CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DES DINO-FLAGELLÉS

RECHERCHES

SUR LE

CERATIUM MACROCEROS

AVEC OBSERVATIONS SUR

LE CERATIUM CORNUTUM

DISSERTATION

présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève

pour obtenir le grade de

DOCTEUR ÈS SCIENCES

PAR

Eugène PENARD

GENÈVE

IMPRIMERIE L.-É. PRIVAT, RUE DE LA BOURSE, 10

1888

La Faculté des Sciences autorise l'impression de la présente Thèse, sans exprimer d'opinion sur les propositions qui y sont renfermées.

Le Doyen de la Faculté :

(Signé) G. OLTRAMARE.

Genève, le 1er mai 1888.

PRÉFACE

Le présent mémoire a été remis en manuscrit, à la fin de septembre 1887, à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève, sous le titre d'Étude sur le Ceratium macroceros, et pour concourir au prix Davy. Le rapport présenté dans la séance universitaire de janvier dernier par M. le professeur Vogt m'a engagé à revenir sur le sujet, et à me mettre au courant de la littérature actuelle que j'ignorais alors complètement. Je n'avais en effet eu jusque-là connaissance que des travaux anciens d'Ehrenberg, de Perty, de Claparède et Lachmann, puis d'un mémoire de Bergh (1881) et du bel ouvrage de Stein sur les Infusoires. Il existait pourtant déjà des travaux plus récents de Bergh, Pouchet, Blanc, Klebs, etc., et surtout de Bütschli qui, dans son volume sur les Protozoaires (Bronn's Thierreich, 2me édition), résume d'une manière très détaillée les opinions de tous les auteurs, et y a ajouté ses propres observations. Plus tard, en novembre 1887, a paru un excellent petit travail de Schütt, qui m'a été fort utile.

La lecture de ces auteurs récents m'a engagé à joindre à mon mémoire primitif de nombreuses remarques et plusieurs nouvelles figures; mais, sauf ce qui concerne les soi-disant cils vibratiles auxquels maintenant il faut probablement renoncer, elle n'a donné lieu à aucune modification de quelque importance dans mes opinions. Je crois donc bien faire en reproduisant ici le texte même de mon mémoire tel qu'il était primitivement, y compris l'introduction, et en n'en retranchant que les quelques lignes ayant rapport aux cils vibratiles. Toutes les réflexions qui m'ont été suggérées depuis par la lecture des auteurs que j'avais ignorés, et toutes les citations de ces auteurs, seront intercalées dans mon mémoire en plus petits caractères. La clarté du sujet n'en souffrira pas, et dûtelle s'en ressentir un peu, je crois qu'il y a intérêt à reproduire tels quels les résultats de mes observations personnelles; on verra qu'elles concordent d'une manière générale avec celles des auteurs récents, et le fait qu'elles ne pouvaient être influencées par aucune idée préconçue, est de nature sans doute à inspirer plus de confiance dans leur valeur.

Les figures 12, 13, 14 de la planche I, et 3, 9, 10 de la planche III, sont nouvelles également, mais elles n'en sont pas moins que les autres la reproduction de mes dessins antérieurs. De plus, l'orientation de quelques figures, que j'avais représentées la tête en bas, a été modifiée. Enfin j'ai cru devoir adopter, au lieu de l'ancien terme de Cilio-Flagellés, celui de Dino-Flagellés employé par Bütschli, et qui ne présume pas comme le premier de l'existence de cils vibratiles.

Les citations des auteurs récents sont tirées des ouvrages dont je donne ici le tableau, souvent non pas directement, mais d'après Bütschli.

Genève, avril 1888.

TABLEAU DES AUTEURS RECENTS

Stein. Organismus der Infusionsthierchen. III Abtheilung. 1878-83.

Bütschli. In Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs, 2^{mc} édit. Protozoa.

Векси, R.-S. Der Organismus der Cilioflagellaten. Morphologisches Jahrbuch Bd VII, 1881.

— Neue Untersuchungen über Cilioflagellaten. Kosmos B^d I, 1884.

Brandt. Ueber die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. Mittheil. der Zool. Stat. Neapel. B^d IV. 1883.

Klebs. Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infuzorien. Untersuch. d. Bot. Instit. Tübingen I.

- Organisation und Bau der Peridineen, Biolog. Centralblatt 1885.
- Ein kleiner Beitrag zur Kenntniss der Peridineen. Botan. Zeitung 1884.

Iмног, O.-E. Resultate meiner Studien über die pelagische Fauna der Süsswasserbecken der Schweiz. Zeitschrift für wiss. Zool. В^d 40.

Blanc. Note sur le Ceratium Hirundinella. Bull. Soc. Vaud. des Sciences Nat., vol. 20, 1884. Gourret. Sur les Péridiniens du golfe de Marseille. Annales du Musée d'hist. nat. de Marseille. 1883, tome I.

Pouchet. Contributions à l'histoire des Cilio-flagellés. Journal de l'Anat. 1883.

 Nouvelles contributions à l'histoire des Péridiniens marins. Journal de l'Anat. 1885.
 Schütt. Ueber die Sporenbildung mariner Peridineen. Berichte der deutschen botan. Gesells' Nov. 1887.

INTRODUCTION

Parmi les organismes inférieurs pour lesquels Hæckel a créé l'ordre des Protistes se trouvent les Flagellates, que quelques auteurs, Stein entre autres, font rentrer dans l'ordre des Infusoires, tandis que d'autres les considèrent comme de véritables algues. Pour la plupart des Flagellates, il semble néanmoins que l'on est arrivé à une certaine entente, et que la place que leur ont ouverte les botanistes dans leur domaine est bien celle qui leur convient; van Tieghem, dans son traité de botanique, fait rentrer, par exemple, les Volvocinées, qui sont bien de vrais Flagellates, dans l'ordre des Chlorophycées, famille des Cénobiées. Mais il ne dit pas un mot, non plus que la plupart des botanistes, des Cilio-Flagellés, et beaucoup de botanistes, tout autant que de zoologistes, considèrent les Péridiniens, qui en constituent une des principales familles, comme des Infusoires.

Ehrenberg a figuré, dans son magnifique ouvrage sur les Infusoires, des Peridinium et des Ceratium, mais il n'en dit rien que de très général, et les moyens dont il disposait ne lui ont pas permis de les étudier dans leurs détails; Claparède et Lachmann (1) sont à peine plus excessifs, et la plupart des détails leur ont échappé; la structure, entre autres, de la cuirasse, leur est inconnue. Perty, dans un volume publié à Berne en 1852 (2), a donné, avec des figures très insuffisantes, une description excellente pour le temps des Ceratium cornutum et Cer. macroceros, qu'il a tous deux trouvés en Suisse, et sur lesquels il a fait de bonnes observations. Stein, dans son grand et bel ouvrage « Der Organismus der Infusionsthierchen », a consacré, en 1878, un volume tout entier aux Flagellates, et, en 1883, a donné un second volume traitant des Cilio-Flagellés; il leur consacre un bon nombre de planches, les seules un peu complètes qui aient paru jusqu'ici sur cette famille, mais, au moins pour ce qui concerne le genre Ceratium, elles ne sont pas d'une

⁽¹⁾ CLAPARÈDE et LACHMANN. Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. 1858-61.

⁽²⁾ Perty. Zur Kenntniss kleinster Lebensformen.

exactitude suffisante. Bergh, en 1881, a publié dans le « Morphologisches Jahrbuch » (vol. VII), de nouvelles et sérieuses considérations sur ces organismes, qu'il considère comme des algues.

A la fin de mai de l'année dernière (1887), époque où, après une absence de quatre mois, je me suis trouvé de retour à Genève, j'ai récolté dans les pêches microscopiques que j'avais entreprises dans notre lac, un bon nombre d'échantillons du Ceratium macroceros de Schrank et Perty, et j'ai commencé à étudier dès cette époque cette belle espèce, la seule indiquée, à ma connaissance du moins, comme habitant notre lac; M. Forel cite, en effet, le Ceratium hirundinella, et n'en cite pas d'autre; il veut mentionner sans doute le Cer. hirundinella de Bergh, Cer. macroceros de Schrank et de Perty; ce dernier nom adopté également par Stein, et qu'il me semble devoir lui laisser (1). Mais j'ai pu m'assurer qu'il existait également dans notre lac le Cer. Cornutum, Clap. et Lachm., beaucoup plus rare chez nous que le précédent, et que j'ai trouvé à plusieurs reprises, mais toujours au fond sur la vase, jamais à la surface; c'est probablement pour cette raison que cette espèce sera restée jusqu'à présent inaperçue. Ces espèces, les seules d'eau douce connues jusqu'ici, existent donc toutes deux dans le lac de Genève.

Malgré le grand nombre d'exemplaires d'autres Péridiniens que j'ai eus sous les yeux, et dont on pourrait faire chez nous une bonne étude, j'ai cru devoir me borner à observer le genre Ceratium, qui n'est encore connu que par des descriptions très courtes et insuffisantes. Dès les premiers jours de juin jusque vers la fin de septembre, époque à laquelle il m'a fallu de nouveau quitter Genève, j'ai été presque journellement à la pêche, et des milliers d'individus ont passé sous mon microscope. Si je ne suis pas arrivé à tous les résultats que j'aurais voulu obtenir, je ne crois pas du moins avoir fait un travail inutile, et peut-être plusieurs de mes observations ne paraîtront-elles pas dénuées d'intérêt; je citerai en particulier celles qui ont trait aux différentes pièces du squelette, aux fonctions du Flagellum, à la reproduction par embryons internes et par fissiparité; cette dernière regardée comme irréalisable par Stein, et que j'ai vue se produire sous mes yeux sans qu'il pût y avoir aucun doute sur sa nature.

