TRAVAUX CITÉS

1911. — BIEDERMANN (W.). — Die Aufnahme, Verarbeitung und Assimilation der Nahrung. In Winterstein. *Handb. der Vergl. Physiolog.* Bd. II.
1888. — BIDDER (G.). — Preliminary note on the Physiology of Sponges. *Proc. Phil. Soc. Cambridge*, t. VI.
1895. — BIDDER (G.). — The collar cells of Heterocoela. *Quart. Journ. Micr. Sc.*, XXXVIII.
1857. — CARTER (H.-J.). — On the ultimate structure of *Spongilla*. *Ann. Mag. Nat. Hist.* (2), t. XX.
1870. — CARTER (H.-J.). — On the ultimate structure of marine Sponges. *Ann. Mag. Nat. Hist.* (4), t. VI.
1930. — CASTRO RODRIGUEZ (G.). — De la symbiose entre *Spongilla lacustris* et les Zoochlorelles. Contribution à l'étude de la nutrition chez les Spongiaires. *Ann. Soc. Zool. Belgique*, t. LXI.
1902. — COTTE (J.). — Comment les choanocytes de *Sycandra* absorbent-ils les particules alimentaires ? *C. R. Soc. Biol. France*, t. LIV.
1904. — COTTE (J.). — Contributions à l'étude de la nutrition chez les Eponges. *Bull. Soc. France et Belgique*, Vol. 38.
1892. — DELAGE (Y.). — Embryologie des Eponges. *Arch. Zool. Exp. et Gén.*, série 2, t. X.
1899. — DELAGE (Y.) et HÉROUARD (E.). — Traité de Zoologie concrète. Tome II : Les Spongiaires.
1872. — HAECKEL (E.). — Dei Kalkschwämme.
1886. — HEIDER (K.). — Zur Metamorphose der *Oscarella lobularia*. *Arb. Zool. Inst. Wien*, t. VI.
1911. — HOBER (R.). — Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe.
1925. — KUKENTHAL (W.). — *Handbuch der Zoologie*, Bd. I.
1922. — LAMEERE (A.). — Evolution des Spongiaires. *Ann. Soc. Roy. Zool. Belgique*, t. LIII.
1927. — LAMEERE (A.). — Abrégé de la Classification. *Rec. Inst. Torley Rousseau*, 1931, 2^e édit., t. III.
1928. — LAMEERE (A.). — Précis de Zoologie. Spongiaires. *Rec. Inst. Torley Rousseau*, fasc. 3, t. I.

1884. — LENDENFELD (R. Von). — The digestion of Sponges effected by Ectoderm or Endoderm ? *Proc. Lin.* 4 S. Wales IX.
1899. — LENDENFELD (R. Von). — Experimentelle untersuchungen über die Physiologie der Spongien. *Zeitschr. f. Wiss. Zool.* Bd. XLVIII.
1856. — LIEBERKUHN (N.). — Beiträge zu entwicklungsgeschichte der Spongien Müller's. *Arch. f. Anat. u. Phys.*
1857. — LIEBERKUHN (N.). — Beiträge zur Anatomie der Spongien. *Arch. f. Anat. u. Physiol.*
1897. — LOISEL (G.). — Contribution à la physiologie et à l'histologie des Eponges. *C. R. Soc. Biol. Paris*, t. XLVII.
1898. — LOISEL (G.). — Contribution à l'histophysiologie des Eponges. *C. R. Soc. Biol. Paris*, t. XLVIII.
- 1898 b. — LOISEL (G.). — Contribution à l'histophysiologie des Eponges. *Journ. An. Phys.*, t. XXXIV.
1910. — MAAS (O.). — Über Involutionerscheinungen bei Schwämmen und ihre Beteutung für die Auffassung des Spongienkörpers. *Festchr. R. Hertwig. Jena.* Bd. III.
1894. — MASTERMAN (A.). — On the Nutritive and excretory processes in Porifera. *Ann. a. Mag. of Nat. Hist.*, série 6, vol. XIII.
1879. — METCHNIKOFF (E.). — Spongiologische Studien. *Zeitchr. Wiss. Zool.*, t. XXXII.
1892. — METCHNIKOFF (E.). — Leçons sur la pathologie comparée de l'inflammation. *Paris, Masson.*
1900. — MINCHIN (E.-A.). — Sponges in Lankester. *Traetise on Zoology.*
- 1931 a. — POURBAIX (N.). — Sur la présence de l'Eponge : *Pellina semitubulosa* (Lieberkhün) O. Schmidt, dans le Golfe de Tunis. *Stat. Océan. Salammbô*, Notes 19.
- 1931 c. — POURBAIX (N.). — Notes sur *Hippospongia equina*. *Stat. Océan. Salammbô*, Bulletin 22.
1909. — PUTTER (A.). — Die Ernährung der Wassertiere. *Ztsch. Allgem. Physiology Jena*, Bd. 7 (2 et 3).
1914. — PUTTER (A.). — Der Stoffwechsel der Kieselschwämme. *Ztsch. f. Allgem. Physiology*, Bd. 16.
1877. — SCHULZE (F.-E.). — Untersuchungen über den Bau und Entwicklung der Spongien. *Ztsch. f. Wiss. Zoologie*, Bd. 29.
1906. — SOLLAS (I.). — *Porifera*. In : *Cambridge Nat. History.*
1887. — TOPSENT (E.). — Contribution à l'étude des Clionides. *Arch. Zool. Exp.* (2), t. V bis.

