

ARCHIVES  
DE  
PHYSIOLOGIE

NORMALE ET PATHOLOGIQUE

PUBLIÉES PAR MM

BROWN-SÉQUARD, CHARCOT, VULPIAN



DEUXIÈME SÉRIE. — TOME CINQUIÈME

Dixième année. — 1878

Avec 35 planches noires et en couleur et 40 figures dans le texte

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Boulevard Saint-Germain et rue de l'Éperon

EN FACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

1878

## IV

### RECHERCHES HISTOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES SUR LES NOCTILUQUES (*Noctiluca miliaris*, SURIRAY),

par **W. VIGNAL**, répétiteur à l'école des Hautes Études.

---

(Travail du laboratoire d'histologie du Collège de France.)

---

Les recherches dont les résultats sont exposés dans ce travail ont été faites à Concarneau pendant les mois d'août et de septembre 1877.

M. Ranvier m'ayant fait remarquer combien il serait utile, pour faciliter l'étude et la solution de quelques problèmes d'anatomie générale, que l'on eût des connaissances exactes sur la structure et les fonctions physiologiques d'un certain nombre d'animaux pris à différents degrés de l'échelle zoologique, je me suis décidé, sur ses conseils, à entreprendre une étude aussi exacte que possible de l'anatomie et de la physiologie des noctiluques.

Je prie M. Ranvier, qui n'a cessé pendant ce travail de m'assister de son aide et de ses conseils, de recevoir ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

#### I. — HISTORIQUE.

Je ferai précéder le récit de mes observations et de mes expériences d'un court exposé historique des travaux qui ont paru jusqu'à présent sur les noctiluques.

Le premier observateur qui ait décrit les noctiluques est Suriray, médecin au Havre. C'est lui qui a donné à l'animalcule dont nous nous occupons le nom qu'il conserve encore aujourd'hui : *noctiluca miliaris*.

Avant lui, beaucoup de marins et de savants, dont l'attention avait été attirée par la phosphorescence que présente la mer dans certaines conditions, en avaient cherché l'explication dans des phénomènes physiques ou chimiques. C'est ainsi qu'on l'attribua au choc des vagues, à l'électricité, à une absorption de la lumière solaire qui se dégagerait ensuite pendant la nuit, à l'inflammation de bulles d'hydrogène venant crever à la surface de l'océan, à la décomposition des animaux marins, etc.

Au commencement du siècle dernier, divers naturalistes ou navigateurs reconnurent que beaucoup d'animaux sont phosphorescents par eux-mêmes. Je citerai ici ceux d'entre eux qui paraissent avoir observé les noctiluques.

En 1742, Baker, dans son traité intitulé *Employment of microscope*, dit, dans un chapitre spécial qu'il consacre aux animaux lumineux, qu'un certain Sparshall lui avait envoyé de l'eau lumineuse, contenant de petits corps ronds et brillants; tout en reconnaissant l'existence de ces corps, il déclare ne les avoir vu émettre aucune lumière.

En 1768, un savant français, Rigaut <sup>1</sup> attribua la phosphorescence de la mer à de petits corps, presque sphériques, munis d'un seul bras. Ces corps sont évidemment des noctiluques.

En 1771, Foster <sup>2</sup> trouva dans l'eau de mer lumineuse un grand nombre de petits globules, brillant la nuit.

En 1772, un capitaine anglais nommé Newland <sup>3</sup>, ayant examiné de l'eau phosphorescente pendant un voyage qu'il fit sous les tropiques, reconnut qu'elle renfermait de petits corps ronds, mais il ne put déterminer si c'étaient des animalcules ou du frai de poisson. En revanche, il s'assura que la phosphorescence de l'eau était bien due à ces corps, car lorsqu'il eût filtré sur un linge de l'eau lumineuse, celle-ci devint obscure, tandis que le filtre brillait vivement.

En 1775, l'abbé Dicqmare <sup>4</sup> observa à l'aide du microscope

<sup>1</sup> Rigaut, *Comptes rendus de l'Académie royale des sciences*, 1768.

<sup>2</sup> Foster, *The phosphoreal light of seawater*. London, 1771.

<sup>3</sup> Newland, *Philosophical Transactions*, 1772.

<sup>4</sup> Dicqmare, *Journal de physique*, 1775, vol. VI, p. 319.

de petits corps ronds auxquels il attribua la propriété de rendre la mer phosphorescente.

En 1778, Slabber <sup>1</sup> dans son *Traité de physique*, attribue la phosphorescence de la mer à de petits animaux. Il en représente deux, qu'il est facile de reconnaître pour des noctiluques grossièrement dessinées.

En 1791, Labillardière <sup>2</sup>, dans le voyage qu'il entreprit à la recherche de Lapérouse, s'étant un jour trouvé près des côtes de Guinée par une mer étonnamment phosphorescente, puisa de l'eau, et, après l'avoir jetée sur un filtre, constata qu'elle renfermait une grande quantité de petits « mollusques » ronds mesurant entre  $\frac{1}{3}$  et  $\frac{1}{6}$  de millimètre; il répéta cette expérience toutes les fois qu'il en trouva l'occasion dans le cours de son voyage et nous dit qu'il trouva « constamment les mêmes animalcules » (p. 431, *loc. cit.*).

Nous arrivons maintenant aux premières observations exactes sur les noctiluques, celles de Suriray. Cet auteur présenta le 1<sup>er</sup> avril 1810 à l'Académie des sciences un mémoire sur la phosphorescence maritime, mémoire qui ne fut publié qu'en 1836 <sup>3</sup>.

Suriray, qui ne connaissait pas les découvertes de ses devanciers, raconte d'une façon très-intéressante les recherches qu'il entreprit pour connaître les causes de la phosphorescence de la mer.

Après avoir écarté les diverses hypothèses du mouvement de l'eau, de la chaleur, ou d'un fluide quelconque, ainsi que la phosphorescence produite par les pennatules, les néréïdes, les aphrodites, les petites méduses et la décomposition des poissons, il reconnut qu'elle devait être attribuée à un petit être, qu'il nomma, *Noctiluca miliaris*, « dont il est rare, ajouta-t-il, de trouver deux individus dont l'organisation tant intérieure qu'extérieure soit la même » (*loc. cit.*, p. 15). Ces petits êtres seraient formés de deux enveloppes dont l'une serait très-mince et l'autre assez résistante, munies d'un seul tentacule aussi long que leur diamètre, remplies, « tantôt de

<sup>1</sup> Slabber, *Naturkundige vorlustigingen*. Haarlem, 1778, f. 4 et 5.

<sup>2</sup> Labillardière, *Voyage autour du monde*, 1791, p. 11 et suiv.

<sup>3</sup> Suriray, Sur la phosphorescence maritime, *Magasin de zoologie de Guerin Melville*, 1836.

petits globules isolés, jaunâtres, renfermant un point brun ou d'un rouge intense, tantôt de grappes dont le pédicule se confond avec la base du tentacule » (*loc. cit.*, p. 15) et qu'il croit être des ovaires.

Suriray décrit et dessine des « *nervures* » partant de la base du tentacule et s'étendant sur les membranes enveloppantes, et une espèce d'œsophage, semblable à un cornet, dont l'ouverture est proche de la base du tentacule.

Si les observations de Suriray sur la structure des noctiluques sont loin d'être complètes, en revanche celles qu'il fit des phénomènes phosphorescents sont très-exactes. Il nous apprend que, lorsque les noctiluques « sont éparpillées sur  
« une surface calme (dans cet état elles ne brillent pas),  
« une très-légère secousse produit un effet analogue à celui  
« de quelques tableaux de l'appareil électrique. En effet,  
« l'équilibre étant rompu par la chute d'une ou deux gouttes  
« d'eau, les étincelles s'étendent instantanément du centre  
« à une circonférence de dix à douze pieds de diamètre,  
« sous la forme de portions de cercles concentriques ou de  
« rayons irréguliers (*loc. cit.*, p. 8). Lorsque l'on plonge,  
« ajoute-t-il, dans l'eau phosphorescente, les noctiluques  
« apparaissent comme une masse de faible éclat, semblable  
« à celle de la fumée d'un morceau de phosphore qui vient  
« de brûler lentement. Cette phosphorescence a lieu sans  
« le contact de l'air atmosphérique à plusieurs pieds au des-  
« sous de la surface de l'Océan » (*loc. cit.*, p. 7).

Suriray remarqua également que l'eau douce ou putride tue les noctiluques.

Dans une note qu'il ajouta à son mémoire avant sa publication, il signale une coïncidence curieuse. Les noctiluques, d'ordinaire très-abondantes dans les fossés du Havre où la mer pénètre, avaient toutes disparu pendant l'épidémie du choléra-morbus qui ravagea cette ville en mai, juin et juillet 1835.

C'est de Suriray que Lamarck tenait les renseignements que nous trouvons sur les noctiluques dans le *Système des animaux sans vertèbres*, bien que cet ouvrage ait été publié avant le mémoire dont nous nous occupons. Ce sont

également les observations du médecin du Havre que Blainville a reproduites dans son *Traité d'actinologie*.

Poursuivons maintenant notre historique. En 1817 <sup>1</sup>, un officier du génie maritime, Gilbert, ayant fait des recherches sur les causes de la phosphorescence maritime, reconnut, à l'aide de la loupe, qu'elle devait être attribuée à de petits *globules* formés d'une substance gélatineuse qu'il nomme *Pyrophores marins*; il s'assura également que ces globules étaient des êtres vivants et non pas du frai de poisson.

Dans l'*Encyclopédie méthodique*, à la planche 89<sup>e</sup> du tome XXXIX, nous voyons figurer deux êtres nommés *Gleba noctiluca* et qui sont certainement deux noctiluques; dans la même planche (*fig. 4*) nous remarquons également un autre être classé sous le nom générique de *Gleba*, mais sans aucun qualificatif, et qui semble n'être qu'une noctiluque déformée et presque vide.

Dans le volume CII, nous trouvons au mot *Glebe* (p. 436) :  
 « Bruguière a figuré sous le mot *Glebe* un animal voisin de  
 « la famille des méduses, peut-être même en faisait-il par-  
 « tie. Jusqu'à ce moment nous ne connaissons de ce zoophyte  
 « que sa figure publiée par Bruguière. »

Dans un travail considérable intitulé *Das Leuchten des Meeres* <sup>2</sup>, Ehrenberg décrit à peu près comme Suriray les noctiluques qu'il nomme *Mammaria scintillans*. On ne comprend pas trop pourquoi ce savant allemand crut devoir changer le nom des noctiluques, puisqu'il avait connaissance des recherches de Suriray.

En 1846, le docteur Verhaeghe <sup>3</sup> étudia la phosphorescence maritime dans les parages d'Ostende. Ses recherches le conduisirent, de même que Suriray, à attribuer cette phosphorescence aux noctiluques. Il les décrit comme formées d'une enveloppe mince, de laquelle part un nombre considérable de vaisseaux. Ces vaisseaux viendraient tous, à tra-

<sup>1</sup> Gilbert, Note sur l'apparence lumineuse qu'ont quelquefois les eaux de la mer. *Annales maritimes et coloniales*, 1817, p. 383.

<sup>2</sup> Ehrenberg, *Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1834.

<sup>3</sup> Verhaeghe, *Recherches sur la phosphorescence de la mer*. Mem. cour. par l'Acad. roy. de Bruxelles, t. XXII, 1846-47.

vers la masse gélatineuse qui constitue le corps de l'animal, converger vers un noyau situé à la périphérie, au-dessous d'un trou percé dans la membrane d'enveloppe, qui supporte en ce point un long tentacule.

Verhaeghe explique l'émission de la lumière par les noctiluques comme étant le résultat de l'irritation déterminée par l'agitation de l'eau.

Dans le rapport présenté à l'Académie de Bruxelles sur les recherches du D<sup>r</sup> Verhaeghe, M. Van Beneden<sup>1</sup> dit que ces propres observations confirment celles de cet auteur, mais il n'en a publié nulle part un compte rendu.

En 1850, M. de Quatrefages publia deux mémoires<sup>2</sup> sur les noctiluques. Dans le premier il s'occupe de leur structure, dans le second de leur physiologie. Il les décrit comme formées par deux membranes présentant sur un point de leur surface une échancrure; la première très-mince serait une sorte d'épiderme sans structure, la seconde plus épaisse serait également homogène. Ces deux membranes concourraient à la formation d'un appendice flagelliforme (nommé tentacule par Suriray) qui présenterait des stries transversales sans être toutefois de nature musculaire. Au près de ce flagellum, elles seraient percées d'un trou par lequel sortirait sous forme de *hernie* une partie de la substance contenue à l'intérieur de l'animal et que l'auteur nomme *masse rhizopodique*. Cette masse d'un aspect granuleux et occupant dans le voisinage du flagellum une faible étendue, émettrait dans tous les sens des filaments irréguliers se divisant de plus en plus, s'anastomosant entre eux, et adhérents par leurs dernières divisions à la partie interne de l'enveloppe générale, où ils formeraient un réseau dont les mailles très-serrées mesureraient de  $\frac{1}{200}$  à  $\frac{1}{300}$  de millimètre. Ce réseau, ainsi que la masse centrale et ses prolongements, serait plongé dans un liquide transparent distendant l'enveloppe générale.