J'ajouterai que, pour des raisons que je donnerai dans la suite, ces recherches, que j'avais entreprises pour l'étude des Infusoires, m'ont conduit à envisager le genre Ceratium, de même que tous les Péridiniens, comme appartenant aux algues, et que je le traiterai comme tel.

⁽¹⁾ La nomenclature du genre Ceratium n'est pas claire; ainsi le *Cer. macroceros* de Schrank et Perty est le *Cer. hirundinella* de Bergh; le *Cer. Cornutum* de Clap. et Lachm. est le *Cer. hirundinella* de Dujardin, le *Peridinium cornutum* d'Ehrenberg.

Toutes mes observations et tous mes dessins ont été faits d'après le vivant, et sans chambre claire, car je n'en possède pas; d'ailleurs, on peut se demander si, pour les études sur le vivant, la chambre claire n'est pas le plus souvent d'une utilité contestable. J'aurais également pu arriver, pour certaines questions, à des résultats plus précis avec un microscope pourvu de lentilles plus fortes que le mien, avec lequel je ne puis obtenir qu'un grossissement maximum de 600 diamètres; mais je crois pouvoir assurer que ce que j'ai vu a été bien vu. Aucune de mes observations, sauf dans quelques cas que j'indique, n'a été unique, et la plupart ont été répétées des centaines de fois.



CERATIUM MACROCEROS. Schrank. Perty

Cer. hirundinella. Bergh

Cette espèce, la plus grande du genre (longueur $^4/_5$ millim.), se présente sous la forme d'un trapèze, dont l'un des angles serait prolongé en une longue corne droite; perpendiculairement à cette corne et un peu au delà de sa base se trouve le sillon transversal auquel les Cilio-Flagellés (1) doivent leur nom, et qui divise l'individu en

Plusieurs auteurs ont vu quelquefois deux cornes postérieures seulement, et c'est à des individus semblables que semble se rapporter le Ceratium reticulatum d'Imhof. J'ai cru longtemps à une variété de Ceratium macroceros à deux cornes postérieures, mais une observation plus attentive m'a convaincu que lorsqu'on ne voit que deux cornes, c'est que la troisième qui est toujours très petite, est cachée ou encore très peu développée; elle semble en effet se former après les autres, et d'autre part sa position même la rend souvent invisible.

deux parties. De l'autre côté de ce sillon se voit le reste du corps avec trois cornes inégales situées aux trois autres angles du trapèze supposé, et dirigées toutes plus ou moins dans un sens opposé à la grande corne antérieure.

Dans cette espèce (pl. I, fig. 1), toutes les cornes sont droites, ou quelquefois très légèrement arquées; la plus grande, celle qui est opposée aux trois autres, est tronquée à angle droit à son extrémité, et ouverte; elle est constamment en avant pendant la progression de l'individu, aussi pouvons-nous appeler, avec Stein et Perty, et en opposition avec Claparède et Lachmann, extrémité antérieure la partie de cette algue munie de la corne unique, tandis que l'autre partie située au delà du sillon transversal et portant les trois cornes, sera la partie postérieure. Nous pourrons de même distinguer une face dorsale et une face ventrale; en effet, vu de dessus (pl. I, fig. 2), notre Ceratium nous montre d'un côté une surface uniformément arrondie, qui, pendant la marche, se trouve, le plus généralement, quoique pas toujours, en haut, et que nous pouvons regarder comme le dos; tandis que le côté opposé est creusé d'une large échancrure comme emportée à la gouge, partant du tiers antérieur

⁽¹⁾ Il faut lire maintenant: Dino-Flagellés.

de l'individu et se prolongeant jusqu'à la limite postérieure de la masse du corps, et qui sera le *ventre*.

Sous un grossissement peu fort, le corps paraît teinté uniformément en vert, sauf à l'intérieur des cornes, où l'on ne remarque le plus souvent que du protoplasma incolore ou quelques gouttelettes d'huile. Au centre est un espace plus clair où se trouve le noyau, et par-ci par-là on voit des gouttelettes d'huile incolores et très réfringentes; généralement, au milieu de la partie postérieure ou juste derrière la ceinture, on remarque une tache rougeâtre, quelquefois plusieurs; à la base de la plus grande corne postérieure, et sur le côté ventral, se trouve une lacune allongée, allant de la ceinture à la base de la corne, nommée par la plupart des auteurs la bouche, et à laquelle nous conserverons ce nom, quoiqu'il n'y ait certainement pas là de vraie bouche. L'espace occupé par la bouche est d'une teinte plus claire, parce qu'il est complètement à nu, tandis que tout le reste du corps est revêlu d'une cuirasse formée de différentes pièces, et dont je donnerai plus loin la description. Enfin, de la base de cette ouverture part un fil qui peut atteindre la longueur de l'individu lui-même ou la dépasser, qui suit la rainure creusée pour la bouche, arrive au pied de la grande corne postérieure et s'étend en liberté jusqu'au delà des cornes; on regarde ordinairement cet appendice, ou Flagellum, comme l'organe principal de la locomotion; cette opinion est probablement exagérée, et les mouvements qui se produisent dans le sillon transversal (1) me semblent contribuer, comme nous le verrons plus tard, plus que le Flagellum, à la progression de l'organisme unicellulaire dont nous nous occupons.

Le Ceratium macroceros a été peu étudié jusqu'ici, en partie à cause de sa rareté. Stein l'a cherché très longtemps sans succès, et l'a enfin trouvé nombreux dans les étangs de Pechgrün, près Carlsbad. Il est probable que son abondance varie, comme celle de son voisin, le Cer. cornutum, avec les années et la température. En cette année 1887, je l'ai trouvé en très grandes quantités un peu partout, dans le lac; aux environs de Genève: au Port-Noir, au lieu dit la Pointe-à-la-Bise, à Genthod, au large, de la surface à 25 mètres de profondeur, partout j'en ai pu récolter; à 35 mètres de profondeur, je n'en ai pas trouvé un exemplaire vivant. Lorsque le lac est agité, cette espèce semble moins abondante à la surface, de même que par la pluie.

D'après les études récentes sur la faune pélagique des lacs alpins, septentrionaux et méridionaux, le Ceratium hirundinella (macroceros Schrank, Perty) a été spécialement reconnu

⁽¹⁾ Je disais précédemment : « Et les cils très fins qui garnissent le sillon », etc. On verra plus loin que je suis arrivé, dernièrement, à me ranger à l'opinion de Klebs, Bütschli, etc., qui ne croient plus à l'existence d'une couronne ciliée.

comme forme pélagique; c'est ce qu'ont démontré les recherches d'Imhof, Pavesi et Blanc. Mais aussi dans l'Inde le même Ceratium a été observé dans les lacs de Kumaon (Himalaya), de 4 à 6000 pieds au-dessus du niveau de la mer, et en si grand nombre que l'eau en était colorée en brun (1).

Si l'on se rappelle que toute la flore alpine en général (et, soit dit en passant, je serais même porté à n'en pas excepter les espèces dites autochthones) nous est venue du nord, et surtout du nord-est, à l'époque glaciaire, et qu'elle est parente de celle de la chaîne de l'Inde, on ne peut s'empêcher de songer à une migration semblable pour expliquer la présence du Ceratium macroceros dans l'Himalaya comme en Suisse.

Ehrenberg a parlé de Ceratium marins phosphorescents pendant la nuit; il n'y a sans doute là rien d'impossible, et le fait est bien prouvé pour d'autres Péridiniens. Quant aux deux Ceratium de notre lac, je n'ai pas pu observer chez eux de phénomène lumineux.

On le trouve nageant en compagnie de plusieurs espèces de Péridiniens, de Volvocinées, de Diatomées de toutes sortes, de Rotifères d'espèces variées, quelquefois de Spongilles ou de pétits Crustacés.

Cette espèce se conserve mal; il ne m'a guère été possible d'en garder des exemplaires vivants plus de trois jours dans mes bocaux, tandis que le Cer. cornutum tient bon plus d'une semaine. Lorsque l'organisme meurt, les différentes pièces du squelette partent en se résorbant peu à peu, tandis que le contenu reste verdâtre encore quelque temps et finit par devenir la proie des Infusoires; très souvent, on trouve des squelettes entiers, mais qui proviennent probablement, dans de nombreux cas, d'individus dont le contenu est parti spontanément par la bouche pour l'enkystement et la formation d'individus nouveaux.

J'ai souvent rencontré une variété particulière du Ceratium macroceros, qui diffère de l'espèce type en ce que les cornes, plus gonflées à leur base, sont aussi plus courtes et plus transparentes; le corps lui-même est plus trapu; on en trouve environ deux pour dix individus ordinaires; je ne crois pas qu'il n'y ait là qu'une différence d'âge, car, de juin à septembre, j'ai pu observer les mêmes rapports de nombre et d'apparence entre ces deux formes.

La figure 13 de la planche I représente un de ces individus. Hensen a remarqué (über die Bestimmung des Planktons, Kiel 1887) que, dans différentes saisons, les individus de la même espèce affectent une grandeur différente; c'est même là-dessus en partie que Schütt se fonde pour prouver qu'il doit y avoir chez les Ceratium une reproduction analogue à celle des Péridiniens sans cornes, c'est-à-dire par « auxospores » (voir plus loin l'article « rénovation totale »). Je dois ajouter que mes observations concordent avec celles de

⁽¹⁾ Bütschli. Protozoaires.