1898. — TOPSENT (E.). — De la nutrition des Spongiaires. *Arch. Zool. Exp. et Gén.*, série 3, t. VI.
1901. — TOPSENT (E.). — Traité de Zoologie. Description.
1925. — TOPSENT (E.). — Spongiaires du Golfe de Naples. *Arch. Zool. Exp. et Gén.*, série 5, t. LXIII.
1918. — TRIGT (H. Van). — A contribution to the physiology of fresh water Sponges (*Spongillidæ*). *Proc. Sect. Sc. Akad. Wet. Amsterdam*, Vol. 20.
1919. — TRIGT (H. Van). — A contribution to the physiology of fresh water Sponges (*Spongillidæ*). *Tydschr. der Ned. Dierk. Vereeniging*, série 2, Bd. XVII.
1930. — VOLKONSKY (M.). — Les choanocytes des Eponges calcaires. *C. R. Soc. Biol. France*, mars 1930.
1898. — VOSMÆR et PEKELHARING. — Ueber die Nahrungsaufnahme bei Schwammen. *Arch. f. Phys.*
1898. — VOSMAER et PEKELHARING. — Observations on Sponges. *Verh. Kon. Akad. v. Wet. Amsterdam*, section 2, n. 3, VI.
1926. — WEILL (R.). — Les cleptocnides des Eponges à propos des spermatozoïdes de *Reniera* décrits par P. DEL RIO-HORTEGA et FERRER. *Bull. Soc. Zool. France*, t. LI, n° 1.
1896. — WELTNER (W.). — Der Bau des Süßwasserschwammes. *Blätter f. Aquar. u. Terrar. Freunde*, Bd. 7.
1907. — WELTNER (W.). — Spongillidenstudien. *Arch. f. Naturgesch.* Bd. I, 73.
-

EXPLICATION DES FIGURES

PLANCHE I

Fig. 1. — Photographie de la colonie de *Pellina semitubulosa*. L'extrémité supérieure avec les digitations.

FIG. 2 à 9. — Stades principaux de la digestion d'une Bactérie dans un archeocyte :

Fig. 2. — Bactérie du tissu de l'Eponge :

- a) Sur le vivant;
- b) Après l'action du Lugol.

Fig. 3. — Bactérie peu après l'ingestion dans l'archeocyte. On remarque la vacuole qui l'entoure. *In vivo*.

Fig. 4. — Même stade sur frottis après fixation au Bouin et coloration par Hematoxyline. Eosine.

Fig. 5. — Fragmentation de la Bactérie. On remarque la dépression dans le milieu. *In vivo*.

Fig. 6. — Même phénomène sur matériel fixé au Zenker. La fragmentation est plus avancée, la Bactérie est déjà divisée et la vacuole est encore unique.