M. de Quatrefages décrit avec soin les mouvements dont

<sup>1</sup> Van Beneden, *Mém. de l'Acad. roy. de Bruxelles*, 1848.

<sup>2</sup> De Quatrefages, 1<sup>er</sup> Mémoire : Observations sur les noctiluques; 2<sup>e</sup> Mémoire : Sur la phosphorescence de quelques invertébrés marins. *Annales des sc. nat.*, III<sup>e</sup> série. Zool. 1850.

sont animés les prolongements de la masse centrale qui, elle-même, change à chaque instant de forme. Il croit que les *poches* décrites par Suriray ne sont que des *vacuoles* creusées dans la masse rhizopodique et contenant des corps étrangers destinés à la nourriture de l'animal ; il n'a jamais vu une de ces vacuoles crever et répandre son contenu dans l'intérieur de la noctiluque.

Il ajoute que, lorsque l'animal est irrité, on voit « ces expansions se détacher de l'enveloppe et se retirer comme des fils d'un liquide visqueux qui reviendraient lentement sur eux-mêmes après s'être rompus. » (*Loc. cit.*, p. 233.) Il ajoute également que l'ensemble des tissus des noctiluques est plus léger que l'eau de mer, puisque lorsqu'elles ont été précipitées au fond de l'eau, elles remontent toujours à la surface.

Dans son second mémoire, relatif, ainsi que son titre l'indique, aux causes de la phosphorescence, M. de Quatrefages recherche quelles sont les causes de la phosphorescence maritime, quels agents l'activent ou la font disparaître. Ce remarquable travail renferme un grand nombre de faits intéressants, dont nous allons essayer de donner une idée par une courte analyse.

M. de Quatrefages nous apprend que la phosphorescence se présente sous deux formes différentes : « tantôt elle résultait d'étincelles plus ou moins nombreuses toujours isolées et ne donnant en rien l'idée d'un liquide lumineux par lui-même, tantôt la lumière formait une teinte générale plus ou moins uniforme et la matière phosphorescente semblait être dissoute dans l'eau elle-même. » (*Loc. cit.*, p. 252.)

La première forme serait due à des crustacés, des ophiures et des annélides, la deuxième aux noctiluques.

Après avoir déterminé les causes de la phosphorescence et avoir fait une belle analyse critique des théories des anciens naturalistes et philosophes qui se sont occupés de cette question, M. de Quatrefages expose le résultat d'une série d'expériences qu'il a entreprises sur les noctiluques. Ainsi, il a reconnu que la phosphorescence des noctiluques n'émet pas de chaleur ; que la lumière peut se dégager de toute la surface de l'animal ou seulement d'une de ses parties, et que

cette lumière est produite par un nombre infini de petites étincelles, résultant du déchirement du réseau formé par les expansions rhizopodiques à la face interne des noctiluques ; que les noctiluques continuent à être phosphorescentes après leur mort et même quand elles sont déchirées en morceaux, mais en bien moindre degré que les vivantes.

M. de Quatrefages s'assura que la phosphorescence n'est pas le résultat d'une combustion et que les noctiluques sont aussi brillantes au fond d'un vase qu'au contact de l'air. Il reconnut qu'une compression méthodique faite à l'aide d'un compresseur augmente d'abord l'éclat des noctiluques, mais les tue ensuite fatalement par rupture. Ayant fait passer des décharges électriques fournies par une petite bouteille de Leyde dans une auge de verre remplie d'eau chargée de noctiluques, il vit celles-ci donner à chaque décharge un éclair de phosphorescence. L'action des courants d'une pile lui donna des résultats presque semblables. Comme ses expériences ne concordent pas avec les miennes, je crois devoir citer textuellement ce qu'il écrivit à ce sujet.

« L'action d'une petite pile à auge fut très-marquée ; les noctiluques furent placées dans une capsule de verre, je laissai d'abord le pôle cuivre à demeure et plongeai et retirai alternativement le pôle zinc ; au premier contact, quelques noctiluques se mirent à briller au pôle zinc et passèrent presque immédiatement à l'état de luminosité fixe.

« En laissant le pôle zinc à demeure, l'effet fut encore plus marqué : le pôle zinc devint le centre d'un cercle lumineux qui alla en s'agrandissant et envahit peu à peu toute la surface de la capsule.

« En laissant les deux pôles à demeure, le pôle zinc était entouré d'un large cercle produit par la phosphorescence des noctiluques excitées, tandis que quelques étincelles se montraient à peine au contact du pôle cuivre. » (*Loc. cit.*, p. 271.)

La chaleur, les acides azotique, sulfurique, sulfhydrique, l'ammoniaque versés dans de l'eau contenant des noctiluques augmentent d'abord la lumière émise, mais tuent rapidement les animalcules.

Le liquide d'Owen <sup>1</sup>, l'alcool en petite quantité, l'essence

<sup>1</sup> Eau, 1,000 ; sel marin, 125 ; alun, 60 ; sublimé corrosif, 0,1.

de térébenthine, le lait augmentent aussi cette phosphorescence; l'alcool très-faible serait le plus énergique de ces agents.

Le sel et l'eau douce ajoutés à l'eau de mer, augmentent d'abord le dégagement de lumière, puis l'éteignent en tuant l'animal. Le premier de ces deux corps est celui dont l'action est la plus rapide et la plus énergique.

Pendant que M. de Quatrefuges faisait au Havre ces recherches sur les noctiluques, un naturaliste allemand, W. Busch <sup>1</sup> recueillait de son côté, dans la baie de Malaga, quelques observations sur ces animalcules.

Il distingue les noctiluques qu'il observe des *Noctiluca miliaris*, pour en faire un groupe particulier auquel il donne le nom de *N. punctata*. Il s'appuie pour cela sur le fait qu'elles montrent à leur surface un pigment fin très-abondant. Cette distinction ne me paraît pas fondée, car, si l'on examine les figures qui accompagnent son mémoire, on reconnaît que les noctiluques qu'il représente ne diffèrent en aucune façon de celles que nous observons sur nos côtes. C'est aussi l'avis de l'auteur de la note anonyme publiée en 1855 sur les recherches de W. Busch dans le *Quarterly Journal of microscopical science* (p. 199). La description des noctiluques que donne W. Busch s'accorde avec celle de M. de Quatrefuges. Si elle est moins complète, cela tient probablement à ce que ses recherches sont restées inachevées, grâce au mauvais vouloir des hauts fonctionnaires de Malaga, qui, craignant qu'elles ne fussent nuisibles aux intérêts du peuple espagnol, les interrompirent brusquement.

Dans une note que Krohn <sup>2</sup> publia en 1852, sur les noctiluques, il s'occupe presque exclusivement de leur ouverture orale, qu'il décrit avec soin. Il assure avoir vu une sorte de long cil vibratile s'en échapper. Il attire aussi l'attention sur un corps sphérique déjà décrit par Verhaeghe comme l'analogue du noyau des infusoires et, dans une figure qui, malgré le soin avec lequel elle est gravée, est évidemment schématis-

<sup>1</sup> Busch, *Ueber Anatomie und Entwicklung einiger wirbellosen See-thiere*. Berlin, 1851, p. 103.

<sup>2</sup> Krohn, *Notiz über die Noctricula miliaris*, *Archiv für Naturgeschichte*, 1852, p. 128.

que, il représente exactement les rapports de la bouche, du noyau et du flagellum.

● D'après Huxley <sup>1</sup>, l'enveloppe des noctiluques est doublée d'un réseau à très-petites mailles; les travées de ce réseau sont les dernières ramifications des prolongements qui partent du corps central situé autour du noyau; tant que l'animal est intact, ces prolongements ne changent pas de forme. L'échancrure, qu'il décrit comme M. de Quatrefages, porterait à sa partie supérieure, à côté de l'ouverture orale, un corps d'une nature cornée (*horny nature*), qu'il nomme *dent* et qu'il dessine muni de trois éminences, dont la centrale serait bifide, tandis que les deux autres seraient simples et pointues. Huxley n'a jamais vu aucun mouvement se manifester dans cette dent. Il nous apprend aussi qu'il n'a jamais aperçu la « hernie » décrite par M. de Quatrefages; il croit que *l'ouverture orale conduit directement dans les poches stomacales dont les parois peuvent se dilater considérablement* et être poussées loin de cette ouverture; il n'admet donc pas l'existence de « vacuoles » creusées dans le protoplasma. Il décrit également une *dépression coniforme (qui dans son opinion est un anus) dont il a vu la pointe en rapport avec l'une des poches stomacales*. Il croit avoir vu les parois de cette dépression entourées, soit de plis, soit de fibres fusiformes striées.

Dans les figures de Huxley, nous remarquons le noyau dont il parle, mais, tandis que Verhaeghe et Krohn l'ont dessiné sphérique, Huxley le représente ovoïde. Du reste, les dessins de cet auteur sont tous évidemment schématiques. Il ajoute qu'il a eu beaucoup de mal à trouver le *cil* décrit par Krohn et qu'il ne l'a observé que rarement; à ce propos il reproche à cet auteur de n'avoir pas aperçu un organe beaucoup plus gros : *la dent*.

Dans son analyse, Huxley fait de la noctiluque un animal fort compliqué. Il possède, en effet, d'après lui, des poches stomacales, une ouverture orale, une autre ouverture anale, un flagellum, une dent et un cil vibratile.

Dans le numéro du *Quarterly Journal of microscopical*

<sup>1</sup> Huxley, On the structure of *noctiluca miliaris*, *Quarterly Journal of microscopical science*, 1855, p. 49.

*science* qui suit celui dans lequel M. Huxley publia ses recherches sur les noctiluques, nous trouvons un mémoire du Dr Woodham Webb sur le même sujet.

La description que l'auteur donne des noctiluques est très-analogue à celle de Huxley, avec cette différence que les erreurs de ce dernier y sont augmentées. C'est ainsi que, tandis que Huxley représente la dent couchée et attachée par trois côtés au corps de la noctiluque, de telle façon que l'on conçoit à la rigueur qu'il ait pu prendre pour une dent l'un des bords du pli, Woodham Webb, au contraire, représente la même dent comme se dressant librement, attachée au corps de la noctiluque seulement par une de ses extrémités et montrant grossièrement la forme du gros article d'une pince de homard. Il ajoute qu'il a vu cette dent exécuter *des mouvements de va-et-vient*. Il croit aussi que les noctiluques sont pourvues d'un anus ; *il leur dessine un œsophage semblable au siphon des pholades*, glisse légèrement sur le cil, qu'il dessine très-onduleux, croit que le *flagellum est tubulaire, avec un orifice intérieur à sa base*, et termine en disant que lorsque le contenu des noctiluques est rejeté hors de l'enveloppe, il continue à vivre et se forme de nouvelles enveloppes. En général les observations de cet auteur paraissent avoir été faites sur le fondement de celle de Huxley, et ses figures sont certainement plus qu'à demi-schématiques.

Brightwell<sup>1</sup> publia en 1857, dans le même journal, une note sur des observations faites par le colonel Baddely au sujet des noctiluques. Le colonel Baddely s'est surtout occupé de leur génération par segmentation, déjà admise par M. de Quatrefages ; il croit aussi que les noctiluques peuvent se reproduire par germes. Sa description de la bouche, de la dent, du cil, des poches gastriques s'accordent en tout point, avec celle de Huxley, mais il ajoute, sans toutefois être bien explicite, que le flagellum pourrait bien contenir des fibres musculaires striées (*striped muscular fibres*).

<sup>1</sup> Brightwell, On self division of noctiluca, *Quarterly Journal of microscopical science*, 1857, p. 185.

Ce n'est que onze ans après ce dernier travail que nous trouvons le mémoire de Doenitz <sup>1</sup>.

La description que Doenitz donne des noctiluques est per-  
différente de celle de M. de Quatrefages. Il décrit avec soin  
l'échancrure, l'attache du flagellum, le flagellum lui-même,  
qui aurait la forme d'une pyramide triangulaire, les expan-  
sions de la masse centrale et leurs mouvements. Il n'a jamais  
observé la hernie indiquée par M. de Quatrefages, ni le cil  
de Krohn, ni la dent, ni l'anus de Huxley. Il donne une des-  
cription exacte du réseau situé sous l'enveloppe et le croit  
formé, comme Quatrefages et Huxley, par l'anastomose des  
dernières branches émises par la masse rhizopodique cen-  
trale <sup>2</sup>.

Plus récemment, Cienkowski <sup>3</sup> s'est également occupé des

<sup>1</sup> Doenitz, Ueber Noctiluca miliaris, *Archiv für Anatomie und Physiologie*, 1868, p. 137.