Blanc pour reconnaître la présence de plusieurs formes de Ceratium. On pourrait même en faire une série qui présenterait tous les degrés intermédiaires entre ¡des exemplaires à cornes courtes et peu écartées les unes des autres, la plus petite des trois postérieures étant presque nulle, et des individus à cornes très longues, excessivement écartées, de sorte qu'en joignant par une ligne imaginaire les extrémités des trois cornes principales (l'antérieure et les deux grandes postérieures), on aurait la figure d'un triangle équilatéral. Mais il faut probablement considérer ces formes comme représentant différentes époques de la vie d'un même individu. Quant à la forme représentée par la figure 13, planche I, elle est certainement de beaucoup la plus fréquente, ce qui m'avait empêché de la regarder comme un état jeune.

LE SQUELETTE (CUIRASSE)

Le corps unicellulaire du Ceratium est revêtu d'une enveloppe protectrice à laquelle on peut donner le nom de cuirasse ou de squelette; cette enveloppe est formée de cellulose, c'est-à-dire est de même nature que celle de la plupart des cellules végétales; elle en présente toutes les réactions chimiques, comme le décrit en détail Bergh, qui les a étudiées avec beaucoup de soin (1); l'iode la teint en jaune, et elle se colore en bleu violacé par l'addition à l'iode d'acide sulfurique. Ce dernier acide concentré la dissout également en totalité, mais non sans une certaine lenteur, qui montrerait à elle seule que la cellulose y est très compacte.

Cette enveloppe cellulosique n'est pas simple et unie, mais consiste en un certain nombre de pièces, quatorze en tout, bien différentes les unes des autres, et assez constantes pour que Stein les regarde comme un bon caractère spécifique; Bergh ne croit pas qu'il existe là de véritables pièces, mais que des lignes de plus grande épaisseur courant sur le squelette donnent lieu à une illusion de la part de l'observateur. C'est là cependant certainement une erreur, car non seulement les lignes de jonction sont bien visibles sur le vivant et sur les squelettes vides que l'on trouve nombreux, ou bien encore lors de la division volontaire du corps en deux parties; mais il arrive très souvent, surtout sous l'influence des réactifs, de voir ces pièces se détacher les unes des autres aux points de suture. En somme, l'étude du squelette, quoique longue et difficile, montre leur existence à n'en pas

⁽¹⁾ La nature cellulosique de la cuirasse a été découverte par Warming (Videnks. meddels. f. d. nat. For i. Kjöbenhavn, 1875).

douter, ainsi que la constance générale de leurs formes et de leur position relatives.

Stein a étudié le squelette des Ceratium avec beaucoup de soin, quoiqu'il n'en ait pas donné une description détaillée, et mes observations concordent avec les siennes pour ce qui concerne la partie antérieure de cet organisme; quant à la partie postérieure, je la crois différente en réalité de ce qu'indique ce savant, qui, du reste, manque ici quelque peu de clarté. Les figures que donne Stein, quoique grandes et belles, ne sont pas d'ailleurs bien exactes; son Cer. macroceros est représenté si différent de tout ce que j'ai pu voir, que je n'hésiterais pas à faire de celui de notre lac une variété fort distincte, une espèce même, si la description de l'auteur ne me portait à croire que nous avons affaire au même organisme. En effet, dans les gravures de Stein, les trois cornes de l'arrière sont trop effilées et beaucoup trop rapprochées les unes des autres; le corps est trop mince, la bouche semble n'être pas comprise, et l'extrémité antérieure tout entière, à partir de la ceinture, a la forme d'une simple et large corne, diminuant graduellement et avec une légère concavité de la base au sommet, tandis qu'en réalité cette partie antérieure ressemblerait plutôt à ces entonnoirs très évasés, se rétrécissant brusquement et terminés en un tube cylindrique que l'on emploie pour transvaser le vin: les différentes pièces offrent aussi trop de lignes droites dans leurs contours (1). Il est d'ailleurs possible que ces erreurs proviennent du dessinateur, qui n'aura pas eu sous les yeux les exemplaires vivants ou les préparations mêmes des individus qu'il devait représenter, et l'on sait combien, dans ces cas-là, l'exactitude est rendue difficile (2).

L'enveloppe squelettique tout entière est chez presque tous les auteurs, à s'en rapporter du moins aux figures, censée représenter une sorte de membrane lisse percée de trous comme faits à l'emporte-pièce, tandis que la comparaison avec le filet qui recouvre un aérostat serait beaucoup plus exacte; mais les mailles de ce filet sont épaisses, très serrées, et l'espace aérolaire qu'elles laissent entre elles, généralement polygonal, peut affecter toutes les formes possibles; il n'y a d'ailleurs pas là de véritable espace vide, comme il le semble à première vue et comme je l'ai cru quelque temps, mais une membrane cellulosique très fine, dont les mailles ellesmêmes du filet ne sont qu'un fort épaississement.

Bergh avance que les espaces aréolaires des Péridiniens renferment de véritables pores, et se base soit sur des coupes microscopiques, soit sur le fait que lorsqu'on teint la

⁽¹⁾ Stein représente également les épaississements du squelette aux points de réunion des mailles comme terminés par une soie raide; ces épaississements sont en réalité terminés par des dents courtes et peu acérées.

⁽²⁾ Cette phrase de mon mémoire primitif est peut-être de trop.

membrane par l'iode les pores restent incolores. Cependant les expériences de Bergh ne me paraissent pas encore tout à fait décisives; la membrane intérieure aux mailles est excessivement fine, et le centre de la maille est toujours brillant, de sorte qu'il peut être coloré sans que l'observateur voie distinctement la couleur. Lorsque la coloration est très forte (beaucoup d'iode), j'ai toujours vu la cuirasse former une large figure noire sur tous ses points. D'autre part, si l'on introduit sous la lamelle une dissolution de carmin, la couleur est souvent très lente à pénétrer à l'intérieur du corps de l'algue, ce qui ne serait, semble-t-il, pas le cas s'il y avait porosité réelle. Quant aux coupes microscopiques, elles pourraient donner une preuve plus concluante; mais vu la petitesse de l'individu, la finesse extrême de la membrane en question, et le fait que les préparations ont dû au préalable subir toute une série de transformations chimiques ou physiques, elles ne sont pas encore absolument convaincantes.

Bütschli se prononce pourtant aussi pour l'existence de pores, qui se trouveraient même dans certaines espèces aux points de jonction des mailles.

Je passe maintenant à la description des différentes pièces qui composent le squelette.

Ce dernier (pl. II) est, comme on le sait, divisé en deux parties principales par le sillon transversal, que j'appellerai la ceinture, limitant la partie antérieure et la partie postérieure. Cette ceinture n'est pas un simple espace laissé à nu entre les pièces de la cuirasse, mais elle est formée elle-même d'un ruban cellulosique (pl. II, fig. H) partant du côté ventral à la base de la bouche, passant au dos et le traversant dans toute sa largeur, et revenant se terminer au ventre par un contour un peu oblique fait autour de la base de la corne droite C^3 ; mais ses deux extrémités, loin de se rejoindre, sont séparées par une pièce E, qui n'appartient en propre ni à la partie antérieure ni à la partie postérieure de la cuirasse, et qui interrompt le trajet du sillon transversal. On voit donc que cette ceinture n'est pas fermée, mais qu'elle fait trois quarts de tour seulement.

Elle est formée de cellulose beaucoup plus fine que les autres pièces, sauf sur ses contours, où elle est parcourue par une bordure marginale dentelée et plus épaisse.

Bütschli ne parle pas de cette pièce, non plus que d'autres auteurs; cependant plusieurs l'ont dessinée comme faisant partie des pièces adjacentes. Je l'ai vue plusieurs fois complètement séparée, comme dans la figure 5, planche II. Mais elle est toujours, il est vrai, excessivement fine, et reste en général plus solidement liée aux basales antérieures qu'aux pièces correspondantes postérieures. Elle se rapproche peut-être par sa nature des bandes que Bütschli appelle *Intercalarzonen* ou *Intercalarstreifen*, qui se forment entre certaines plaques et indiqueraient les zones d'agrandissement de la surface.

La ceinture est également ornée de cannelures ou de stries transversales très régulières, difficilement visibles, sauf dans des circonstances exceptionnelles.

Nous avons vu que la ceinture venait à la partie ventrale butter contre les deux côtés d'une pièce médiane E. Stein appelle cette pièce Mundplatte ou Plaque buccale, mais la dénomination de Plaque ventrale lui conviendrait mieux, car bien que près de la bouche, elle n'a rien à faire avec elle; je l'appellerai cependant plutôt l'Ecusson, à cause de sa grande ressemblance avec cet objet.

L'écusson, lui aussi, est formé quelque peu différemment des autres plaques; les ponctuations ou espaces aréolaires dont il est percé y sont allongées et disposées avec une certaine symétrie en lignes dirigées suivant le grand axe de l'individu; ses rebords sont épaissis surtout au pourtour de la bouche; il est plus mince et plus transparent que les autres pièces, et, comme il ferme et protège toute la concavité ventrale du Ceratium, il présente également une face concave et une face convexe, qui le font d'autant plus ressembler à un véritable bouclier.

L'écusson est borné à gauche (1) par une très petite *pièce buccale G*, à rebords épais et à membrane intérieure très mince, qui ferme une partie de la bouche, et semble être elle-même une continuation de la ceinture, faisant avec elle un angle droit; cette pièce disparaît facilement et manque quelquefois.