Fig. 7. — Vacuoles alimentaires sphériques, la paroi se couvre de granules noirs. *In vivo*.

Fig. 8. — Même stade après imprégnation osmique le cercle de granulations lipoidiques se voit nettement.

Fig. 9. — Fin de la digestion :

- a) Petite vacuole;
- b) Vacuole alimentaire vidée. *In vivo*.

*
* *

PLANCHE II

FIG. 10 à 14. — Stades principaux de la digestion d'un grain d'amidon par un archeocyte :

Fig. 10. — Ingestion d'un grain d'amidon par un archeocyte. Le noyau et les inclusions localisées au pôle opposé. Dans le pseudopode hyalin, une grande vacuole (v). *In vivo*.

Fig. 11. — Grain d'amidon peu après son entrée dans l'archeocyte : il est dans une vacuole. *In vivo*.

Fig. 12. — Dépôt lipoidique sur la vacuole digestive. *In vivo*.

Fig. 13. — Le grain d'amidon diminue de taille et s'arrondit. *In vivo*.

Fig. 14. — Stade final de la digestion. Les vacuoles, devenues sphériques, sont vidées de leur inclusion alimentaire. *In vivo*.

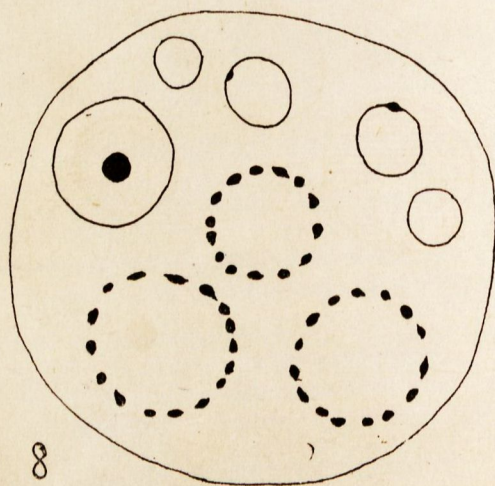
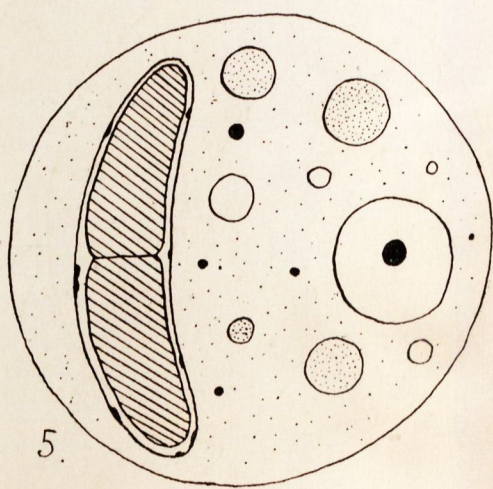
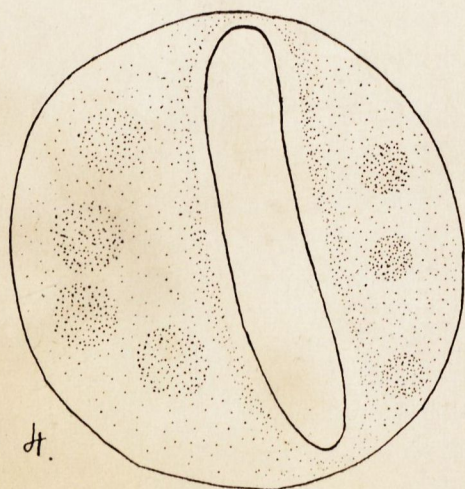
Toutes ces figures sont schématisées d'après l'observation au microscope Stiasnie, objectif immersion 1/18 et oculaire compensateur 9.

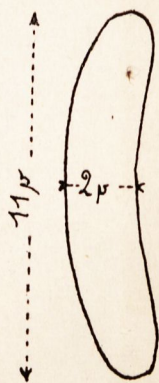


Fig. 1

Photo H. HELDT.