<sup>2</sup> Doenitz eut, au sujet de ce réseau, avec le professeur Carus, une polé-  
mique que ce dernier mena d'une manière fort acerbe. Carus (*Handbuch der  
Zoologie*, vol. II, p. 550, 558, 567) avait cru voir, sous l'enveloppe, un épi-  
thélium possédant des noyaux. Engelmann (*Ueber die Vielzellig. der Noc-  
tiluken in Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, vol. XII, p. 563), dans  
un travail fait à peu près à la même époque, était arrivé au même résultat. Il  
indique même, pour observer ces noyaux, une méthode qui mérite d'être citée  
à cause de sa singularité, surtout si l'on considère la fragilité de l'objet au-  
quel il l'applique : c'est de laisser macérer, pendant un jour ou deux, des  
noctiluques mortes dans de l'eau de mer.

A la suite de la publication du travail de Doenitz, Carus fit insérer, dans  
les *Archives* de Max Schultze (*Ueber Noctiluca miliaris in Archiv für micros-  
copische Anat.*, 1868, p. 351), une note dans laquelle il maintient son opinion,  
et dont nous extrayons le passage suivant :

« Si M. le Dr Doenitz n'a pas vu les noyaux (de cet épithélium), cela peut  
s'expliquer, comme il le dit, par la difficulté de cette observation; mais me  
reprocher, à moi, qui malgré cela les ai vus, un examen trop superficiel,  
c'est, de la part du Dr Doenitz d'autant plus impardonnable, qu'il n'a même  
pas pris la peine de rechercher si ces noyaux n'avaient pas été aperçus par  
quelque autre observateur. Or, précisément M. Engelmann, dans un travail  
publié presque en même temps que le mien, les a vus..... »

« Je laissai au lecteur le soin de décider de quel côté, sinon l'observation,  
du moins la critique est la plus superficielle. »

Inutile d'ajouter que Doenitz répliqua par une note (*Ueber Noctiluca milia-  
ris. Erwiderung an Herrn Prof. V. Carus in Arch. für Anat. und Physiolog.*,  
1868, p. 750) qui le laissa maître de la position.

<sup>3</sup> Cienkowski, Ueber Schwärmerbildung bei Noctiluca miliaris. *Arch. f.  
micr. Anal.* 1871, p. 131. — Ueber Noctiluca miliaris, *ibid.*, 1873, p. 47.

noctiluques, mais principalement au point de vue de leur mode de reproduction. Il en admet deux : le premier est la division par segmentation d'un individu en deux ou quatre, le second est la formation de zoospores dans l'intérieur des noctiluques. Les zoospores seraient le produit d'une sorte de copulation. Cette copulation commencerait par le contact du protoplasma central de deux noctiluques, se mettant en rapport par l'ouverture orale, puis, peu à peu, les enveloppes des deux noctiluques, se dissoudraient en leur point de contact et l'on aurait ainsi un individu double, muni de deux flagellums, de deux noyaux, de deux masses protoplasmiques réunies entre elles par un point de leur substance ; mais ce double individu ne tarderait pas à être confondu en un seul, muni d'un seul noyau, d'une seule masse centrale et d'une seule enveloppe. C'est dans cet individu formé par la réunion de deux noctiluques, qu'après la disparition du noyau et la division du protoplasma en 3 ou 4 masses, se montreraient les zoospores, d'abord sur un point de l'enveloppe, sous forme d'une masse granuleuse, puis sous celle de petits cônes qui soulèveraient cette enveloppe et finalement la perceraient, puis se mettraient immédiatement à nager à l'aide d'un long cil et se transformeraient en noctiluques après une série de métamorphoses encore inconnues.

Soit que la saison n'ait pas été favorable, lorsque j'ai entrepris mes recherches sur les noctiluques, soit pour d'autres causes, je n'ai observé que très-rarement des individus doubles et je n'en ai vu aucun qui présentât les cônes décrits par Cienkowski. Je ne puis dire si les individus doubles que j'ai aperçus étaient le résultat d'une segmentation ou d'une copulation, car je me suis occupé seulement de la structure des noctiluques.

J'ajouterai que, d'après Cienkowski, le cil vibratile dont parle Krohn est une lèvre fixée à la base de la dent décrite par Huxley.

## II. — ÉTUDE EXPÉRIMENTALE.

Les noctiluques sont assez abondantes à Concarneau ; parfois même elles le sont à tel point que la mer paraît être en feu. Il suffit alors de plonger dans la mer un bocal quelcon-

que pour s'en procurer. Mais, comme il m'était nécessaire d'en avoir constamment à ma disposition, j'ai dû avoir recours à un autre procédé qui me permit d'en recueillir, même lorsqu'elles étaient moins nombreuses.

Je recherchais, le soir, les endroits du rivage où une phosphorescence légère trahissait leur présence, et je promenais à la surface de l'eau, où elles sont toujours en plus grand nombre, un filet à papillons dont la gaze était remplacée par de la mousseline. Ce tissu, qui laisse facilement passer l'eau de mer, retient les noctiluques.

Lorsque je jugeais en avoir récolté un assez grand nombre, je retournais mon filet dans un vase plein d'eau de mer, puis je séparais les noctiluques de la plus grande partie des corps étrangers (petits crustacés, mollusques, débris d'algue, etc.) que j'avais pris avec elles, en faisant passer l'eau dans laquelle j'avais agité mon filet à travers un tamis de tulle dont les mailles avaient entre un et deux millimètres de côté.

Ainsi recueillies, les noctiluques étaient conservées dans un vase plein d'eau de mer, maintenu dans un endroit frais; elles restaient vivantes pendant deux ou trois jours, mais jamais plus longtemps.

*Méthodes d'étude.* — Pour examiner avec un faible grossissement les noctiluques vivantes, il suffit de déposer sur une lame de verre une goutte d'eau qui en contient quelques-unes, mais, lorsque l'on veut les observer avec un fort grossissement, il faut les placer dans une cellule assez épaisse faite sur un porte-objet avec un peu de cire à modeler, puis fermer la cellule avec une lamelle couvre-objet, en ayant soin d'y laisser un peu d'air et de ne pas comprimer les noctiluques en enfonçant trop profondément le couvre-objet dans la cire. A l'aide de ce procédé, on les conserve facilement vivantes pendant quelques heures et, si l'on désire les examiner sous de nouvelles faces, il suffit de secouer légèrement la préparation pour les faire tourner sur elles-mêmes.

On peut aussi se servir des cuves creusées dans une lame de verre, que l'on trouve toutes prêtes chez les fabricants, ou de cellules découpées dans de la gutta-percha, du carton ou du verre, en ayant soin, pour retarder l'évaporation, de luter

le couvre-objet avec de la paraffine. Cependant les cellules faites avec de la cire à modeler sont d'un emploi plus commode et d'une construction plus rapide.

Comme réactifs fixateurs, j'ai mis en usage l'alcool et l'acide osmique. L'alcool, qui m'a servi surtout à étudier le noyau et le flagellum, doit être employé dilué, ou bien être ajouté très-progressivement à l'eau; s'il agit brusquement, il déforme l'animal.

L'acide osmique a, comme on le sait, la propriété de fixer instantanément dans leur forme les éléments ou même les animaux tout entiers lorsque ceux-ci sont très-petits. Il donne d'excellents résultats pour les noctiluques, comme M. Schultze<sup>1</sup> l'a fait remarquer. C'est le seul réactif qui les fixe en conservant la forme que possèdent normalement les prolongements protoplasmiques.

Pour l'employer, on place les noctiluques dans un petit tube où elles se rassemblent bientôt à la surface. On retire le plus d'eau possible au moyen d'une pipette que l'on fait plonger jusqu'au fond du tube; puis on y verse une grande quantité d'une solution d'acide osmique à 1 pour 100 et l'on bouche. Au bout de 24 heures, on décante l'acide osmique, on lave à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, dans le tube même, les noctiluques qui sont précipitées au fond et, si l'on désire les conserver, on les monte en préparations persistantes, dans de l'eau phéniquée à 1 pour 1,000. Il ne faut pas employer la glycérine, car ce liquide ratatine les noctiluques.

Après l'action de l'acide osmique le protoplasma et ses prolongements présentent, lorsqu'ils sont vus par transparence une couleur vert olive foncé.

#### 1. — Description anatomique.

Les noctiluques sont de petits corps presque aussi transparents que l'eau de mer, lorsqu'on les examine de jour et isolément; en masse ils ont, surtout vus par transparence, une couleur rosée très-légère.

Leur volume est assez considérable; j'en ai mesuré trente

<sup>1</sup> M. Schultze, Beobachtungen an Noctiluca. *Arch. für microsc. Anat.*, 1866, p. 163.

pêchées au hasard, à différents jours ; leur diamètre moyen était de 450  $\mu$ , les deux extrêmes étant 240  $\mu$  et 960  $\mu$ . Leur forme générale a été bien décrite par les différents auteurs dont j'ai parlé. Comme Suriray l'avait remarqué, l'aspect des noctiluques est très-variable, car, suivant que l'animal se présente sous une face ou sous une autre, il paraît ou bien parfaitement sphérique, ou ovoïde, souvent aussi cordiforme ou réniforme.

En réalité, les noctiluques sont des vésicules à peu près sphériques, formées d'une enveloppe sur un des points de laquelle on remarque toujours un pli, une sorte de dépression assez analogue à celle que l'on observe sur les abricots. Un peu au delà de l'une des extrémités de ce pli se trouve attaché un appendice allongé, l'appendice flagelliforme ou flagellum (*pl. XVIII, fig. 2 E*). Entre l'extrémité du pli et le flagellum existe une ouverture, l'ouverture orale (*pl. XVIII, fig. 2 D*), au-dessous de laquelle se trouve la masse protoplasmique centrale (*pl. XVIII, fig. 2 A*), qui renferme le noyau.

Nous allons étudier séparément chacune de ces parties.

L'enveloppe des noctiluques est une membrane assez résistante, peu élastique, souple, épaisse comparativement au volume de l'animal, car elle mesure 1 1/2  $\mu$ , homogène, transparente, ne subissant aucune modification par l'action de l'acide acétique, prenant une couleur jaune brunâtre très-légère, lorsque l'action de l'acide osmique à 1 pour 100 a été prolongée, et se colorant en jaune par le micro-carminate.

Cette membrane présente un pli peu profond, qui naît près du flagellum et s'étend de là sur le corps de l'animal de façon à occuper un peu plus de la moitié de son pourtour.

Au fond de cette dépression, la membrane d'enveloppe, s'adossant à elle-même, pénètre dans l'intérieur du corps de la noctiluque de manière à y former une cloison triangulaire, à sommet dirigé vers le centre de l'animal (*pl. XVIII, fig. 3 A*). Cette cloison, peu profonde, puisqu'elle ne s'avance que jusqu'au cinquième du diamètre total, paraît destinée à soutenir la masse protoplasmique, qui se trouve toujours placée à sa partie supérieure.

Lorsqu'une noctiluque est brisée et que sa membrane vide flotte librement, le pli et la cloison conservent leur forme et

leur disposition, ce qui suffirait, en l'absence de toute autre preuve, à démontrer que la membrane d'enveloppe a une consistance ferme.

Immédiatement à la base du flagellum et entre cette base et le pli, quelquefois même entre les deux bords du pli, se trouve une petite ouverture, *l'ouverture orale* (pl. XVIII, fig. 2.D). Cette ouverture est difficile à voir. Il est rare en effet que les noctiluques soient placées de façon qu'elle soit accessible à l'observation, et même dans ce cas, elle est souvent cachée par le flagellum ; de plus, sur les noctiluques fixées par l'acide osmique, elle est presque toujours masquée par l'opacité de la masse protoplasmique, qui se trouve généralement en dessous.

Cette ouverture, le plus souvent circulaire, mais quelquefois en forme de demi-lune ou de croissant, met l'intérieur du corps en rapport avec l'extérieur et sert à l'introduction de la nourriture et aussi à l'éjection des matières qui n'ont pas été digérées, car elle est la seule ouverture que l'on observe dans la membrane d'enveloppe. Huxley a signalé, il est vrai, l'existence d'un second orifice, mais cela me paraît être une erreur. J'ai également cherché en vain la dent décrite par ce naturaliste ; la forme qu'il lui donne me fait penser que ce qu'il a observé n'était autre chose que l'un des bords du pli.

Je n'ai pas pu découvrir non plus le cil signalé par Krohn et que Huxley décrit en ajoutant qu'il ne l'a rencontré que rarement. Il est probable que ces auteurs ont observé une saillie de la masse protoplasmique à travers l'ouverture orale, c'est-à-dire une expansion analogue à la *hernie* dont parle M. de Quatrefages. J'ai remarqué cette hernie sur des noctiluques enfermées depuis longtemps dans une cellule et je pense que l'issue de la masse protoplasmique par l'ouverture orale tient à un état maladif de l'individu. Si M. de Quatrefages l'a rencontrée constamment, cela est dû sans doute à ce qu'il employait la compression comme moyen d'étude et déterminait ainsi mécaniquement la sortie d'une partie du contenu protoplasmique. Je puis affirmer que des noctiluques fraîches examinées sans couvre-objet ou disposées dans une cellule épaisse emprisonnant une bulle d'air, en un mot des

noctiluques non comprimées et pourvues d'oxygène, ne présentent jamais rien d'analogue au cil ni à la hernie.