Du côté frontal de notre algue, nous trouvons maintenant trois pièces, B^1 , B^2 , B^3 ; ce sont les Basales antérieures qui bordent la ceinture; la pièce B^3 est tout entière dorsale, les deux autres B^1 et B^2 , très recourbées, sont dorsales par un de leurs côtés, ventrales par l'autre, à l'endroit où, après avoir contourné le corps, elles viennent rejoindre l'écusson. Ces pièces, quoique présentant toutes trois, si on les suppose développées à plat, une forme générale se rapprochant de celle d'un triangle à côtés arrondis, sont quelque peu dissemblables entre elles.

Enfin, l'extrémité antérieure est terminée par trois pièces, A^4 , A^2 , A^3 , les Frontales, qui, par leurs bases élargies, s'engrènent avec les Basales, puis se replient en canal sur leurs côtés, et, en se rejoignant, forment l'unique corne antérieure, ouverte à l'extrémité.

Passant maintenant à la partie postérieure du corps, nous trouvons trois pièces, C^1 , C^2 , C^3 , portant chacune une corne; C^4 est la *Grande corne*; sa base repose sur la pièce C^2 , surmontée d'une corne toujours plus petite que les deux autres, et quelquefois même à peine plus longue que large, mais existant toujours, bien que l'on ait dit le contraire; ces deux pièces, C^4 et C^2 , bornent d'un côté la bouche, contournent la partie inférieure du corps le long de la ceinture, et viennent sur la face dorsale s'appuyer aux pièces D et F. C^3 , la C orne M moyenne, a sa base appuyée à la ceinture; une seconde ligne limitante borne d'abord l'extrémité ventrale droite de

⁽¹⁾ Sur ma planche II, cette plaque est à droite, l'individu étant vu de ventre; cette remarque s'applique également à plusieurs autres pièces.

cette ceinture, contourne la face postérieure et va, en longeant les pièces D et F, rejoindre de nouveau la ceinture sur le dos du Ceratium.

Il ne nous reste donc plus à examiner que les pièces D et F; D partant de l'écusson, et par une courbure brusque passant du ventre au dos, de manière à ressembler à une selle, et F tout à fait dorsale, bordant à sa base la ligne postérieure de la ceinture.

Ces onze dernières pièces présentent la même structure générale et des espaces aréolaires de même forme assez inégaux, sauf le long des sutures et surtout au bord de la ceinture, où ils sont plus réguliers. Les cornes postérieures sont dentées en scie, avec dents regardant l'extrémité des cornes; la corne antérieure est simplement crénelée.

J'ajouterai que les cornes postérieures présentent quelquefois aussi, pendant l'action des dissolvants, des apparences de sutures, qui les montrent formées de plusieurs parties; mais, sur le vivant, cela ne se voit jamais.

Ainsi constitué, le squelette forme donc un tout solide et pourtant doué d'une certaine souplesse, qui constitue un moyen de protection fort efficace pour le corps tout entier de l'algue.

Les différentes pièces se relient les unes aux autres par un engrenage de petites dents, et sont probablement aussi dans une sorte de continuité relative par gélification de la membrane cellulosique sur les points de contact; il est très probable qu'à l'origine, le revêtement tout entier consistait en une seule couche gélifiée qui, dans la suite, se durcit partout, sauf aux points de contact des différentes pièces.

LE CONTENU CELLULAIRE

Une étude attentive de tout le contenu du squelette cellulosique montre que le corps entier du Ceratium peut être comparé à celui d'une cellule végétale, et plus particulièrement d'une algue unicellulaire. On y trouve la membrane ou utricule primordial, le suc cellulaire, le protoplasma plus dense, le noyau et les grains de chlorophylle, avec d'autres produits plus exceptionnels, comme les leucites brillants, les taches brunes et les gouttelettes de graisse. Ces divers éléments, pour la plupart cachés à la vue ou obscurcis les uns par les autres sur l'individu vivant et intact, sont rendus facilement visibles tour à tour lorsque, par une légère pression de la

lamelle sur le porte-objet, pression produite par un petit morceau de papier buvard et que l'on peut régler à volonté, le contenu cellulaire sort peu à peu par la fenêtre nue appelée la bouche, et se répand au dehors (pl. I, fig. 5); souvent aussi, lorsque la pression est un peu forte, les bords de la ceinture se disloquent et le contenu cellulaire s'épanche au dehors par l'espace laissé à nu.

LA MEMBRANE PROTOPLASMIQUE

Lorsque la pression exercée sur le squelette commence à se faire sentir, on voit peu à peu le contenu cellulaire se répandre comme nous l'avons dit, renfermé dans une bulle qui devient de plus en plus volumineuse et finit par égaler à peu près la grandeur du corps de l'algue; cette bulle est limitée par une membrane hyaline (m, pl. I, fig. 5) très fine, mais excessivement tenace, plus réfringente que le reste, que l'on devine en général plutôt qu'on ne la voit, mais qui devient visible lorsque, comme cela finit par arriver sous une trop forte distension, la bulle éclate et que le liquide cellulaire fait vivement irruption par la déchirure; la membrane protoplasmique reste alors visible un instant, puis se rétracte peu à peu et disparaît. Il peut arriver que la bulle vienne à se diviser, et que chaque portion, recouverte d'une pareille couche hyaline, forme ainsi une petite sphère pleine de liquide, souvent avec granulations intérieures animées de mouvements (leucites) qui sont entraînées au loin. D'ailleurs, le Ceratium, en apparence parfaitement sain et non comprimé, peut, de lui-même, laisser échapper de ces bulles, comme je le lui ai vu faire souvent, et semble ainsi se débarrasser du trop-plein cellulaire; mais ces petites sphères, qui s'échappent, soit par la bouche, soit par l'extrémité de la corne frontale (pl. I, fig. 5), qui est, comme nous l'avons vu, ouverte, ne contiennent jamais ni protoplasma épais, ni granules verts.

Quoi qu'il en soit, cette membrane hyaline revêt le corps tout entier, et pénètre jusqu'à l'extrémité des bras, où on la voit même sur le vivant, à cause de la tendance qu'elle a à s'y plisser; quelquefois aussi on remarque des individus blessés qui ont perdu une corne et traînent après eux cette membrane protoplasmique encore attachée au corps.

SUC CELLULAIRE

Le suc cellulaire, qui, sans doute, est distribué assez régulièrement dans l'intérieur du corps, apparaît le premier derrière la membrane hyaline à cause de

sa grande liquidité qui le chasse en avant lorsque l'algue est comprimée; il est très limpide et parfaitement transparent.

Très souvent on remarque dans son intérieur des centaines de granulations (l, pl. I, fig. 5), toujours très petites, mais pourtant de grandeur variable, jusqu'à atteindre le volume d'une bactérie ordinaire (Bacterium termo); à la fin de l'été, je les ai presque toujours trouvées beaucoup plus grosses qu'au printemps. Ces granulations, suivant leur distance de l'objectif, sont ou bien incolores et brillantes, ou bien présentent une teinte rose; elles sont animées de mouvements browniens extrêmement vifs, courant dans toutes les directions, frappant à gauche et à droite et revenant en arrière, et tournoyant en même temps dans tous les sens, rappelant, en somme, les anthérozoïdes des algues; leur forme est un peu allongée, pointue aux deux bouts; souvent elles sont doubles ou en train de se diviser. Nous avons là, sans doute, affaire à des leucites, qui ne sont que des portions déterminées et différenciées du protoplasma, destinées à coopérer à la formation des grains d'amidon (1).

Dans les cellules végétales, les leucites ne se trouvent jamais, paraît-il, que dans l'intérieur du protoplasma et pas dans le suc cellulaire; mais il est possible que la compression les ait fait ici s'échapper dans ce liquide, où ils ne devraient normalement pas se trouver. D'ailleurs, sur des individus non comprimés, je les ai toujours vus au milieu du protoplasma, et sans mouvement.

Chose curieuse, ces leucites se meuvent beaucoup plus lentement dans l'eau que dans le suc cellulaire, ce qui semblerait infirmer les observations de M. Stanley Jevons, qui a constaté que les particules en suspension dans l'eau pure offrent des mouvements plus rapides que dans tout autre liquide.

On sait que les leucites sont fréquents dans la plupart des végétaux; dans certaines diatomées, j'en ai rencontré souvent de semblables à ceux du Ceratium, et se mouvant de la même manière.

En même temps que le suc cellulaire, on voit souvent apparaître des vacuoles, qui, lorsqu'il y en a plusieurs, se rangent les unes à côté des autres comme des bulles de savon agglomérées ensemble; ce fait se voit également souvent dans les cellules végétales ordinaires.

Faut-il admettre avec Stein que le Ceratium possède une vésicule pulsatile? C'est probable, mais sur le vivant, après en avoir cherché inutilement sur des centaines d'individus, je crois pouvoir assurer qu'elle n'est pas visible, et que ce que l'on pourrait par-ci par-là prendre pour une vésicule pulsatile, est une goutte d'huile ou une vacuole dans le genre de celles citées plus haut.

⁽¹⁾ VAN TIEGHEM. Traîté de Botanique.

Cependant, il m'est arrivé souvent de constater, au milieu du protoplasma, ou des corpuscules chlorophylliens expulsés au dehors, et avant que la membrane protoplasmique eût éclaté, une vacuole très réfringente, qui peut diminuer ou augmenter de volume, changer de forme et s'allonger lorsqu'elle est poussée au milieu des corpuscules chlorophylliens qui la compriment au passage; elle m'a semblé quelquefois sujette à de brusques contractions, de sorte que nous pourrions bien avoir à admettre ici l'existence d'une véritable vésicule contractile.