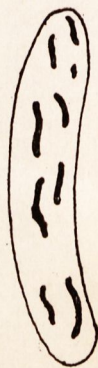
Pellina semitubulosa (Lieberkühn) O. Schmidt



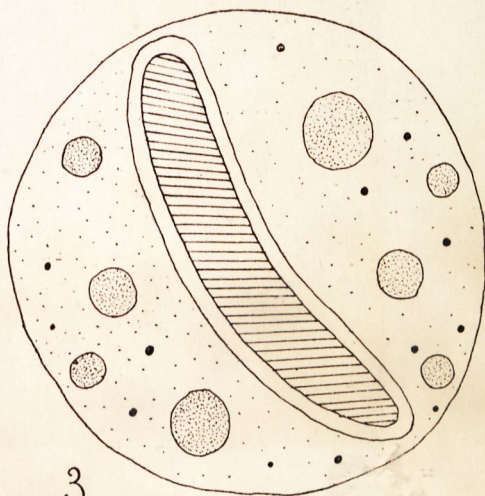


a.

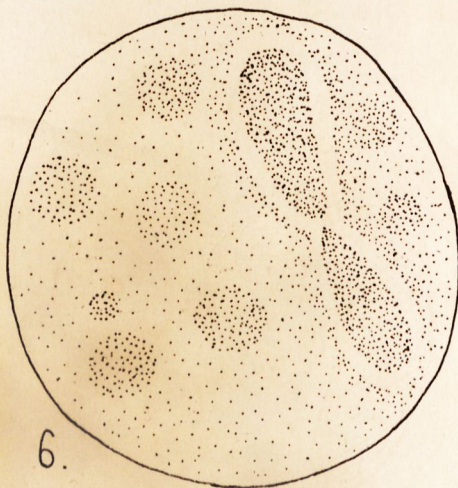
2



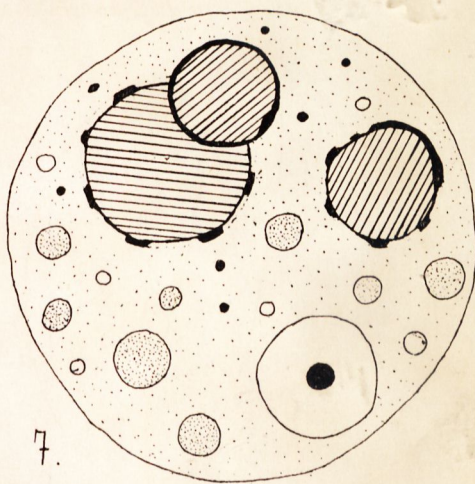
b.



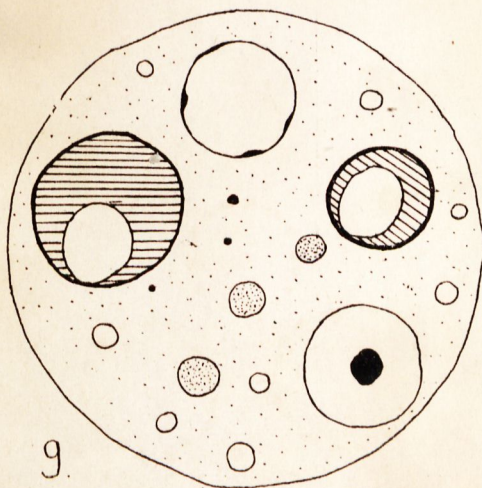
3.



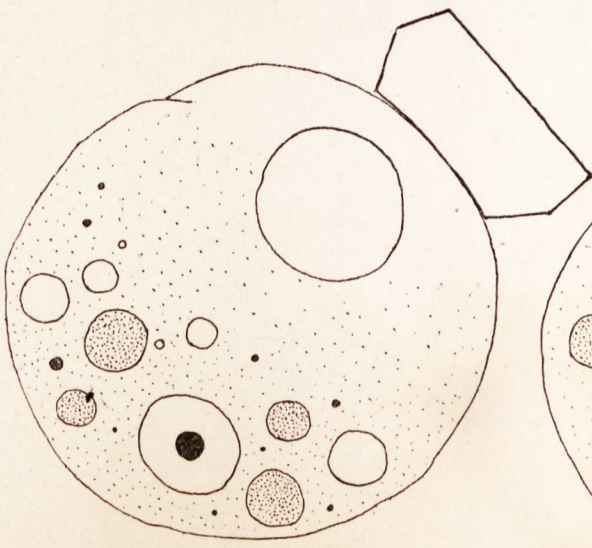
6.