La *masse protoplasmique centrale* (masse rhizopodique de Quatrefages) se trouve immédiatement au-dessous de l'ouverture orale. Son volume est très-variable; tantôt elle occupe presque le quart du corps des noctiluques, tantôt seulement le dixième ou le douzième. A l'état vivant, sa forme varie constamment; elle est transparente et contient un grand nombre de granulations fines très-réfringentes. Assez souvent, elle se creuse, surtout sur ses bords, de vacuoles analogues à celles que l'on observe dans les cellules lymphatiques<sup>1</sup>.

Dans l'un et l'autre de ces éléments, ces vacuoles, de grandeur et de forme diverses, naissent et disparaissent tour à tour; on ne sait encore rien sur le mécanisme de leur formation.

Du protoplasma central partent dans toutes les directions des *prolongements* amiboïdes, transparents comme du verre, mais reconnaissables assez facilement, parce qu'ils contiennent toujours quelques-unes de ces granulations réfringentes qui existent en si grand nombre dans la masse centrale. Ces prolongements, qui se dirigent vers la périphérie, se divisent, s'anastomosent entre eux et se subdivisent en rameaux plus fins. Ces rameaux, arrivés au-dessous de la membrane d'enveloppe, forment en s'anastomosant entre eux, un réseau à mailles polygonales serrées.

Les travées mesurant environ  $1\frac{1}{2}\mu$  de large, les mailles qu'elles limitent ont généralement une dimension de  $4\mu$ , mais elles sont parfois beaucoup plus petites, d'un diamètre moindre que celui des travées, et alors leur ensemble, au lieu de présenter l'aspect d'un réseau, ressemble à une lame criblée doublant la membrane d'enveloppe. On observe également toutes les dimensions intermédiaires.

Les prolongements de la masse centrale sont mobiles comme cette masse elle-même. Leurs mouvements, pour n'être pas rapides, n'en sont pas moins actifs. Lorsque l'on porte son observation pendant un certain temps sur l'un de ces prolongements, soit provenant directement de la masse cen-

<sup>1</sup> Voir Ranvier, *Traité technique d'histologie*, p. 155 (fig. 42).

trale, soit formant un rameau secondaire, on le voit graduellement changer de dimension. On y remarque en outre des renflements généralement ovoïdes composés de la même substance diaphane que lui et servant souvent de gangue à de fines granulations qu'ils emportent soit du centre à la périphérie, soit de la périphérie au centre.

On prendra la meilleure notion des modifications que les mouvements amiboïdes font éprouver aux travées dans leurs formes et leurs rapports en choisissant pour l'examen un point où une branche protoplasmique émet à la fois plusieurs rameaux. Ces rameaux, avant de se séparer, sont réunis l'un à l'autre sur une certaine longueur par des lames protoplasmiques, que je comparerais volontiers aux membranes interdigitales de la grenouille, et qui sont le siège de mouvements très-actifs.

On y voit des vacuoles semblables à celles de la masse protoplasmique se former ou disparaître, plusieurs petites vacuoles se fondre en une seule, tandis qu'une grande sera divisée en deux, trois, quatre par des expansions coniformes, naissant sur un point de sa circonférence et formant lorsqu'elles se sont rejointes ou lorsqu'elles ont atteint le côté opposé de la vacuole un pont qui s'élargit petit à petit, et au milieu duquel de nouvelles vacuoles peuvent apparaître.

Le *réseau superficiel* subit aussi des changements considérables. On voit les mailles s'agrandir ou se rapetisser, un prolongement partir d'une travée pour se diriger vers celle qui lui est opposée et diviser ainsi une maille en deux, des travées se rompre de manière à réunir deux mailles en une seule, des vacuoles très-petites naître et disparaître dans les travées. Dans les points que j'ai décrits comme offrant l'aspect d'une lame protoplasmique criblée de trous, les trous s'agrandissent aux dépens des travées qui deviennent plus minces et l'on assiste à la formation des mailles.

La chaleur m'a paru activer les mouvements du protoplasma central et de ses expansions; je n'ai pu analyser exactement son action, parce que, n'ayant pas de platine chauffante à ma disposition, j'ai dû me contenter de placer mes préparations sur une lame métallique un peu longue dont je chauffais une

des extrémités, et de déterminer approximativement la température avec le doigt.

Les travées du réseau superficiel contiennent en très-grand nombre les granulations réfringentes que j'ai signalées dans la masse protoplasmique centrale et dans ses prolongements. Ces granulations, plus abondantes que dans les travées profondes, suivent, comme dans les autres régions, les mouvements du protoplasma, et on les voit souvent passer des travées d'une maille dans celles d'une autre maille.

Sur les noctiluques fixées par l'acide osmique, ces granulations sont très-nettes; la plupart d'entre elles ne sont pas situées au centre, mais plus généralement sur un des bords de la travée. On aperçoit en outre un certain nombre de granulations qui paraissent libres au milieu des mailles du réseau; mais, quand on les étudie à l'aide d'un fort objectif à immersion, on reconnaît que chacune de ces granulations libres en apparence est reliée à une travée voisine par une fine expansion protoplasmique. Cette observation est délicate et exige une mise au point tout à fait précise.

Le nombre des granulations logées dans le réseau superficiel varie considérablement sur la même noctiluque, suivant les points que l'on observe. Quelquefois elles sont si nombreuses que les travées en paraissent formées presque uniquement; dans d'autres régions, elles sont assez rares pour que l'on puisse aisément compter celles qui se trouvent dans le champ du microscope.

Les mouvements du réseau protoplasmique superficiel et des granulations qu'il contient, les vacuoles qui s'y forment suffiraient à prouver, contre Carus et Engelmann, qu'il ne s'agit pas là d'un épithélium. Il est facile en outre de démontrer expérimentalement que ce réseau est formé en réalité par les dernières expansions des ramifications de la masse protoplasmique centrale. Il suffit pour cela de déterminer sous le microscope la mort d'une noctiluque, au moyen d'un courant électrique.

L'électricité est le seul agent que l'on puisse employer pour cette expérience; l'eau douce, qui tue également les noctiluques, fait éclater leur membrane d'enveloppe; les acides, les alcalis, le picro-carminate, les solutions salines la

ratatinent de manière à rendre l'observation impossible ; les décharges d'induction seules en conservent la forme tout en déterminant la mort de l'animal.

Voici comment il convient de procéder. Après avoir fabriqué avec de la cire à modeler sur un porte-objet électrique une cellule épaisse, on la remplit d'eau de mer contenant des noctiluques bien vivantes et on la recouvre d'une lamelle de verre. Puis, examinant la préparation à un faible grossissement, on y choisit pour l'étudier une noctiluque qui se trouve placée favorablement entre les deux pôles métalliques. La communication de ces pôles avec le courant étant établie de manière à pouvoir s'ouvrir et se fermer avec une clef, on applique à l'observation de la noctiluque que l'on a choisie un fort objectif à immersion, le 10 de Hartnack par exemple, et, sans la quitter de l'œil, on fait passer à travers le porte-objet plusieurs décharges d'induction successives.

On remarque alors que le réseau se disjoint et revient sur lui-même en entraînant les granulations. On suit son retrait progressif en abaissant peu à peu l'objectif et l'on reconnaît qu'il est attiré vers la masse protoplasmique centrale par les ramifications qu'avait émises cette dernière. Ces ramifications, ainsi que l'a bien décrit M. de Quatrefages, « reviennent lentement sur elles-mêmes, comme des fils d'un liquide visqueux. »

A ce moment, ces ramifications, qui, sur les noctiluques vivantes, ont l'aspect de fils de verre contenant seulement quelques granules, changent d'aspect et deviennent fortement granuleuses, ainsi que la masse centrale, par suite de l'apparition d'un grand nombre de granulations invisibles jusque là. On constate en outre l'existence d'un noyau volumineux dans la masse centrale.

Nous devons maintenant étudier d'une façon plus détaillée ce noyau, ainsi que les nouvelles granulations que la mort de l'animal nous permet d'apercevoir.

Commençons par le *noyau*. Pour le distinguer nettement, il est préférable d'amener la mort des noctiluques au moyen d'une goutte d'alcool placée sur le bord de la lamelle et de les colorer ensuite par le picro-carminate. Au bout d'une demi-heure environ, la coloration est produite ; on éclaircit la pré-

paration par la glycérine et l'on distingue nettement au milieu de la masse centrale teinte en jaune un noyau volumineux rouge foncé.

Lorsque l'action de l'alcool ou celle de la glycérine a été trop rapide, le noyau subit un certain retrait et l'on remarque sur ses bords un espace clair, grâce auquel il est facile de reconnaître qu'il possède une membrane d'enveloppe. Dans ces circonstances, sa substance paraît divisée par des cassures irrégulières qui pourraient faire supposer qu'il est composé de plusieurs corps devenus polygonaux par pression réciproque. Mais lorsque l'alcool n'a agi que progressivement et que l'on fait pénétrer la glycérine avec lenteur en mettant la préparation dans une chambre humide, le noyau se montre parfaitement homogène et remplit exactement la cavité de sa membrane d'enveloppe.

Le volume du noyau est toujours en rapport avec la grosseur de la noctiluque à laquelle il appartient. Pour m'en assurer, j'ai mesuré douze noctiluques, ainsi que leurs noyaux. Les dimensions extrêmes que j'ai trouvées étaient pour les noctiluques 420  $\mu$ , et 850  $\mu$  pour les noyaux 17  $\mu$  et 50  $\mu$ . La moyenne était pour les noctiluques 760  $\mu$ , pour les noyaux, 40  $\mu$ .

Aucun des auteurs qui ont parlé du noyau n'a fait remarquer que cet élément est seulement visible après la mort de l'animal. Plusieurs d'entre eux ont même représenté des noctiluques soi-disant vivantes et munies d'un noyau. Les figures qu'ils en ont donné sont donc évidemment schématiques.

Passons maintenant aux granulations. Dans la masse protoplasmique fixée par l'alcool et colorée, on distingue deux sortes de granulations, les unes incolores, les autres colorées en rouge lorsque l'on a fait agir le carmin ammoniacal, en rouge-brun lorsque l'on a employé le pico-carminale. Ces dernières paraissent analogues à celles que M. Ranvier a décrites dans les grandes cellules lymphatiques des crustacés, et qui elle-mêmes se rapprochent des corpuscules vitellins des raies et des torpilles<sup>1</sup>.

Quant aux granulations incolores, il est impossible de dé-

<sup>1</sup> Ranvier, *Traité technique d'histologie*, p. 168.

terminer si elles correspondent à celles que présentent les noctiluques à l'état vivant ou à celles qui apparaissent au moment de la mort. Il faudrait pour cela colorer des noctiluques fixées dans leur forme ; or on sait que l'acide osmique seul conserve cette forme et qu'après son action en solution concentrée, l'action des matières colorantes ne se produit plus.

Outre ces deux espèces de granulations, on en rencontre encore de deux autres sortes dans le corps des noctiluques. Les premières (*pl. XVIII, fig. 5, E*) quelquefois très-volumineuses, très-réfringentes, se colorent en noir par l'acide osmique, en bleu par le bleu de quinoléine, et sont, comme le dit Doenitz qui les a observées, des granulations graisseuses. Au premier abord, elles semblent être de simples gouttelettes de graisse ; mais quand on les examine sur des noctiluques fixées par l'acide osmique, en ayant soin de mettre l'objectif bien au point pour le centre de la granulation, on reconnaît que la graisse y est entourée d'une mince couche protoplasmique.

Lorsque l'animal est tué par l'alcool et que toutes les expansions protoplasmiques sont revenues vers la masse centrale, quelques-unes de ces granulations flottent souvent librement dans le liquide intra-cellulaire. C'est sur elles que j'ai fait agir la solution du bleu de quinoléine.

Les granulations de la seconde sorte se trouvent généralement en grande quantité près de l'ouverture orale ; elles sont irrégulières, peu réfringentes, se colorent en vert foncé par l'acide osmique et me paraissent être des débris alimentaires.

Les parties de la noctiluque que nous venons de décrire ne sont guère autre chose que les parties constituantes de toute cellule ; nous arrivons maintenant à celles qui caractérisent anatomiquement cet animalcule, c'est-à-dire les vésicules digestives, le flagellum et le prolongement non ramifié qui s'y rend.

*Vésicules digestives.* — Dans l'intérieur des noctiluques, on aperçoit un certain nombre de vésicules caractérisées par un double contour très-net et contenant dans leur intérieur, tantôt des grains rouges ou verts, tantôt des débris d'algues et souvent de petits infusoires ou des diatomées.