PROTOPLASMA. GOUTTES D'HUILE. CHLOROPHYLLE

Après le suc cellulaire, et toujours nettement différencié de lui dans ses contours, on voit apparaître un *protoplasma* (p) plus épais, grisâtre, et en quantité peu considérable relativement au reste du contenu cellulaire; ce protoplasma peut se trouver dans toutes les parties de l'individu, jusqu'au haut des cornes; il est granulé, quelquefois arrondi en petites sphères, et ne présente d'ailleurs rien de particulier à observer.

Les corpuscules chlorophylliens (g) se présentent maintenant; ce sont de petites boulettes protoplasmiques imprégnées de matière verte, avec une partie plus claire au centre, sans doute un grain d'amidon; ces corpuscules, qu'il est impossible de confondre avec des algues parasites comme on l'a fait dans la description de certains animaux, se trouvent en plus ou moins grand nombre et varient un peu dans leur teinte; je les ai généralement vus d'autant plus nombreux et d'un vert d'autant plus foncé que la saison était moins avancée; à la fin de l'été, la proportion est grande des exemplaires de Ceratium, où la teinte générale de l'algue paraît jaunâtre ou même presque incolore; cela vient soit de l'époque avancée de l'année, soit de ce que, comme nous le verrons plus tard, une bonne partie du contenu cellulaire, et particulièrement de la chlorophylle, se concentre au printemps et en été dans les embryons internes qui quittent le corps de la mère et le laissent plus ou moins à vide.

D'après Bütschli, les Dino-Flagellés renferment généralement des chromatophores rubanés ou de formes diverses, rappelant ceux de beaucoup d'algues et des diatomées, ou bien ils se présentent souvent aussi sous forme de disques petits et nombreux, même de petites sphères. Quant à la couleur des chromatophores, elle varie dans les formes marines du jaune au brun, dans les formes d'eau douce du jaune au vert pur.

Il m'est souvent arrive de voir des amas de matières vertes si compacts que les corpuscules arrondis n'étaient pas visibles un à un, mais lorsque cette matière s'est échappée au dehors, j'ai toujours pu voir de petites sphères séparées.

Quelques auteurs parlent de globules jaunes et de globules verts existant en même temps dans le corps du Ceratium; les premiers devraient leur coloration à la diatomine (Bergh), et les seconds à la chlorophylle. Sans être fixé sur la composition chimique de la matière colorante, je crois que le vert passe au jaune dans un même globule, et suivant l'âge de l'individu; dans les diatomées d'eau douce, on peut d'ailleurs tout aussi bien voir des exemplaires de la même espèce verts ou jaunes.

Dans le Ceratium macroceros, la chlorophylle ne pénètre pas profondément dans les cornes, tandis qu'elle remplit complètement celles du Cer. cornutum.

Les gouttelettes d'huile (h), généralement hyalines et très réfringentes, quelquefois rosées, existent également en plus ou moins grand nombre; tantôt l'on n'en voit que quelques-unes, tantôt elles s'accumulent en grand nombre dans les cornes ou sur les pourtours intérieurs de la cellule; elles sont ordinairement petites, de la grosseur des grains de chlorophylle, mais peuvent atteindre anormalement à une forte grandeur.

Le noyau (pl. III, fig. 8) a une apparence tout à fait caractéristique et permet de reconnaître à première vue, par exemple dans un embryon nageant, que l'on a affaire à un Péridinien plutôt qu'à tout autre organisme. Déjà sur un Ceratium intact et vivant, on le reconnaît comme une large tache grise invariablement située sur le milieu du corps, où il occupe la partie resserrée entre le ventre et le dos. Mais la cuirasse extérieure empêche d'en distinguer tous les détails. Lors de la compression de l'algue, il sort assez facilement au dehors, s'allongeant considérablement pour passer la fenêtre buccale (fig. 8 γ), et reprenant ensuite sa forme ordinaire. Il est le plus souvent ovale, quelquefois en forme de cœur, tout recouvert de granulations qui font ressembler sa surface à celle d'un dé à coudre; ces granulations, toujours resserrées, sont souvent alignées avec un certain ordre, et cela probablement d'autant plus que le noyau est plus près de se diviser. Dans quelques occasions, je l'ai vu recourbé ou lobé d'une façon irrégulière (fig. 8 δ), comme s'il voulait se fragmenter à la manière des noyaux des Chara.

La figure 9, planche III, représente deux jeunes noyaux de *Peridinium* au moment où l'individu-mère se segmente en deux par fissiparité; cette scission n'est pas encore terminée, mais les deux noyaux sont déjà complètement séparés. (Dans cet exemplaire, les pièces du squelette avaient subi une compression et étaient parties ou écartées de leur place normale, aussi n'en ai-je pas fait au dessin complet). On peut remarquer dans cette figure que les granulations de chacun des noyaux se rassemblent en étoile autour d'un centre plus clair, qui ne peut guère être qu'un nucléole.

A propos du noyau, je trouve dans Bütschli les lignes suivantes: « Il serait d'un « grand intérêt, à cause de la structure intéressante des noyaux, de connaître quelque chose « de leurs phénomènes de division, mais malheureusement nous n'en savons encore rien. « Le peu qui en est connu rend vraisemblable que la division se fait comme dans le noyau

- « principal des Infusoires. Dans le Polykritos, du moins, Bütschli a observé des noyaux en
- « forme de biscuit et en cours de division, et Stein figure également de semblables états de
- « Péridiniens enkystés. Enfin, Blanc a décrit d'une manière semblable la division du noyau
- « du Cer. Hirundinella lors de la multiplication de ce Dino-Flagellé à l'état mobile. Avant
- « le commencement de la division, le nucléole généralement présent devient double,
- « probablement par division, et les deux nouveaux nucléoles vont occuper les centres des
- « deux segments du noyau en division. Blanc doute que la structure du noyau subisse lors
- « de la division des changements quelconques; mais comme ses observations sur ce
- « point-là ne sont pas très approfondies, je crois possible que, lors de la division, il se passe
- « ici aussi certains changements dans cette structure. »

Le noyau est grisâtre, entouré d'une couche très fine, tenace et élastique de protoplasma, qui lui permet de conserver sa forme, alors qu'autour de lui tout est défiguré.

Il est très rare, sans doute à cause de ses grosses granulations qui en cachent l'intérieur, d'y voir quelque chose qui ressemble à un nucléole; mais dans quelques cas, surtout sous l'influence de l'acide acétique, j'ai vu une petite portion arrondie de la substance du noyau trancher sur le reste, de manière à rendre très probable l'existence d'un nucléole. Il arrive souvent, il est vrai, que l'on y voit toute l'apparence d'un nucléole, occasionné par une tache de graisse ou un grain protoplasmique placés au-dessous de lui et vus par transparence; mais, avec l'habitude, on ne s'y laisse plus tromper.

« A l'intérieur du noyau se trouvent parfois, quoique pas précisément souvent, de « petites inclusions en forme de nucléole; souvent, par exemple, chez les Cer. Tripos et « Hirundinella (d'après Blanc ordinairement), Peridinium divergens, de même d'après Stein « chez le Blepharocysta et occasionnellement chez le Diphopsalis. Pouchet et Gourret « mentionnent également la présence de nucléoles semblables. Lorsque j'ai examiné avec « soin ces mucléoles (Peridinium divergens et Cer. tripos), ils possédaient également une « structure finement réticulée, c'est-à-dire sans doute semblable à celle du noyau proprement « dit, dont ils se distinguaient néanmoins par une séparation nettement tranchée. » (Bütschli. Protozoaires.)

Ce noyau est fixé dans l'intérieur de la cellule par des bandelettes de protoplasma qui traversent le suc cellulaire du centre, c'est-à-dire du noyau, à la circonférence, et vont rejoindre la membrane protoplasmique externe; sur le Ceratium, il est vrai, je n'ai jamais observé ces rayons protoplasmiques, mais je les ai vus d'une manière très distincte, et qui ne pouvait faire l'objet d'aucun doute, sur un Peridinium dont les pièces s'échappaient en mettant à nu l'intérieur, et pour qui connaît les rapports qui existent entre les Peridinium et les Ceratium, rapports si frappants que les différences ne se réduisent guère qu'à une affaire de squelette,

ce rapprochement suffira pour faire adopter pour le Ceratium un mode semblable de fixation du noyau.

La figure 10, planche III, représente ce Peridinium. Aucun auteur ne parle de ce mode de fixation du noyau, qui pourtant aurait une grande importance; mais je l'ai vu très clairement, et il est probable que si mon attention avait été un peu plus attirée sur le genre Peridinium, je l'aurais retrouvé plusieurs fois, car ce genre se prête beaucoup mieux par sa forme à une observation de cette nature.

LA TACHE BRUNE

Il me reste à parler d'un élément du contenu cellulaire qui ne manque que rarement, et sur les fonctions duquel je n'ai pas pu obtenir un éclaircissement suffisant; je veux parler de la *tache brune* (pl. I, fig. 15) que l'on trouve généralement sur la ligne médiane du corps, à la hauteur du sillon transversal, ou un peu en arrière entre les cornes postérieures.

Cette tache est de même nature que le « stigma », « Augenfleck », des Flagellates. Bergh et Klebs n'en parlent guère, ce dernier en nie même la présence. Cependant elle est connue chez quelques dinifères, où elle occupe une position déterminée dans le corps.

Il est curieux que cette tache soit assez peu connue pour avoir été même niée. Pourtant, dans le courant de l'été, les individus de mon Ceratium où elle manquait étaient positivement rares. Peut-être y a-t-il encore là un phénomène dépendant de l'année ou de la localité. Blanc les a vus et figurés dans le Cer. macroceros également; il les considère avec Bergh comme étant de nature huileuse; on verra que j'en étais arrivé à cette même conclusion.