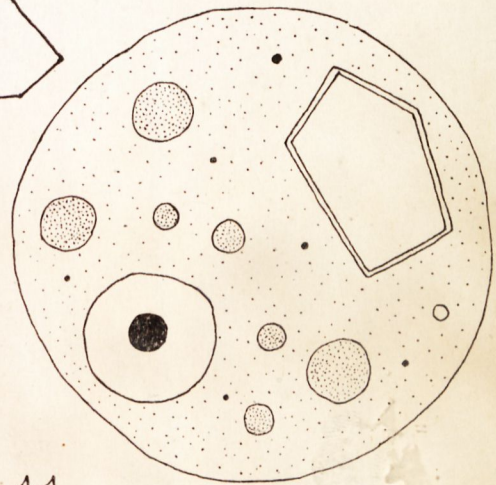
7.



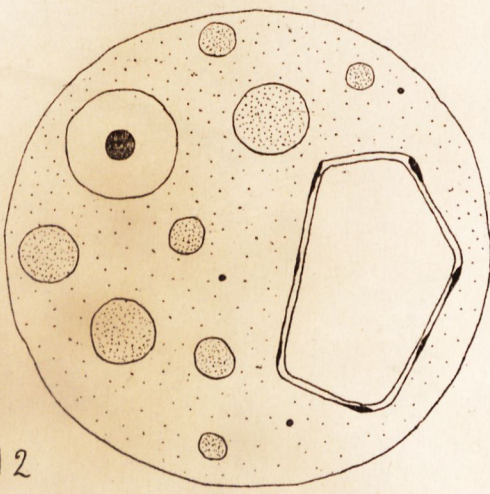
9.



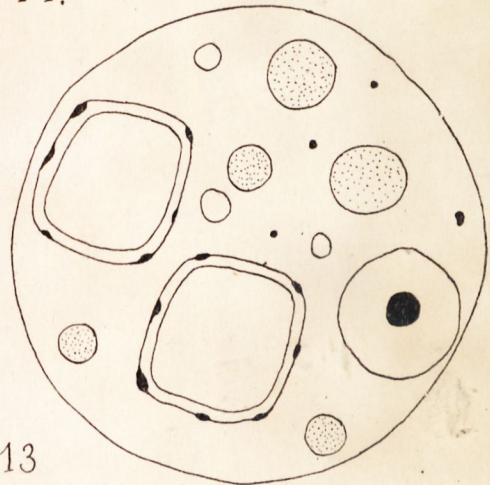
10.



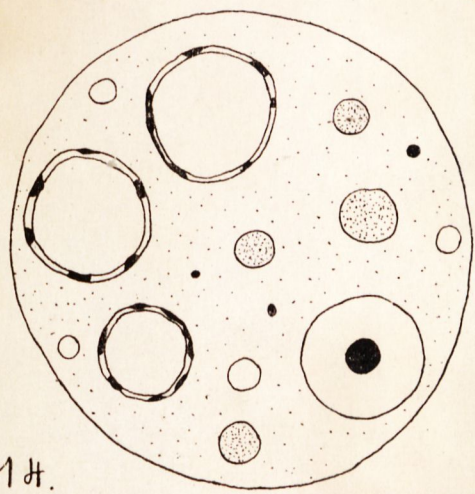
11.



12



13



14.