Leur forme varie suivant le corps qu'elles renferment, bien que la membrane d'enveloppe ne se moule pas exactement sur son contenu. Elles ont les volumes les plus divers ; tantôt elles n'occupent qu'une faible partie du corps de la noctiluque, tantôt elles le remplissent presque en entier. Je conserve dans une de mes préparations une noctiluque occupée ainsi tout entière par une colonie de diatomées.

Le nombre de ces vésicules est variable ; certaines noctiluques n'en contiennent qu'une ou deux, d'autres sept ou huit ; j'en ai compté une fois jusqu'à treize, dont quatre étaient d'un volume assez notable.

On les rencontre dans toutes les parties du corps de la noctiluque, cependant il est rare qu'il n'y en ait pas au moins une située dans le voisinage immédiat de la masse protoplasmique centrale.

Autour de la membrane qui les forme et que révèle, comme je l'ai dit, un double contour très-net, ces vésicules sont revêtues d'une couche de protoplasma qui se rattache à celui de la masse centrale ou de ses expansions. C'est grâce aux mouvements de ce protoplasma qu'elles se déplacent dans l'intérieur du corps des noctiluques.

La considération attentive de ces vésicules m'a démontré qu'elles ne sont autre chose que des estomacs temporaires.

La noctiluque ayant introduit sa nourriture (infusoires, diatomées, etc.) par l'ouverture orale (je reviendrai bientôt sur la manière dont elle le fait), le protoplasma, qui se trouve directement au-dessous de cette ouverture, l'englobe et la pousse peu à peu à sa périphérie, où il l'isole dans une poche qu'il forme aux dépens de sa propre substance et qui finit, en se séparant de plus en plus de la masse protoplasmique, par devenir une des vésicules digestives que je viens d'étudier. Ces vésicules sont alors entraînées par les mouvements amiboïdes du protoplasma qui les entoure dans différentes parties du corps des noctiluques ; puis, lorsqu'elles ont digéré le corps qu'elles renfermaient, elles reviennent se confondre avec la masse protoplasmique centrale et y rapporter les parties non assimilables de leur contenu, qui sont ensuite rejetées par l'ouverture orale. Cette dernière pourrait donc être appelée tout aussi bien ouverture anale.

Je n'ai jamais observé ce processus tout entier sur une même noctiluque ; mais, comme j'ai souvent vu des vésicules se produire et s'isoler progressivement, d'autres au contraire, qui renfermaient des matières déformées, venir se confondre avec la masse protoplasmique centrale, et leur contenu être expulsé hors des noctiluques, je me crois en droit d'admettre que pour chaque vésicule le processus se passe comme je viens de le décrire.

Huxley a décrit ces vésicules comme des estomacs permanents. Il n'en est rien. Les poches se forment à mesure qu'elles s'isolent de la masse protoplasmique. Ce qui le prouve, c'est que sur une poche encore reliée à la masse centrale, la partie isolée seule possède le double contour, indice d'une membrane d'enveloppe, tandis que celle qui y est encore incluse ne présente qu'un simple contour (*pl. XVIII, fig. 6 C*).

*Flagellum.* — Le flagellum est un appendice qui prend naissance un peu en arrière de l'ouverture orale ; il paraît formé par une expansion de la membrane d'enveloppe et rempli d'une substance granuleuse vaguement striée. Sa longueur est à peu près égale au diamètre des noctiluques ; sa largeur diminue légèrement à son extrémité.

Il n'est pas arrondi, mais aplati sous forme d'une lame dont l'une des faces regarde l'ouverture orale. A sa naissance, on remarque sur ses côtés deux sortes de brides qui sont formées par la saillie de la membrane d'enveloppe.

Pour reconnaître la structure de cet organe, il est nécessaire de le fixer dans sa forme par l'application de réactifs. Celui qui convient le mieux est l'alcool au tiers, qui n'amène aucun retrait du protoplasma. Après que les noctiluques y ont séjourné 24 heures, on en retire quelques-unes qui sont placées sur une lame de verre et colorées avec une goutte d'hématoxyline, anciennement préparée. Au bout de deux ou trois minutes, la coloration est produite ; on lave à l'eau distillée pour enlever l'excès d'hématoxyline, et l'on monte la préparation soit dans la glycérine, qu'il faut avoir soin de faire pénétrer lentement, soit dans le baume du Canada, après l'avoir déshydratée par l'alcool absolu et éclaircie par l'essence de girofle.

Si l'on examine un flagellum ainsi fixé et coloré, sur un point où il se présente par sa face qui regarde du côté de l'ouverture, on remarque, au-dessous de la membrane d'enveloppe, une striation formée par une série de bandes transversales colorées en violet, séparées par des espaces clairs un peu plus étroits. Les bandes colorées s'arrêtent à une certaine distance des bords du flagellum ( $\Lambda$ , *fig. 1*), ce qui suffit à démontrer que l'aspect strié n'est pas produit par des plis de l'enveloppe. Sur un flagellum qui avait  $6 \mu$  de largeur, les stries mesuraient  $5 \mu$  de large sur  $2 \mu$  d'épaisseur.

En abaissant l'objectif, on distingue au-dessous des stries une couche de fines granulations répandues dans une substance incolore.

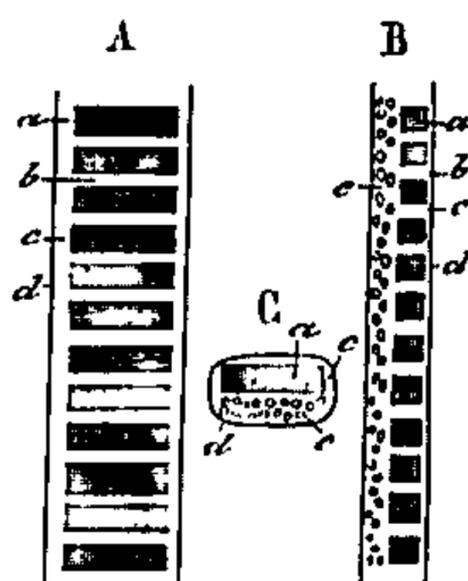


FIG. 1. — Figure schématique représentant le flagellum A, vu de face, les stries étant tournées vers l'œil de l'observateur, B, vu de profil, C, vu en section transversale. — *a*, bandes obscures; *b*, bandes claires moins larges que les obscures, *c*, espace compris entre l'extrémité des bandes et l'enveloppe; *d*, membrane d'enveloppe; *e*, protoplasma granuleux ou partie élastique du flagellum.

Lorsque le flagellum se montre de profil (B, *fig. 1*), on distingue dans la membrane d'enveloppe la couche de stries et la couche de granulations situées à côté l'une de l'autre. On les aperçoit également bien sur les points où le flagellum se montre par sa coupe optique transversale (C, *fig. 1*).

La striation du flagellum est analogue à celle des muscles, sauf que nous n'y avons point reconnu de disque mince au milieu de l'espace clair; mais cette différence tient peut-être seulement à ce que nous n'avons pas pu fixer le flagellum à l'état d'extension, comme on le fait pour la fibrille musculaire lorsque l'on veut bien observer ce détail de structure. Les

stries obscures du flagellum se comportent vis-à-vis des matières colorantes comme les disques larges des muscles : elles se colorent par le picrocarminate, mais lentement et faiblement, tandis que l'hématoxyline les colore rapidement en violet.

L'observation du flagellum à l'état vivant montre que les stries correspondent à sa partie contractile, tandis que la portion granuleuse doit être de nature élastique. La contraction en effet a toujours lieu du côté strié qui est tourné vers l'ouverture orale, et jamais du côté granuleux ; celui-ci doit donc avoir seulement pour fonction de redresser le flagellum. Nous reviendrons plus tard sur ces mouvements.

Le flagellum reçoit à sa base un prolongement venu de la masse protoplasmique centrale. Ce prolongement ne se ramifie pas sur son trajet, mais il est quelquefois double ; il ne change pas de forme comme les autres prolongements protoplasmiques et présente un aspect rigide particulier. Il vient se confondre avec la première strie transversale du flagellum, qui paraît n'être autre chose que son extrémité étalée en surface. Cette dernière disposition se voit nettement sur une noctiluque fixée par l'acide osmique ; le prolongement venu de la masse centrale et la première strie sont parfaitement continus l'un avec l'autre et colorés par l'acide osmique avec la même intensité.

Pour terminer ce que j'ai à dire du contenu du flagellum, il me reste à signaler un fait important : lorsque l'on tue les noctiluques, soit par l'eau douce, soit par l'électricité (deux agents qui certes ne peuvent fixer les éléments anatomiques), tandis que toutes les expansions amiboïdes du protoplasma se rétractent comme nous l'avons vu, le contenu du flagellum reste dans son enveloppe et conserve, du moins pendant quelque temps, l'aspect qu'il avait chez l'animal vivant. Cette observation a une grande importance, car elle suffit à démontrer que le flagellum n'est pas constitué par du protoplasma semblable à celui de la masse centrale et de ses expansions. J'y reviendrai plus loin.

## 2. — Observations et expériences physiologiques.

Pour compléter les études anatomiques dont je viens d'exposer les résultats, j'ai fait un certain nombre d'expériences qui ont porté sur le protoplasma des noctiluques, sur le liquide qu'elles contiennent, sur les mouvements du flagellum et sur la phosphorescence.

Le protoplasma des noctiluques se comporte sous l'influence des courants induits de la même manière que celui des cellules lymphatiques. Un courant interrompu faible n'exerce aucune action ; un courant fort détermine la rétraction de toutes les expansions protoplasmiques (sans toutefois les rendre granuleuses comme elles le deviennent lorsque le courant est assez intense pour amener la mort de l'animal). Quelque temps après, les prolongements amiboïdes se reforment et les mouvements reprennent.

On a discuté la nature du liquide qui distend l'enveloppe des noctiluques. Doenitz (*loc. cit.*, p. 144) pense que c'est de l'eau de mer. Il est certain que ce liquide est plus dense que l'eau douce, puisque les noctiluques qui sont placées dans l'eau douce se gonflent et finissent par éclater. D'autre part, il paraît être moins dense que l'eau de mer, puisque les noctiluques précipitées au fond d'un vase qui en contient, finissent par remonter, très-lentement il est vrai, à sa surface. Il est possible aussi qu'elles remontent ou se maintiennent à la surface de l'eau par quelque autre mécanisme.

Pour essayer de le déterminer, j'ai soumis les noctiluques à des pressions croissantes dans un vase fermé ; lorsque la pression exercée dépassait de plus de 18 millimètres de mercure la pression atmosphérique, les noctiluques descendaient dans le vase à la façon d'un ludion et remontaient ensuite lentement lorsque l'on cessait la pression.

Puisque les noctiluques peuvent être ludionnées, il faut qu'une partie de leur corps soit compressible, et leur donne à l'état habituel un poids spécifique moindre que celui de l'eau de mer.

La réaction du corps des noctiluques est acide ; si l'on en écrase quelques-unes sur du papier de tournesol, celui-ci

devient rouge. Il est probable que cette acidité tient au protoplasma ou aux vésicules, car si on comprime légèrement les noctiluques, de manière à en faire sortir simplement le liquide, le papier de tournesol ne rougit pas.

J'ai dit plus haut que le flagellum se comporte comme un muscle. En effet, quand on examine des noctiluques vivantes, on le voit animé d'un mouvement lent se renouvelant dans de bonnes conditions environ 5 fois par minute, et se composant d'une contraction pendant laquelle il s'applique sur le pli et sur l'ouverture orale et d'une détente. Cette détente est encore plus lente que la contraction et se fait d'une manière toute spéciale. Le flagellum ne se relève pas d'une seule pièce ; sa portion moyenne se soulève d'abord, tandis que son extrémité libre, encore appliquée dans la dépression, est ramenée peu à peu vers sa base, de telle manière que le flagellum se trouve tout à fait plié en deux ; alors seulement il se détend complètement.

Le mouvement du flagellum est trop lent et la quantité d'eau qu'il déplace trop minime pour qu'il puisse être considéré comme un organe de locomotion. Il est plus probable qu'il sert d'organe de préhension et que son mouvement a pour but d'amener au niveau de l'ouverture orale les diatomées, les infusoires, les débris d'algues qui doivent servir à la nourriture des noctiluques. J'ajouterai à ce sujet que cette ouverture orale est certainement dilatable, car j'ai souvent observé dans le corps des noctiluques des infusoires qui avaient un diamètre cinq à six fois plus considérable que celui que cette ouverture présente normalement.

Pour étudier l'influence de l'électricité sur les mouvements du flagellum, j'ai placé quelques noctiluques dans une cellule épaisse établie sur un porte-objet électrique, et après avoir choisi pour l'observation une noctiluque qui se trouvait dans une position favorable, j'ai fait passer dans le porte-objet un courant électrique provenant soit directement de la pile, soit d'un appareil d'induction. A la clôture et à la rupture du courant, le flagellum se contractait suivant son mode habituel, c'est-à-dire en venant s'appliquer sur le pli ; la contraction était plus rapide et plus énergique à la rupture. Lorsque je faisais agir un courant induit à interruptions fréquentes, le

flagellum entrainé en contraction tétanique et restait dans cet état pendant 3 ou 4 minutes, puis il se détendait peu à peu sous l'influence de la fatigue. J'ai répété cette expérience un grand nombre de fois, toujours avec les mêmes résultats. J'ajouterai que je n'ai jamais observé dans le flagellum rien qui ressemblât à l'onde musculaire. Pendant la contraction, son volume ne m'a pas paru varier.