Ce n'est pas, d'ailleurs, une simple tache, mais une petite sphère formée d'une agglomération, ou mieux d'un entortillement de granulations rougeâtres, et entourée d'une membrane hyaline; cette membrane peut être plus ou moins épaisse et plus ou moins perméable aux réactifs; il arrive souvent que l'acide acétique, par exemple, la traverse très vite, et alors tout le contenu se décolore sur-le-champ et s'émiette en fragments qui disparaissent entraînés par le courant que le passage de l'acide occasionne; d'autres fois l'action du réactif est très lente, et l'intérieur peut se décolorer très lentement, tandis que la membrane extérieure subsiste tout entière; la même chose se voit avec le carmin, qui peut colorer très vite en rose cette membrane ou ne pas la traverser de longtemps. Il faut donc reconnaître là une membrane plus ou moins jeune et dure, plus ou moins cellulosique peut-être, tout comme dans ce que nous verrons chez les bourgeons reproducteurs internes, que nous étudierons plus loin.

Cette tache n'est pas toujours présente; quelquefois, mais rarement, au milieu de l'année, et assez souvent en automne, elle n'existe pas du tout. Plus souvent il y en a deux, trois et même plus; en automne, elles sont beaucoup moins colorées, passant généralement à un brun très pâle, et semblent même perdre leur membrane et se résorber; ou bien les contours de la membrane peuvent subsister tout seuls, et le contenu est vide ou ne renferme qu'un petit nombre de points bruns brillants.

Dans sa formation primitive, cette sphère brune semble, si j'ai bien observé, résulter d'un rapprochement de petits globules de graisse colorés en rouge; mais je n'ai pu faire à cet égard que quelques observations peu décisives; en tout cas, ces globules gras perdraient plus tard beaucoup de leur réfringence et se durciraient peu à peu.

- « Comme chez les Euglènes, le stigmate (du *Glenodinium cinctum*) est composé de « nombreuses petites sphères ou de petits grains, qui se séparent facilement les uns des
- « autres. Leur réaction avec l'iode comme avec l'acide sulfurique concorde avec celle des
- « Flagellates, et nous donne la preuve que la substance colorante est ici aussi l'hémato-
- « chrome. » (Bütschli. Protozoaires.)

Quant aux fonctions de ces sphères brunes, qui probablement correspondent à la tache rouge des Flagellates, je n'ai pas pu arriver à les reconnaître; peut-être serviraient-elles à entretenir l'individu dans une certaine activité en rapport avec le plus ou moins de lumière incidente, ces parties étant affectées d'une manière particulière par les rayons rouges du spectre solaire, qui, comme on le sait, pénètrent le plus directement dans les eaux. Peut-être aussi ont-elles quelque rapport avec la reproduction de l'espèce, comme les sphères brunes des Volvocinées ? C'est un point que j'ai essayé d'éclaircir, mais qui ne m'a pas donné de résultats sérieux, et qui m'a plutôt conduit à une négation de cette dernière alternative.

Pour terminer ce qui a rapport au contenu cellulaire, il me faut dire encore quelques mots des matières étrangères que l'on a cru voir par-ci par-là dans le corps des Ceratium, et qui ne contribuent pas peu, auprès des partisans de l'animalité de cet organisme, à les confirmer dans leurs vues.

[«] Stein et Gourret veulent qu'il y ait nourriture organique chez tous ces organismes, « mais sans pouvoir avancer aucune preuve sérieuse à cet effet » (Векси, Ковтов 1 в 1884. Neue Untersuchungen über Cilioflagellaten).

[«] Gourret dit avoir trouvé dans le plasma d'un Ceratium tripos un fragment douteux « d'algue, et assure que l'ouverture ventrale du Ceratium fonctionne comme ouverture

« buccale, le protoplasma étant à nu dans cet endroit, ce qui est positivement une erreur. » (Bürschli. Protozoa.)

Bütschli regarde pourtant comme probable que, chez certains Gymnodiniens, il y ait nourriture animale, et il relève comme caractéristique le fait que ces formes, presque sans exception, sont dépourvues de matière verte.

Ce que je puis assurer, c'est que sur plusieurs milliers d'exemplaires que j'ai examinés, jamais, au grand jamais, il ne m'est arrivé de rien voir dans leur intérieur qui ressemblât soit à une diatomée, soit à une algue, soit à un organisme quelconque digéré par l'individu. Une fois, il est vrai, j'ai vu une navicelle remplissant complètement la corne antérieure d'un Ceratium; mais ce Ceratium n'était qu'un squelette absolument vide, comme on en rencontre si souvent, et la diatomée, par contre, était vivante dans cet étui où elle avait fait sans doute son entrée tout droit par la « bouche » béante placée sur son passage, et qui laissait une place parfaitement suffisante à son introduction.

On se rappellera, d'ailleurs, qu'il n'existe dans cette algue aucune véritable ouverture, et que lorsqu'il s'échappe spontanément au dehors une petite bulle de protoplasma, soit par la fenêtre buccale, soit par la corne antérieure, on ne voit qu'un gonflement de la membrane protoplasmique, suivi d'un étranglement qui va jusqu'à la séparation de la bulle et sur lequel la membrane se referme aussitôt.

Mais si l'introduction de proies vivantes dans l'intérieur du Ceratium semble impossible, ou tout au moins très accidentelle (comme une diatomée qui pourrait à la rigueur rencontrer la membrane buccale protoplasmique et la percer), peut-être, par contre, serait-il prématuré de nier que cette algue se nourrit en partie de matière organique assimilée par osmose aux dépens d'organismes très petits, et qu'il y ait là quelque chose qui rappelle les plantes insectivores parmi les phanérogames. C'est ce dont nous parlerons bientôt.

On a décrit des capsules urticantes, même très compliquées, chez le genre marin *Polykritos*, et leur existence serait alors un fait très remarquable; mais, pour mon compte, j'ai peine à y croire. On peut s'attendre en effet à trouver sur tous les organismes marins gélatineux des cellules urticantes provenant du voisinage de différents coelentérés. A Naples, j'en ai observé très fréquemment sur des salpes, éponges, etc., et surtout sur des radiolaires coloniaux, dont la membrane gélatineuse en était quelquefois toute saupoudrée.

LE FLAGELLUM, LA BOUCHE ET LE SILLON TRANSVERSAL (1)

Le Ceratium macroceros est régulièrement muni d'un Flagellum (pl. III, fig. 2 à 7), et n'en a jamais qu'un; lorsque l'on en a vu deux, cela provenait sans doute d'un mouvement très rapide qu'il affecte quelquefois (fig. 5), et qui consiste en ce que cet organe, tendu et tout droit, tourne très rapidement en décrivant autour de sa base la figure d'un cône dont l'œil perçoit en même temps les deux côtés; mais ce mouvement est rare.

Très souvent, dans la plupart des cas même, le Flagellum est invisible, et cela pour deux raisons: la première, c'est qu'il est excessivement fin, plus fin que ne l'indiquent toutes les figures qu'on en a faites; son diamètre, en effet, par rapport à celui de l'algue tout entière, pourrait être à la rigueur comparé à celui de la corde qui tient un cerf-volant, par rapport à ce cerf-volant lui-même; il est également d'une transparence extrême, et, pour le voir, il faut compter plus sur les différents jeux de lumière qu'on peut produire avec le miroir du microscope que sur le grossissement; en effet, un grossissement faible, de 120 diam., par exemple, le montre souvent mieux qu'un plus fort.

La seconde raison est que le Ceratium se débarrasse très facilement de son Flagellum; dès qu'il éprouve en effet la moindre difficulté à se mouvoir sous la lamelle du microscope, il abandonne cet appendice; on voit alors ce Flagellum, coupé au ras de son point de fixation, s'enrouler comme un ressort de montre, ou s'entortiller de différentes manières (fig. 2), et s'en aller tranquillement entraîné par les petits courants qui peuvent se produire, conservant une minute ou deux un très léger pouvoir de contractilité. Mais cela est difficile à observer; ce n'est qu'après plusieurs mois que j'ai pu me rendre un compte exact de cette disparition, et depuis je l'ai vue nombre de fois se produire sous mes yeux (2).

Gourret avance que, lors de sa contraction, le Flagellum peut se rétracter complètement, car il l'a vu se retirer pour ne plus reparaître. C'est ce que j'ai cru pendant longtemps aussi; mais il est probable qu'avec une très grande attention, Gourret aurait suivi et expliqué comme moi le sort définitif du Flagellum.

(1) La description générale que Bütschli donne, soit d'après ses propres observations, soit d'après celles des auteurs récents, concorde avec la mienne, et nous nous sommes rencontrés dans plusieurs hypothèses.

⁽²⁾ Il doit arriver souvent dans la vie du Geratium que son Flagellum soit retenu par un obstacle quelconque, de manière à devenir un appendice non seulement inutile, mais encore nuisible; dans ce cas-là il aurait la faculté de se détacher spontanément de sa base. Plus tard, une gêne quelconque et suffisamment intense pourrait, donner lieu au même phénomène, et c'est ainsi que nous aurions à comprendre le cas qui nous occupe.

Bütschli a vu également la disparition du Flagellum et son entortillement en tire-bouchon, il croit cependant qu'il s'agit là du Flagellum transversal (voir plus loin).

La longueur du Flagellum est à peu près celle de l'algue tout entière, de sorte qu'étendu, il dépasse de beaucoup les cornes; mais le plus souvent on n'en voit qu'une partie, car il n'est que rarement tout entier au foyer du microscope, ou bien une portion peut en être cachée par le corps sous lequel il s'est replié.