OUVRAGES PARUS

NOTES

- N° 1. — H. HELDT : *Sur un procédé nouveau d'aération et de renouvellement de l'eau en aquarium : la trompe S.O.S* FR. 2 50
- N° 2. — H. HELDT : *Sur la résistance à l'asphyxie des principales espèces d'animaux marins. — Applications à la tenue des aquariums et au transport des crustacés par bateaux-viviers* FR. 5 »
- N° 3. — M^{me} H. HELDT : *Sur un cas de trifurcation de l'antenne chez *Palınurus vulgaris* Latr., et sur la persistance de cette malformation après la mue* FR. 4 »
- N° 4. — M^{me} H. HELDT : *Sur la présence d'*Artemia salina* L. dans les anciens ports de Carthage.* FR. 3 »
- N° 5. — M^{me} H. HELDT : *Sur la présence d'un *Cysticercoïde* chez *Artemia salina* L.* FR. 4 »
- N° 6. — L. ROULE : *Notice sur les Cyprinodons du lac Nord de Tunis.* FR. 4 »
- N° 7. — H. HELDT : *La Photographie d'Aquarium* FR. 5 »
- N° 8. — H. HELDT : *La Mue chez les poissons* FR. 5 »
- N° 9. — H. HELDT & M^{me} H. HELDT : *Premières captures de Civelles dans le Lac de Tunis.* FR. 4 »
- N° 10. — P. REISS & E. VELLINGER : *Sur le pH de l'eau de mer circulant dans les bassins et aquariums de la Station Océanographique de Salammbô* 5 »
- N° 11. — D^r A. GANDOLFI-HORNYOLD : *Recherches sur la taille et le sexe de la petite Anguille du Lac de l'Ischeul.* FR. 5 »
- N° 12. — S. MOUCHET : *Sur la biologie de *Paguristes Oculatus* (Fabr.) dans les environs de Salammbô.* 5 »
- N° 13. — H. HELDT & M^{me} H. HELDT : *Sur les modalités de l'empoisonnement en anguilles du lac de Tunis* FR. 5 »
- N° 14. — M^{me} H. HELDT : *La crevette rose du large (*Parapenæus longirostris* Lucas) dans les mers tunisiennes* FR. 5 »
- N° 15. — S. MOUCHET : *L'excrétion chez les Actinies.* FR. 5 »
- N° 16. — H. HELDT & M^{me} H. HELDT : *Des langoustines dans les mers tunisiennes.* 10 »
- N° 17. — H. HELDT : *Sur le mal dont périssent les Muges de l'Ischkeul et sur les remèdes possibles* 5 »
- N° 18. — H. HELDT : *Nouvelles expériences pour le repérage des bancs de poissons par hydravion et ballon captif remorqué.* 5 »
- N° 19. — NELLY POURBAIX : *Sur la présence de l'éponge, *Pellina semitubulosa* (Lieberkühn) O. Schmidt, dans le golfe de Tunis.* FR. 4 »
- N° 20. — NELLY POURBAIX : *Sur l'association de *Murex trunculus* L. avec éponge et Bryozoaire.* FR. 4 »
- N° 21. — H. HELDT : *Le fumage de l'anguille, industrie possible dans les pays méditerranéens.* 12 »

BULLETIN

- N° 1. — *Organisation de la Station Océanographique de Salammbô et de l'Exploitation directe par la Direction Générale des Travaux Publics de la partie Nord du Lac de Tunis* FR. 5 »
- N° 2. — L. ROULE : *Etude sur les déplacements et la pêche du thon (*Oreynus thynnus* L.) en Tunisie et dans la Méditerranée Occidentale* 5 »
- N° 3. — L. G. SEURAT : *Observations sur les limites, les faciès et les associations animales de l'étagé intercotidal de la petite Syrte (G. de Gabès) (2^{me} édition 1929)* FR. 20 »
- N° 4. — A. GRUVEL : *L'Industrie des Pêches sur les Côtes Tunisiennes.* FR. 20 »
- N° 5. — H. HELDT : *Résumé de nos connaissances actuelles sur le thon rouge (*Thunnus thynnus* L.)* FR. 10 »
- N° 6. — P. MONCONDUIT : *Situation de la pêche maritime en Tunisie au 1^{er} janvier 1927* FR. 10 »
- N° 7. — H. HELDT : *Le thon rouge (*Thunnus thynnus* L.) Mise à jour de nos connaissances sur ce sujet* FR. 10 »