Dans le but de déterminer plus exactement la nature musculaire du flagellum, j'ai expérimenté sur les noctiluques avec le curare et avec la strychnine. Mes premières expériences faites sur la lame de verre ont constamment amené la mort des noctiluques; plus tard, quand j'ai trouvé un meilleur procédé, je n'ai plus eu à ma disposition une quantité suffisante de noctiluques pour répéter souvent les mêmes observations<sup>1</sup>. Ces observations sont très-déliées, et doivent être reprises et variées de différentes façons pour que l'on puisse faire quelque fondement sur les résultats que l'on obtient. Aussi je n'y insiste pas ici et je les réserve pour une communication ultérieure.

*Phosphorescence.* — Toutes les expériences que j'ai faites sur la phosphorescence ont été exécutées de nuit.

<sup>1</sup> Le procédé que je finis par adopter pour le curare consistait à prendre, dans un tube à analyse, 4 à 5 centimètres cubes d'eau, contenant environ une centaine de noctiluques, et à y verser deux gouttes d'une solution de curare au centième. Je m'étais assuré auparavant, sur quelques échantillons de noctiluques, que les flagellums avaient leurs mouvements. J'attendis environ un quart d'heure, puis, prenant quelques noctiluques, je les mis sur le porte-objet électrique, et je constatai que leurs flagellums ne présentaient aucun mouvement. Examinant alors une noctiluque favorablement placée, je fis passer un courant électrique, et je vis le flagellum se contracter à la clôture et à la rupture du courant.

Pour essayer l'effet de la strychnine, je pris une solution de chlorhydrate de strychnine à 1 pour 500, et j'en mis de très-petites gouttes, telles que celles que l'on obtient à la pointe d'une aiguille, sur le bord de la lamelle couvrant les noctiluques.

Lorsque la strychnine eût pénétré, le flagellum se contracta violemment et resta dans cet état jusqu'à la mort de l'animal, mort dont il est facile de saisir l'instant, grâce à l'aspect granuleux que prend alors le protoplasma central. — Je répétai cette expérience plusieurs fois. Lorsque les gouttes de strychnine étaient assez petites, le flagellum ne se contractait qu'au bout de quelques secondes, ensuite il restait contracté pendant très-longtemps, jusqu'à 10 à 12 minutes, époque à laquelle survenait la mort de l'animal. J'ai toujours vu la mort suivre invariablement l'action de la strychnine.

J'ai cherché à déterminer par quelle partie la lumière est émise. A la loupe, la noctiluque tout entière paraît uniformément lumineuse. Lorsqu'on l'examine au microscope à un grossissement de 20 à 40 diamètres, on reconnaît que la lumière est due à la masse protoplasmique. On s'en assure d'une façon certaine lorsque l'on parvient à blesser l'animal de telle façon qu'il ramène lentement ses prolongements protoplasmiques. On remarque alors en effet que toute la portion de la noctiluque de laquelle les prolongements se sont retirés devient obscure, et bientôt on n'aperçoit plus que l'espace occupé par la masse protoplasmique centrale. Après avoir brillé faiblement pendant quelque temps encore, celle-ci finit par s'éteindre à son tour. Comme on le voit, cette expérience démontre que la phosphorescence est une propriété du protoplasma des noctiluques.

La phosphorescence se montre à deux degrés différents, suivant que l'eau est calme ou agitée. Lorsque l'on examine de nuit un bocal contenant des noctiluques, la lumière émise est faible, la surface de l'eau est d'une blancheur laiteuse ; mais si l'on agite le vase, toute l'eau paraît remplie de petites étincelles. La phosphorescence existe donc d'une façon constante, mais elle atteint son maximum par l'agitation de l'eau.

Cette augmentation de la phosphorescence pourrait être attribuée à une oxydation exagérée, puisque l'agitation a dû mettre les noctiluques en contact avec une plus grande quantité d'oxygène. Pour m'assurer s'il en était ainsi, j'ai fait l'expérience suivante.

Dans un tube à expériences de 30 centimètres de long que j'avais rempli d'eau de mer préalablement bouillie pour en chasser tout l'air, j'introduisis rapidement quelques noctiluques et je bouchai le tube de manière qu'il ne contint pas une bulle d'air. A l'intérieur de ce tube j'avais placé auparavant un agitateur formé d'un tube de verre de 5 centimètres de long fermé aux deux bouts et d'un diamètre un peu inférieur à celui du premier. Chaque fois que je retournais le tube à expériences et que l'agitateur en se déplaçant irritait les noctiluques, il se produisait un éclair de lumière. Le phénomène continua à se produire jusqu'à ce que les noctiluques mourussent faute d'air.

Cette expérience démontre que, si l'oxygène intervient dans la phosphorescence, c'est comme agent nécessaire à la vie et non point comme oxydant. L'augmentation de la phosphorescence par l'agitation doit donc être attribuée à l'irritation mécanique des noctiluques.

Une question du même genre se pose à propos de l'action de la chaleur sur les noctiluques. Ainsi, M. de Quatrefages, pour étudier l'action de cet agent sur la phosphorescence, a chauffé à sa partie inférieure un tube à expériences contenant de l'eau de mer chargée de noctiluques; il a vu la lumière émise augmenter, et il en conclut que la chaleur augmente la phosphorescence. Cette expérience n'est pas concluante. En effet, comme le dit M. de Quatrefages lui-même « les noctiluques montaient et descendaient le long du tube, entraînées par les courants que la chaleur déterminait dans le liquide » (*loc. cit.* p., 273), et ce mouvement était plus que suffisant pour les irriter, puisque le moindre ébranlement des vases qui les contiennent les fait briller vivement.

J'ai donc dû chercher un autre moyen de déterminer l'action de la chaleur sur la phosphorescence et voici comment je m'y suis pris :

Après avoir fortement agité l'eau d'un bocal contenant beaucoup de noctiluques, afin qu'elles fussent également réparties dans toute la masse, je la partageai entre deux capsules en porcelaine. L'une d'elles fut placée sur une plaque de tôle chauffée par une lampe à alcool; l'autre, laissée telle quelle, devait me servir de terme de comparaison.

Lorsque l'eau commença à s'échauffer, je vis les noctiluques briller vivement, ce que je dus attribuer d'une part aux courants produits dans le liquide, de l'autre à l'irritation causée par l'évaporation. Quand j'eus atteint 37° je cessai de chauffer et je laissai l'eau de la capsule se mettre en équilibre de température avec l'air extérieur, ce qui prit environ 1 h. 1/2. J'examinai alors comparativement les noctiluques dans les deux capsules qui étaient revenues à la même température. L'eau qui n'avait pas été chauffée répandait une faible lueur blanchâtre; celle qui avait été chauffée au contraire paraissait toute parsemée de petites étincelles.

Je dois donc conclure de cette expérience qu'une chaleur

modérée (37°) augmente la phosphorescence et surtout la rend plus persistante.

Dans une autre expérience, je poussai l'échauffement plus loin pour déterminer à quel degré surviendrait la mort des noctiluques. Je les vis s'éteindre subitement lorsque le thermomètre fût arrivé à 39°,7.

Pour déterminer l'action des courants électriques sur la phosphorescence des noctiluques, je fis les expériences suivantes :

1° Je plaçai les deux électrodes d'une pile de Grenet d'un 1/2 litre de capacité des deux côtés d'un vase plein d'eau de mer contenant beaucoup de noctiluques, presque toutes réunies à la surface. Lorsque le mouvement occasionné par la mise en place des électrodes se fut calmé, je fis passer le courant à plusieurs reprises et pendant un temps plus ou moins long. Les noctiluques ne me parurent pas émettre plus de lumière soit pendant le passage du courant, soit à son ouverture, soit à sa rupture ;

2° Je fis passer alors dans ce même vase un courant induit fourni par un appareil à chariot, dont j'augmentais la force petit à petit jusqu'au maximum. Les noctiluques placées dans le courant n'émettaient pas plus de lumière que si aucun courant n'avait traversé l'eau ;

3° Pensant que la masse d'eau contenue dans le vase opposait une trop grande résistance au courant, je remplis d'eau chargée de noctiluques un tube de verre d'un centimètre de diamètre et de 30 centimètres de long, et j'introduisis dans les bouchons qui le fermaient aux extrémités des fils de cuivre qui me servaient d'électrodes. J'y fis passer alors pendant quelque temps une succession de clôtures et de ruptures isolées, sans que la phosphorescence des noctiluques augmentât. Puis j'y fis passer de la même façon des courants d'induction à interruptions fréquentes et d'intensité croissante, mais sans déterminer aucun effet visible sur les noctiluques ;

4° Je répétai la même expérience avec un tube de 5 millimètres de diamètre et de 4 centimètres de longueur. Je rapprochai successivement les électrodes, en les plaçant d'abord à 3 centimètres, puis à 2 centimètres, à 1, enfin à 5 millimètres

l'un de l'autre, et j'obtins encore les mêmes résultats négatifs.

Je me suis assuré que les colonnes d'eau contenues dans les tubes en question donnaient une forte commotion lorsqu'on les employait comme rhéophores.

Je me crois donc en droit de conclure que l'électricité, fournie par une pile de Grenet ou par un appareil à induction à chariot, n'augmente ni ne diminue l'éclat de la lumière émise par les noctiluques.

Ces résultats concordent avec ceux que m'a donnés l'observation microscopique de l'action de l'électricité sur le protoplasma des noctiluques ; les courants qui n'étaient pas très-intenses n'exerçaient aucun effet ; ceux qui l'étaient davantage amenaient la rétraction en masse du protoplasma ou la mort de l'animal.

M. de Quatrefages est arrivé, comme je l'ai dit plus haut, à un résultat inverse, mais cela tient à ce qu'il a prolongé l'action de l'électricité jusqu'à obtenir des décompositions chimiques. Du reste, il le reconnaît lui-même : « Les faits que je viens d'indiquer, dit-il (p. 272 de son second mémoire) ne doivent pas être attribués, je pense, à une différence d'action des pôles eux-mêmes, mais bien à la décomposition des chlorhydrates et des sulfates dissous dans l'eau de mer. » Je n'ai jamais laissé agir l'électricité assez longtemps pour produire des phénomènes chimiques notables ; aussi la différence de mes observations avec celles de M. de Quatrefages est-elle plus apparente que réelle.

MM. Robin et Legros<sup>1</sup> ont également étudié l'action de l'électricité sur la phosphorescence, à l'aide d'un appareil électro-médical ; ils sont arrivés à des résultats contraires à ceux que j'ai observés.

### 3. — Résumé.

De l'étude qui précède il résulte que les noctiluques sont des êtres unicellulaires, dans lesquels on remarque trois sortes de parties, distinctes aussi bien au point de vue anatomique

<sup>1</sup> Robin et Legros, — De l'action exercée par l'électricité sur les noctiluques miliaires, *Journal d'anatomie et de physiologie*, 1866, p. 550.

qu'au point de vue physiologique : Une partie banale (*l'enveloppe et le liquide intra-cellulaire*); une active (*le protoplasma et son noyau*); enfin une différenciée, mais non individualisée, car elle ne possède pas de noyaux (*les vésicules digestives et le flagellum*).

La membrane d'enveloppe n'est qu'une protection et un soutien (*cloison incomplète*) formée probablement d'une matière sécrétée par le protoplasma. On n'y distingue en effet aucune trace de stries ou d'empreintes. L'ouverture dont elle est percée est aussi inactive qu'elle-même, c'est simplement une perforation. Ses bords ne jouent pas le rôle de lèvres, ils ne saisissent pas la nourriture, mais la laissent simplement pénétrer dans l'intérieur du corps de l'animal.

Le liquide intra-cellulaire a aussi un rôle banal, tout au plus dissout-il peut-être des gaz. Il a pour fonction spéciale de soutenir l'enveloppe, par conséquent de permettre au protoplasma d'émettre librement ses expansions à l'intérieur de la cavité circonscrite par cette dernière. Ce qui me porte à penser que le liquide intra-cellulaire n'a pas un rôle plus actif, c'est qu'il paraît ne pas contenir de traces appréciables de matière organique. En effet, l'acide osmique qui, comme on le sait, se réduit si facilement au contact de tous les liquides contenant des substances organiques, ne lui communique pas cette couleur noirâtre caractéristique de sa réduction.

La masse protoplasmique peut être considérée comme un corpuscule lymphatique ou un amibe suspendu au sein d'un liquide, émettant ses prolongements amiboïdes dans une cavité close et dont les expansions, précisément parce qu'elles ne peuvent s'étendre librement, se réfléchissent et forment un réseau autour du protoplasma central.