Le Flagellum prend naissance à la base de l'ouverture buccale; d'après les figures de Stein, il semble partir d'un petit renflement sphérique situé à cette base; mais il n'en est rien; Stein a probablement pris pour ce renflement un espace qui souvent, en effet, est plus ou moins circulaire, et qui se trouve entre la terminaison de la ceinture d'un côté et les parois de la bouche de l'autre. De là, le Flagellum longe en général la rainure buccale et sort (mais pas par un orifice) entre les deux grandes cornes postérieures; mais il peut également se diriger directement, à partir de son point de fixation, dans toute autre direction.

Ce Flagellum a été de tout temps considéré comme le principal organe locomoteur (1); tout en admettant qu'il joue un rôle important dans la progression de l'individu, peut-être serait-il prudent de faire pourtant des réserves à ce sujet; étudions, en effet, les mouvements de cet appendice, et nous verrons si nous pouvons le considérer comme un élément purement locomoteur.

Le Ceratium nage toujours avec sa longue corne en avant, et pour la plupart du temps avec sa partie rensiée (le dos) en haut; lorsqu'il marche d'un mouvement uniforme, on voit le Flagellum étendu tout droit entre les cornes postérieures, et généralement immobile, se laissant simplement remorquer à la suite de l'algue. Mais lorsque l'individu vient à tourner à droite ou à gauche, on voit l'extrémité du Flagellum se recourber absolument à la manière d'un gouvernail, et donner ainsi la direction voulue. Il y a même plus: lorsque le Ceratium est laissé dans une liberté complète, il ne marche pas généralement tout droit, mais décrit dans sa course un cercle complet de grandeur variable (pl. III, fig. 4);

On a remarqué chez beaucoup de formes de Flagellates cette particularité qu'ils tournent non pas autour de leur grand axe, mais autour de l'axe idéal de la courbe qu'ils décrivent dans leur course, et Nägeli a expliqué ce fait par l'asymétrie du corps chez ces formes, qui doit donner lieu à un dérangement dans la marche rectiligne (Bütschli).

J'expliquerais plutôt cela par l'action même du gouvernail.

le Flagellum encore immobile est alors constamment recourbé à son extrémité, de façon à ne laisser aucun doute sur ses fonctions de gouvernail, et cela si

⁽¹⁾ Stein. « Die Geissel ist das eigentliche Locomotionsorgan. »

régulièrement qu'une personne habituée à la navigation pourrait parfaitement, en se basant sur la vitesse et la grandeur de l'algue, ainsi que sur la courbure du Flagellum, calculer le rayon du cercle que parcourt l'individu.

Quelquefois on voit le Flagellum se livrer à deux ou trois battements, très violents à l'aller et faibles au retour, et l'algue change de direction; on sait que c'est encore là ce que fait le timonier lorsque son bateau éprouve quelque difficulté à virer de bord.

Il m'est encore arrivé, mais une seule fois, de voir un Ceratium, que l'on pourrait appeler « gaucher », et qui, pendant tout le temps que je l'ai observé, a marché à reculons; le Flagellum était alors replié par un coude brusque, fait non loin de sa base dans un sens opposé à celui de sa direction habituelle, et traînait, en fonctionnant comme gouvernail, au delà de la corne antérieure, qui se trouvait dans ce cas anormalement en arrière.

Ce n'est pas à dire que le Flagellum ne puisse pas battre pendant la marche, de sorte qu'il combine les fonctions de rame avec celles de gouvernail; mais je crois cependant pouvoir affirmer que c'est là une exception, et que, dans la progression du Ceratium, le Flagellum est un organe de direction plus que de locomotion.

J'ajouterai que, bien souvent, il m'est arrivé de voir progresser des individus qui avaient perdu leur fouet sous mes yeux; mais leur mouvement manquait alors de régularité.

Mais en outre des fonctions du Flagellum ayant trait à la marche, cet appendice semble en avoir d'autres plus difficiles à expliquer.

En effet, l'algue étant immobile, on peut voir le Flagellum prendre toutes sortes de formes différentes, se repliant, par exemple, vers le milieu de sa longueur à angle droit ou aigu, ou bien se tordant, se repliant sur lui-même et ne paraissant plus que comme une petite tache arrondie, puis reprenant un instant après sa forme ordinaire (pl. III, fig. 6). J'en ai surveillé un qui se tenait tendu au dehors, puis toutes les quinze à vingt secondes rentrait, en se tortillant, avec la rapidité de l'éclair dans la fenêtre buccale, et en ressortait bientôt (pl. III, fig. 7). Dans ce dernier cas, un petit courant occasionné par les mouvements partant du sillon transversal (ceinture) faisait passer auprès de lui beaucoup de petites granulations transparentes (1), probablement des microbes. Comme il arrive à chaque instant, surtout lorsque le Ceratium est environné de granulations de ce genre, de voir le Flagellum couvert lui-même de granulations, et que ce Flagellum est très probablement glutineux, on

⁽¹⁾ La figure 3, planche III, montre le chemin le plus habituellement suivi par ces granulations, et les lignes ponctuées qui indiquent les espaces parcourus dans un même temps, correspondent de l'une à l'autre à une même et très petite (1/20?) fraction de seconde.

pourrait se demander si ces granulations ne contribuent pas, par un phénomène d'endosmose, à la nourriture de l'algue. Quoique je n'aie pas pu voir de ces granulations venir se fixer directement sur le Flagellum, et que la grande rapidité avec laquelle il peut se retirer dans la cavité buccale m'ait empêché de m'assurer qu'il en entraînât avec lui, je suis certain pourtant d'avoir vu plusieurs fois cet appendice couvert de points blancs lorsqu'il s'était retiré dans la bouche, se montrer nu au retour, comme s'il avait déposé ces matières sur la membrane buccale; chose curieuse, je l'ai vu dans une autre occasion se retirer nu dans la fenêtre buccale et reparaître au dehors couvert de granulations. Il se passe là certainement un phénomène intéressant, mais d'autant plus difficile à observer qu'on peut facilement prendre pour une granulation étrangère un simple gonflement local de la substance protoplasmique, comme je me suis assuré qu'il s'en pouvait produire sur le Flagellum, et qui le fait ressembler à un fil télégraphique recouvert de gouttes de pluie.

J'ai dit que le Flagellum devait être glutineux; en effet, il peut se coller par son extrémité libre au verre du porte-objet, et, cette extrémité restant collée et fixe, se livrer à de violents mouvements saccadés qui secouent l'algue tout entière. Il m'est également arrivé un jour de voir une petite monade qui s'était prise au bout du Flagellum, et qui se débattait avec vigueur, mais sans succès.

Peut-être serait-on autorisé à conclure de ces mouvements de toutes sortes, qui n'ont aucun rapport avec la locomotion et qui laissent à l'observateur l'impression de l'existence d'un fil pêcheur plutôt que de tout autre chose, peut-être faudrait-il en conclure que le Ceratium peut se nourrir de matière organisée; mais en tout cas, il reste certain que cette nourriture pénétrerait par osmose et non par une bouche proprement dite qui n'existe pas. Il se pourrait qu'il y eût osmose sur le Flagellum même, ou aussi que le Flagellum chargé de proies recueillies les déposât sur la membrane protoplasmique nue, qui représente la bouche, pour y subir l'action osmotique.

Dans mon précédent mémoire manuscrit, j'ajoutais: « Il nous resterait donc à « considérer comme principal organe de locomotion les cils qui garnissent la ceinture « transversale; à première vue, on a peine à croire que des cils si fins (il ne m'est arrivé, à

- « cause de leur ténuité, que deux fois de les bien voir, quoiqu'il n'y ait pas de doute qu'ils
- « soient toujours présents) puissent produire un résultat aussi considérable; mais il ne faut « pas oublicr que leur finesse est compensée par leur nombre. Bien qu'il ne m'ait pas été
- « possible, à cause de grossissements trop faibles (600 diam.), d'étudier directement l'action
- « de ces cils, je crois pouvoir conclure des courants produits et des petites particules
- « entraînées par ces courants, que les cils qui garnissent les côtés de la face ventrale sont
- « disposés de manière à lancer l'eau dans la rainure buccale qui est creusée sur cette face;

- « le Flagellum, entraînant la plupart du temps avec lui de petites granulations de toutes
- « sortes. Cette rainure doit avoir également son utilité pour la progression régulière de
- « l'algue, en l'empêchant de tourner sur elle-même comme le font beaucoup d'autres
- « Péridiniens (il faut en effet remarquer que le Ceratium à l'état normal avance d'un
- « mouvement très égal, à la façon des diatomées); peut-être l'ouverture de la corne frontale
- « contribue-t-elle aussi pour sa petite part à cette progression régulière, agissant un peu,
- « mutatis mutandis, comme l'orifice dont est percé un parachute à son sommet. »

La lecture des auteurs récents m'engage à revenir sur ces cils vibratiles et à modifier les termes que j'employais. Tandis que, jusqu'à une époque toute récente, tous les observateurs avaient parlé de cils courts rangés le long du sillon transversal (ceinture). Bergh, le premier, décrivit chez les Péridiniens un autre organe de locomotion. Il crut pouvoir affirmer qu'il n'y avait pas une ou deux couronnes de cils, mais bien un ou deux rubans contractiles dont le bord libre s'écartait à intervalles réguliers de la marge du sillon, et qui, en battant l'eau, pouvaient faire croire à la présence de cils. Klebs prouva enfin, pour des Péridiniens d'eau douce, que l'existence de la couronne de cils est une erreur et qu'il existe deux Flagellums, dont l'un, le Flagellum longitudinal (Längsgeissel) correspond au Flagellum proprement dit déjà connu de tous, et le second, le Flagellum transversal (Queergeissel), prend naissance au même point que l'autre, et court le long et à l'intérieur du sillon transversal où il se livre à des mouvements d'ondulation.