BULLETIN (suite)

N° 8. — L. CHAMBOST : <i>Essai sur la région littorale dans les environs de Salammbô</i>	FR. 15 »
N° 9. — H. HELDT : <i>Le thon rouge (Thunnus thynnus L.) Progrès des recherches sur la question</i>	FR. 15 »
N° 10. — BERRUCAZ : <i>Nature et composition chimique des Fonds Marins entre La Goulette et le Cap Carthage</i>	FR. 10 »
N° 11. — M ^{me} H. HELDT : <i>Le Lac de Tunis (Partie Nord). Résultat des Pêches au filet fin</i>	FR. 20 »
N° 12. — L. G. SEURAT : <i>Nouvelles observations sur les faciès et les associations animales de l'étage intercotidal de la petite Syrte (Golfe de Gabès)</i>	FR. 20 »
N° 13. — H. HELDT : <i>Le Thon Rouge (Thunnus Thynnus). Examens des travaux publiés (1928). Observations nouvelles</i>	FR. 10 »
N° 14. — H. HELDT & M ^{me} H. HELDT : <i>Les Civelles du lac de Tunis</i>	FR. 15 »
N° 15. — P. REISS & É. VELLINGER : <i>Mesure du pH de l'eau de mer aux environs de Tunis en vue d'une application à l'étude des migrations du thon</i>	FR. 10 »
N° 16. — H. HELDT & M ^{me} H. HELDT : <i>Etude sur les Civelles de Sidi-Daoud (Cap Bon)</i>	FR. 10 »
N° 17. — Dr A. GANDOLFI-HORNYOLD : <i>Recherches sur l'âge, la croissance et le sexe de la petite Anguille argentée du Lac de Tunis</i>	FR. 20 »
N° 18. — H. HELDT : <i>Le Thon rouge et sa pêche, nouveaux aspects de la question</i>	FR. 15 »
N° 19. — M. P. FREUNDLER, & M ^{lle} M. PILAUD. <i>Sur l'eau normale méditerranéenne. 1^{re} Partie. Historique. Discussion des méthodes. Propositions</i>	FR. 10 »
N° 20. — E. VELLINGER : <i>Recherches sur la respiration des poissons</i>	FR. 10 »
N° 21. — H. HELDT : <i>Le Thon rouge et sa pêche, éléments d'un nouveau rapport. Bibliographique du sujet</i>	FR. 40 »
N° 22. — NELLY POURBAIX : <i>Notes sur Hippospongia aquina (voyage d'étude à Adjim-Djerba)</i>	FR. 6 »
N° 23. — NELLY POURBAIX : <i>Contribution à l'étude de la nutrition chez les Spongiaires (éponges siliceuses)</i>	FR. 12 »

ANNALES

N° 1. — LE DANOIS : <i>Recherches sur les fonds chالutables des côtes de Tunisie. — Croisière du chalutier « Tanche » en 1924</i>	FR. 15 »
N° 2. — L. ROULE : <i>Étude complémentaire sur le Thon de la Tunisie</i>	FR. 15 »
N° 3. — L. ROULE ET M ^{lle} M. L. VERRIER : <i>Étude sur les barbillons des Rougets-barbets (G. Mullus)</i>	FR. 15 »
N° 4. — H. HELDT : <i>Contribution à l'étude des races de Thons</i>	FR. 20 »
N° 5. — F. CANU & R.S. BASSLER : <i>Bryozoaires marins de Tunisie</i>	FR. 40 »
N° 6. — S. MOUCHET : <i>Spermatophores des crustacés décapodes anomoures et brachyours et castration parasitaire chez quelques pagures</i>	FR. 50 »

TABLES DE pH DE

E. VELLINGER	FR. 50 »
------------------------	----------

CATALOGUE ILLUSTRÉ

du Musée et de l'Aquarium de la Station Océanographique de Salammbô par H. HELDT. Préface du Pr. L. ROULE	FR. 40 »
--	----------

GUIDE ILLUSTRÉ

du Musée et de l'Aquarium de la Station Océanographique de Salammbô par H. HELDT.	FR. 7 »
--	---------