Les points de ressemblance entre la masse protoplasmique des noctiluques et le corpuscule lymphatique sont les suivants : même aspect optique, mêmes mouvements amiboïdes, même sensibilité à l'irritation mécanique, à la chaleur, aux courants induits, mêmes réactions histo-chimiques.

La masse protoplasmique de la noctiluque diffère du corpuscule lymphatique en ce qu'elle ne digère pas elle-même les éléments assimilables des corps qui doivent servir à sa

nourriture ; elle s'en distingue surtout par la propriété d'être lumineuse. Cette propriété est la plus évidente de toutes, car elle est visible sans le secours d'aucun instrument et a même été connue longtemps avant que l'on sût à quelle cause l'attribuer. Le protoplasma des noctiluques la partage avec une foule d'animaux marins et terrestres, mais tous les êtres qui la possèdent sont plus élevés dans l'échelle zoologique que les noctiluques, et presque tous possèdent des *organes lumineux différenciés*, tandis que chez les noctiluques la propriété d'émettre de la lumière appartient à la masse protoplasmique elle-même.

Néanmoins et malgré cette phosphorescence, les noctiluques ne seraient autre chose que des cellules constituées par un noyau renfermé dans du protoplasma, par un liquide intracellulaire et par une enveloppe sans structure, si deux parties que j'ai décrites, les vésicules digestives et le flagellum, ne constituaient pas deux profondes *différentiations*.

Ces différenciations dépendent à la fois de l'ordre anatomique et de l'ordre physiologique ; les fonctions des parties différenciées sont nettement déterminées et en accord avec la forme qu'elles présentent.

En effet, ces vésicules digestives qui se forment aux dépens de la masse protoplasmique centrale, qui s'isolent et se donnent une autre consistance, j'allais presque dire une autre structure et d'autres propriétés physiologiques, que le corps dont elles sont issues et avec lequel elles reviendront se confondre lorsqu'elles auront accompli les actes physiologiques pour lesquels elles se sont formées, ne constituent-elles pas une différenciation du plus haut degré ? Cette différenciation est particulièrement curieuse en ce qu'elle n'existe pas toujours, mais se produit au fur et à mesure que le besoin s'en fait sentir, c'est-à-dire, toutes les fois que les noctiluques ont saisi un corps extérieur dont elles feront leur nourriture<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> D'après Cienkowski, le protoplasma des noctiluques possède, sous deux formes différentes, la propriété génératrice, l'une par division du noyau et de la masse protoplasmique centrale : cette forme est celle des globules lymphatiques ; l'autre, que l'on observe dans des êtres plus élevés dans la série animale, est la génération de zoospores qui deviendront, par transformation, des individus semblables à leurs parents.

Le flagellum présente une différenciation encore plus nette que les vésicules digestives, car dans cet organe la contractilité et l'élasticité se sont développées à un tel point qu'elles masquent pour ainsi dire toutes les autres propriétés. En effet, lorsque nous examinons le flagellum d'une noctiluque, ce qui nous frappe le plus, ce sont ses deux couches parallèles dont l'une est striée, tandis que l'autre est granuleuse.

Cette alternance des disques sombres et clairs paraît destinée à permettre un échange rapide et ferait supposer *a priori* que l'on a affaire à un organe contractile. L'observation de ses contractions à l'état vivant et l'analogie de ses réactions sous l'influence des courants d'induction avec celle que présentent les muscles de la vie animale le démontrent complètement.

Mais certainement la différenciation la plus remarquable chez les noctiluques est le rudiment de système nerveux que l'on y observe. En effet, la disposition anatomique aussi bien que les effets du curare et ceux de la strychnine sur ces êtres nous permettent d'émettre l'hypothèse que le *prolongement non ramifié du protoplasma*, se rendant à la base du flagellum, est l'*analogue* d'un nerf.

Ce cordon protoplasmique servirait ainsi à transmettre au flagellum la puissance nerveuse centrale, bien que celle-ci ne réside point dans un organe différencié et soit simplement une des propriétés du protoplasma.

#### EXPLICATION DES FIGURES.

##### PLANCHE XVIII.

Les dessins de cette planche et de la suivante ont été exécutés à la chambre claire.

*Fig. 1.* Noctiluque fixée par l'acide osmique. 180 diamètres.

L'objectif est mis au point sur le centre de la noctiluque.

- A. Masse protoplasmique centrale.
- B. Expansions de la masse protoplasmique s'étendant dans tous les sens et formant, par l'anastomose de leurs dernières divisions, un réseau à mailles serrées que l'on aperçoit sur le bord.
- C. Flagellum.
- D. D'. D''. D'''. Vésicules stomacales; les deux premières contiennent chacune une diatomée, la troisième et la quatrième, situées dans le proto-

plasma central, renferment de petits grains colorés en brun par l'acide osmique.

- E. Grosses granulations, probablement de nature graisseuse, colorées en noir par l'acide osmique.

*Fig. 2.* Noctiluque fixée par l'acide osmique. 95 diamètres.

L'objectif est mis au point à la partie supérieure de la noctiluque, qui présente sa face orale tournée vers l'œil de l'observateur.

- A. Masse protoplasmique centrale.  
 F. Expansions de la masse protoplasmique.  
 D. Ouverture orale.  
 E. Flagellum et ses attaches.  
 B. Vésicules stomacales.

On aperçoit très-nettement le réseau superficiel.

*Fig. 3.* Noctiluque fixée par l'acide osmique. 30 diamètres.

L'objectif est mis au point un peu en dessous du centre, pour montrer la forme et les dispositions relatives du protoplasma central, et la partie du pli qui pénètre à l'intérieur du corps de la noctiluque.

- A. Partie du pli, ou cloison incomplète, pénétrant à l'intérieur du corps de la noctiluque.  
 B. Masse protoplasmique centrale, située à la partie supérieure de la cloison incomplète formée par le pli.  
 C. Expansions de la masse protoplasmique centrale.  
 D. Vésicule digestive.

*Fig. 4.* Noctiluque fixée par l'acide osmique. 40 diamètres.

L'objectif est mis au point sur l'ouverture orale et sur la base du flagellum; cette noctiluque a l'ouverture orale placée entre l'extrémité des bords du pli.

- A. Ouverture orale.  
 B. Partie du pli voisine de l'ouverture orale.  
 C. Masse protoplasmique centrale.  
 D. Flagellum.  
 E. Expansions amiboïdes du protoplasma.

*Fig. 5.* Noctiluque fixée par l'acide osmique. 95 diamètres.

L'objectif est mis au point sur la base du flagellum, pour montrer le prolongement amiboïde non ramifié et les deux attaches du flagellum, on aperçoit le réseau superficiel sur les bords de la noctiluque.

- A. Masse protoplasmique centrale.  
 B. Flagellum.  
 C. Prolongement non ramifié de la masse protoplasmique centrale, se rendant à la base du flagellum.  
 D. Expansions amiboïdes de la masse protoplasmique centrale formant, par leurs divisions et leurs anastomoses, le réseau superficiel.  
 E. Granulations graisseuses.  
 F. Deux vésicules digestives dont il est impossible de distinguer nettement le contenu.

*Fig. 6.* Noctiluque fixée par l'acide osmique. 95 diamètres.

Cette noctiluque est tournée de telle façon qu'elle présente la partie du

pli la plus éloignée de l'ouverture orale ; l'objectif est mis au point à sa partie supérieure, de sorte que l'on voit très-distinctement le réseau superficiel.

- A. Masse protoplasmique centrale.
- B. Flagellum.
- C. Vésicule digestive contenant une diatomée.
- D. Expansions de la masse protoplasmique centrale.

PLANCHE XIX.

*Fig. 1.* (750 diamètres.)

- A. B. Expansions de la masse protoplasmique centrale, prise près du bord de celle-ci. Ces deux dessins représentent les formes différentes de la même expansion, à 15 minutes d'intervalle.
- C. La même expansion, dessinée pendant le retrait que toutes les expansions subissent lorsque la noctiluque a été tuée par des courants interrompus; elle s'est divisée en deux portions et a considérablement grossi par suite du retrait qu'elle a fait subir à d'autres expansions qui partaient d'elle.
- a. Vacuoles.
- b. Renglements ovoïdes courant le long des travées.
- c. Granulations que l'on aperçoit pendant la vie.

*Fig. 2.* (750 diamètres.)

- A. B. C. Expansions de la masse protoplasmique centrale, dessinées lorsque la noctiluque était vivante, ces dessins de la même expansion ont été faits à un intervalle de 10 minutes, entre chacun d'eux, et D. lorsque la noctiluque fut tuée par les courants électriques.
- a. Renglements coniformes.
- b. Granulations.
- c. Vacuoles.

*Fig. 3.* (1,000 diamètres.)

- Portion du réseau superficiel d'une noctiluque fixée par l'acide osmique, en A., les travées sont très-larges, tandis que dans les autres parties elles sont beaucoup plus petites.
- B. Ramification d'une expansion amiboïde de la masse protoplasmique centrale, venant former le réseau superficiel.
- C. Granulations très-réfringentes.
- D. Petites vacuoles se formant dans les travées du réseau superficiel.

*Fig. 4.* (750 diamètres.)

Portion d'un flagellum fixée par l'alcool au tiers, puis par l'alcool fort, et coloré par l'hématoxyline, et monté dans la résine d'Amar. Ce flagellum, étant légèrement plié sur lui-même, permet de voir ses différentes parties d'une façon très-nette. (*Voir*, pour les détails, p. 44.)

*Fig. 5.* (480 diamètres.)

Deux vésicules digestives prises sur une noctiluque, fixées par l'acide osmique. Ces vésicules, qui sont situées sur un point aussi éloigné de la membrane d'enveloppe que du protoplasma central, reçoivent de

celle-ci de grosses expansions formant à leur surface une couche protoplasmique, et contiennent, l'une des diatomées, l'autre de petits corps globuleux provenant probablement d'une algue à demi digérée.

L'objectif est mis au point au centre des vésicules.

- A. Vésicule digestive contenant deux diatomées à peine digérées.
- B. Vésicule digestive contenant les débris d'une algue presque digérée.
- C. Expansions de la masse protoplasmique centrale, dont la substance s'étale sur les vésicules.
- D. Expansions provenant du protoplasma étalé à la surface des noctiluques, se dirigeant à la périphérie où elles vont former le réseau superficiel après s'être anastomosées avec d'autres expansions provenant de la masse protoplasmique centrale.
- a. Paroi des vésicules digestives.
- b. Protoplasma étalé à la surface des parois des vésicules digestives.

111

112

113

114

115

116

117

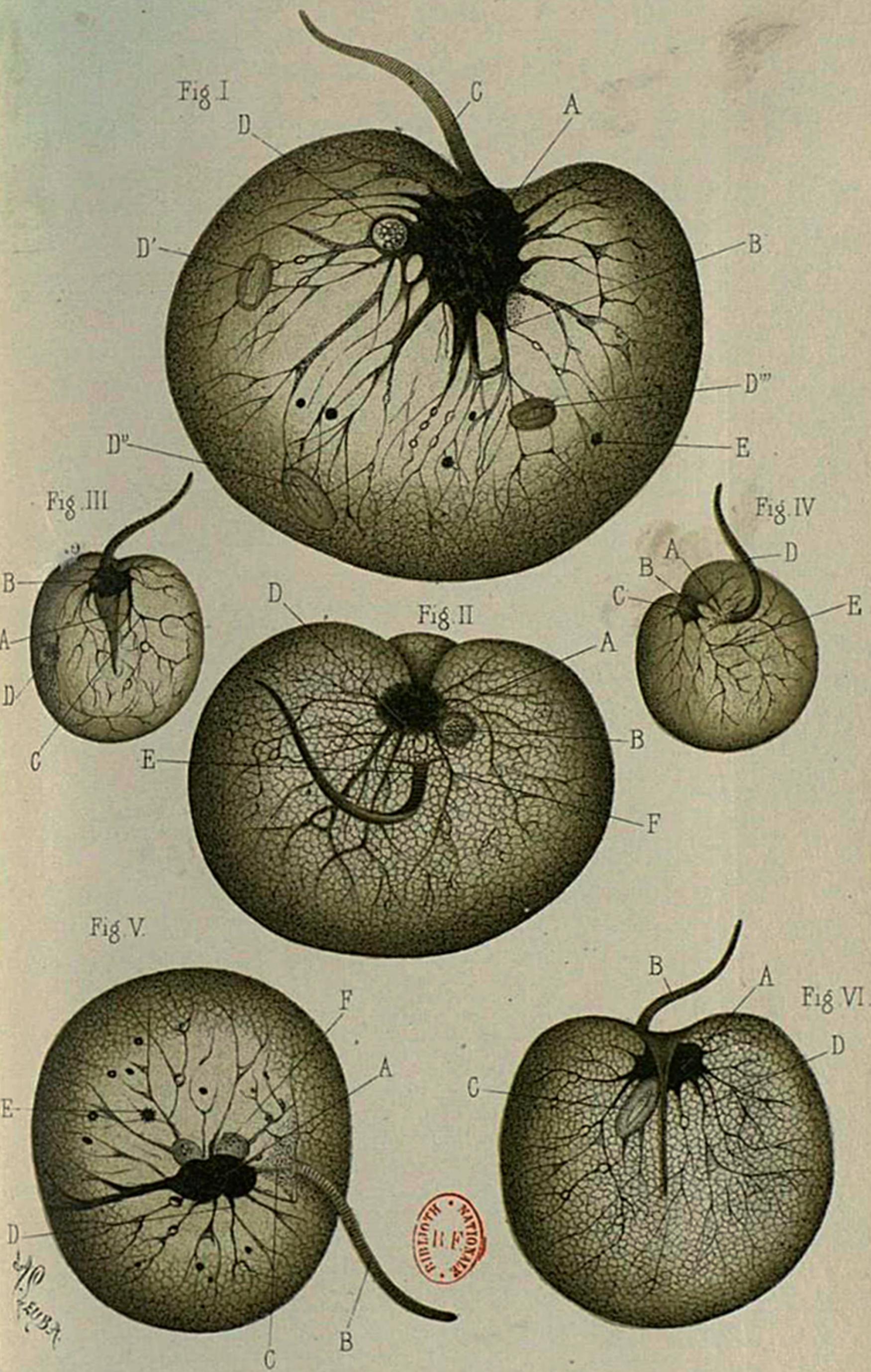


Fig I

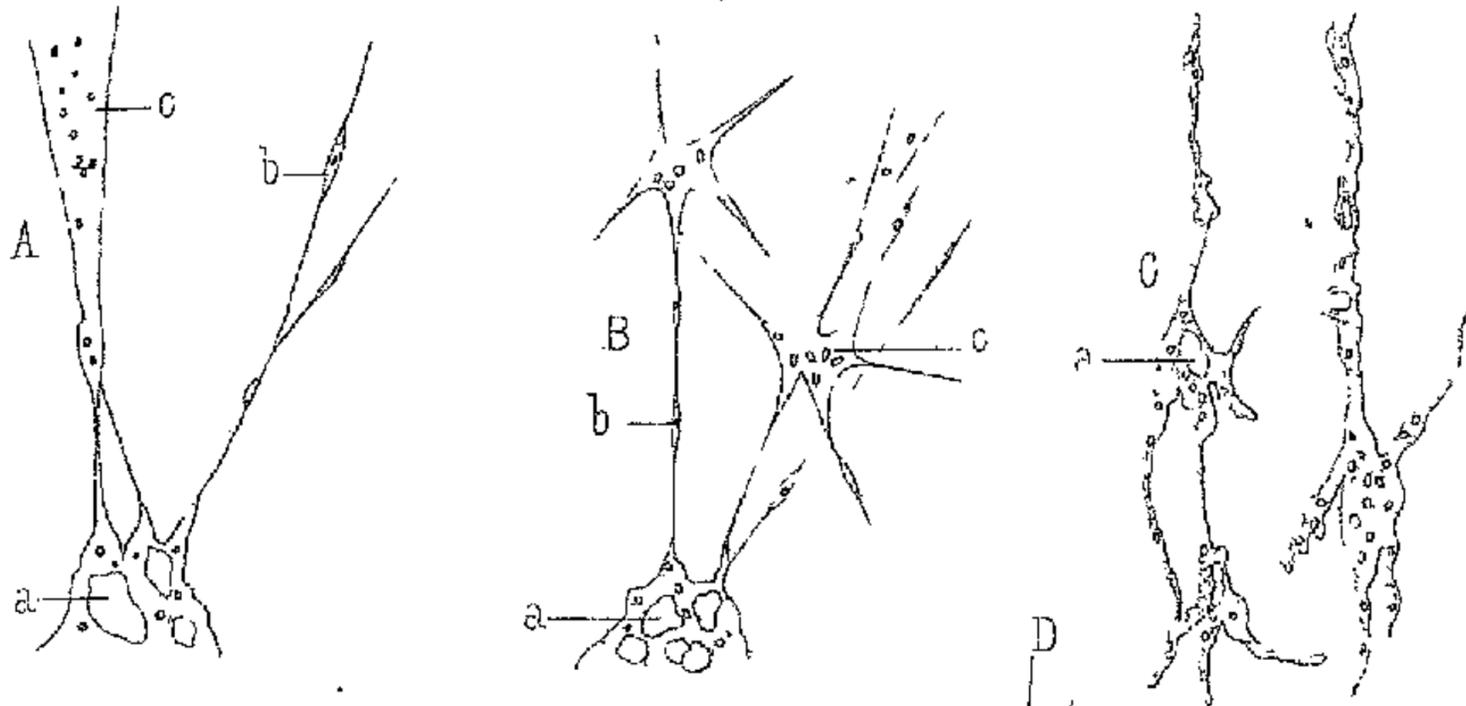


Fig II

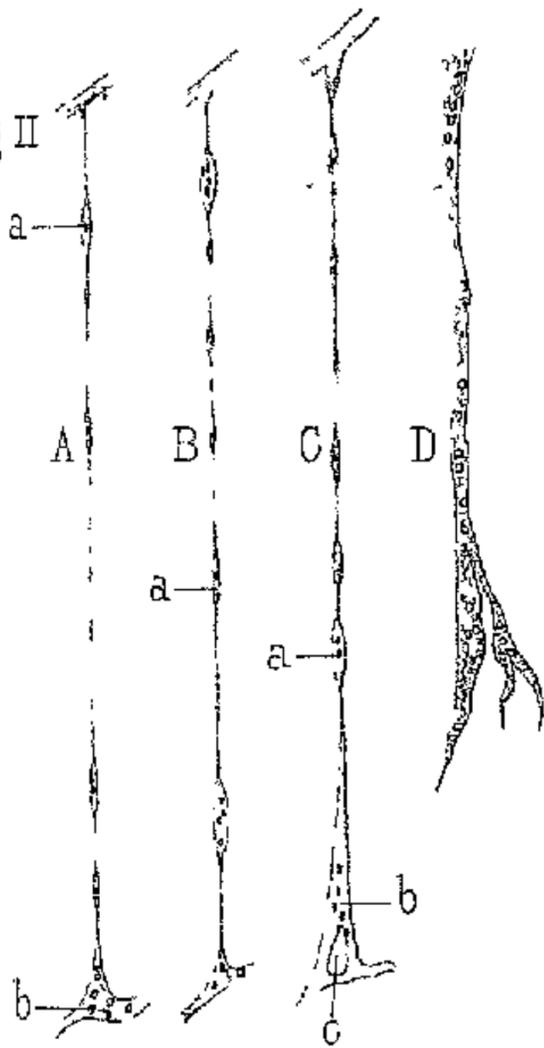


Fig III

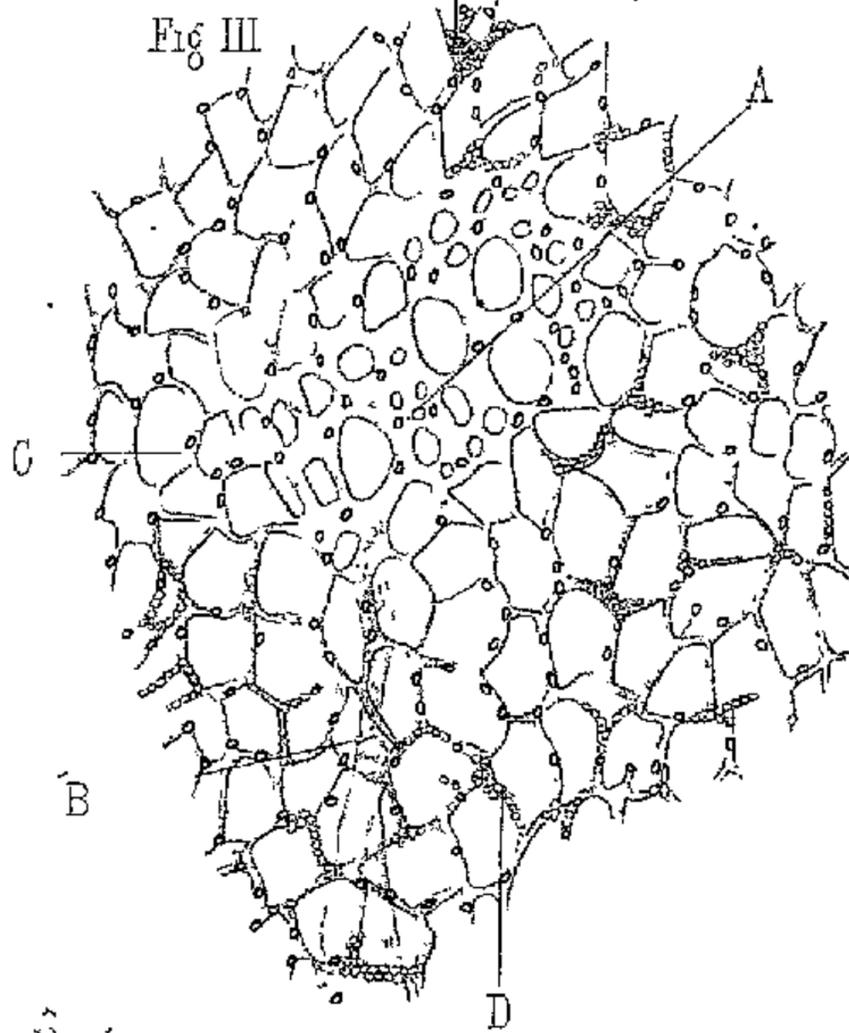


Fig IV

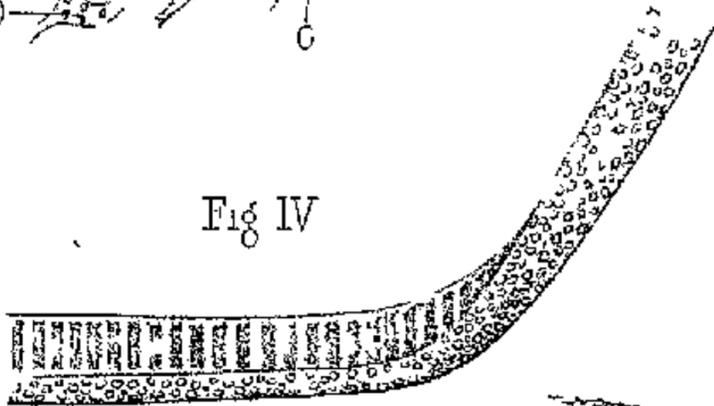
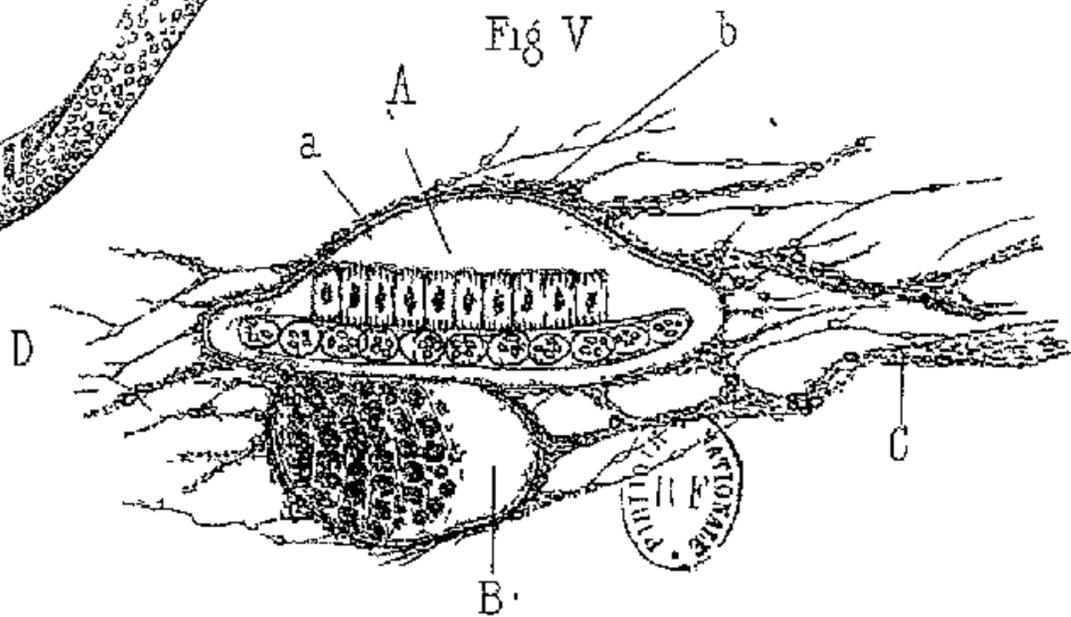


Fig V



R. Alexander del

Imp Lemercier & C<sup>ie</sup>, Paris

Leuba lith

G. Masson, Editeur