Ces faits me font comprendre maintenant certains phénomènes qui m'étaient restés obscurs. J'avais remarqué, et souvent même, chez mon Ceratium, un fouet partant du même point que le Flagellum ordinaire, et qui battait dans la rainure transversale dont il suivait la courbure; mais je pensais ne pouvoir le considérer que comme le Flagellum ordinaire logé momentanément dans ce sillon. Ce fait pourtant m'étonnait fort, à cause de la rapidité inouïe avec laquelle le Flagellum aurait alors quitté sa place normale pour prendre sa nouvelle position, rapidité qui ne m'aurait dans le fait jamais permis de suivre le phénomène, et qui m'a plusieurs fois fait croire à la nécessité de l'existence de deux fouets; cependant il ne m'avait pas été possible de constater positivement la présence simultanée de deux fouets, sauf dans deux ou trois occasions où j'avais alors supposé que l'un d'eux était de nature étrangère, par exemple une queue de monade attachée au corps du Ceratium, ou qu'il s'agissait d'un cas tératologique. Aujourd'hui, je suis tenté de croire à la présence de ces deux fouets; il est certain en effet que, sur plusieurs milliers d'exemplaires qui m'ont passé vivants sous les yeux, je n'ai vu que deux fois, comme je le dis plus haut, les soi-disant cils de la ceinture, et je me fondais en bonne partie pour certifier leur présence sur les courants que l'on voit le long du sillon et qui doivent provenir de quelque chose. Je pense donc maintenant que j'aurai pris pour des cils le Flagellum transversal. D'autre part, le fouet que je prenais pour le Flagellum ordinaire m'a paru de même nature que l'autre.

Si, dans mon mémoire manuscrit, je n'ai pas parlé de ces dernières observations, c'est que je les considérais comme insuffisantes et ne pouvant donner lieu qu'à une explication trop aventureuse.

J'ai dit plus haut que le Flagellum pouvait se détacher en apparence volontairement; or, un jour, j'ai vu un exemplaire de Ceratium dont le Flagellum détaché était double, formé de deux fouets réunis à la base; j'avais simplement considéré ce fait comme provenant d'un cas tératologique.

Ces considérations ne m'engagent d'ailleurs pas à modifier la deuxième partie du paragraphe précédent (à partir de : bien qu'il ne m'ait pas été possible, etc.), sauf qu'il y faudrait remplacer le mot « cils » par celui de « Flagellum ».

REPRODUCTION

La reproduction du genre Ceratium est encore à peu près tout entière inconnue. Perty l'a cependant étudiée, mais il n'est arrivé à aucun résultat que l'expérience ait confirmé depuis; d'après lui, la reproduction des Flagellates a lieu par « blastides » ou par division. Sous le nom de « blastides », Perty comprend « les « corpuscules les plus différents, incolores ou colorés, de forme et de grandeur à « peu près égales, qui s'accumulent peu à peu dans l'intérieur du corps et finissent « par le remplir; ils seraient mis en liberté par dissolution de ce corps et « deviendraient de nouveaux individus semblables à la mère (1) ».

Nous aurions donc là une reproduction se rapprochant de celle de beaucoup de confervacées; mais, outre le peu de certitude que nous donne cette description, il n'est pas probable qu'elle se rapporte au genre Ceratium, et je puis dire que, chez ce dernier, je n'ai jamais rien vu de semblable, car les embryons internes que je décrirai bientôt ne répondent sans doute pas à ces blastides de Perty. Quant à la division du corps en deux, Perty est certainement dans le vrai, mais tout porte à croire qu'il n'a fait que l'entrevoir.

Il est probable que nous serions mieux renseignés si les travaux du D' Werneck avaient été publiés, car il dit avoir vu des embryons intérieurs; mais ses observations, déposées depuis de longues années à l'état de manuscrit dans les Archives de l'Académie de Berlin, attendent encore leur publication et ne sont que très peu connues.

J'ai mis moi-même une certaine persévérance à étudier la question, et si je n'ai pas pu arriver à un éclaircissement suffisant, j'ai cependant obtenu certains résultats dont je vais parler (2).

Les différents modes de reproduction que j'ai pu observer se réduisent à trois :

- a) Par embryons internes libres;
- b) Par rénovation totale;
- c) Par fissiparité.

(1) Stein. Organismus der Infusionsthierchen.

⁽²⁾ Il est fâcheux que je n'aie pu commencer mes observations sur le Ceratium qu'aux premiers jours de juin; tout me porte à croire que les premiers mois du printemps sont très favorables à l'étude de la reproduction de ce genre.

a) PAR EMBRYONS INTERNES

(Pl. I, fig. 6, 7, 8, 9, 10, 14). Au commencement de juin, les exemplaires de Ceratium qui me passaient sous les yeux renfermaient pour la plupart une, deux, trois ou quatre sphères allongées, souvent plus amincies à une extrémité qu'à une autre, d'un vert plus foncé que celui du reste du corps, et entourées d'une membrane hyaline. Ces embryons, car il ne m'a pas fallu longtemps pour rester convaincu qu'il fallait les considérer comme tels, sont plus gros que la tache rouge, un peu plus même que l'ouverture buccale à travers laquelle ils peuvent cependant passer en se resserrant; ils peuvent se trouver partout dans le corps, affectionnant particulièrement les renflements situés à la base des cornes postérieures.

Lorsque le contenu du corps sort par pression artificielle, ils arrivent au dehors ou souvent aussi restent emprisonnés entre les enveloppes comprimées de l'individu-mère; on les distingue alors bien, et l'on y peut constater déjà un noyau, de petites gouttes de graisse, une ou plusieurs taches rouges, et de la chlorophylle.

ll m'est arrivé très rarement de les voir sortir spontanément de la cellulemère (1); mais ce que j'en ai vu a suffi pour me faire constater que ces embryons sont ou mobiles ou immobiles. Dans le premier cas, ils se livrent à de vifs mouvements saccadés, et qui semblent produits par des cils invisibles peu nombreux, partant d'un petit renflement de protoplasma situé à l'extrémité la plus pointue de l'embryon.

Les embryons immobiles ne diffèrent d'ailleurs en rien des autres, sauf l'absence de cils; j'ai pu m'assurer, au moyen de réactifs, que l'immobilité ou la mobilité provenaient du plus ou moins de dureté de la couche hyaline extérieure, et que, dans l'embryon immobile, cette couche était à l'état de véritable cellulose dure. L'on sait que, dans certaines algues, les spores peuvent naître ciliées ou non dans une même espèce; par exemple, le *Protococcus* produit dans l'eau, par bipartition répétée de son protoplasma, des spores à deux cils, et dans l'air humide, des spores immobiles. (Van Tieghem. Traité de Botanique.)

Une fois libres (2), ces embryons grossissent quelque peu, s'enkystent dans une

⁽¹⁾ Il est très probable que cette sortie a lieu la plupart du temps de nuit, comme pour beaucoup d'autres algues, et lorsque j'ai eu connaissance de ce fait, la saison était déja avancée et l'on ne voyait plus d'embryons, de sorte que je n'ai pas pu étudier la chose comme je l'aurais voulu.

⁽²⁾ Il m'a été impossible de suivre les transformations d'un même embryon, car ces algues ne peuvent pas être conservées; mais l'on ne peut guère se tromper, avec un peu d'habitude, sur la nature des embryons de Ceratium, ou tout au moins de Péridiniens.

couche de cellulose, tombent au fond de l'eau et attendent longtemps (jusqu'au printemps suivant peut-être) pour se développer. Mais, auparavant, il n'est pas rare qu'ils se divisent transversalement en deux, à l'intérieur de leur membrane cellulosique; cette coque se déchire alors et les deux embryons échappés se reforment un kyste chacun pour son compte.

Souvent les embryons paraissent ne se diviser qu'après être sortis de leur kyste. La figure 14, planche I, représente un de ces embryons rompant son kyste dur, et muni déjà lui-même d'une membrane tendre.

C'est de la que proviennent les kystes vides, parfaitement hyalins et unis, qu'on rencontre souvent (1).

Lorsque la division s'effectue quand la membrane de l'embryon est encore tendre, cette membrane y prend part elle-même (pl. I, fig. 6).

Schütt dit également en parlant des sporanges du *Peridinium spiniferum*, Clap. et Lach. (sporanges produits, il est vrai, par le processus que j'ai rangé sous le nom de rénovation totale), et de la division des spores à l'intérieur : « La membrane ne prend pas toujours part

- « à l'étranglement, mais souvent elle conserve tout à fait ou partiellement sa première forme
- « arrondie, et apparaît alors comme fortement séparée par un vide du corps plasmatique ;
- « d'autrefois, elle se moule étroitement sur l'étranglement. »

L'embryon représenté dans la figure 6, planche I, était entouré d'une couche très transparente de mucilage, r, semblable à celle qui entoure les diatomées jeunes ; on pourrait peut-être rapprocher cela du fait que les Péridiniens peuvent, comme les diatomées aussi, se trouver assemblées en chaînes (2); Pouchet a trouvé dans l'eau de mer jusqu'à huit individus de Ceratium à la suite les uns des autres. Il croit cependant que la sécrétion de mucilage de certains Cilio-Flagellés est preuve d'un état maladif, qui conduit ordinairement à la mort.

La signification de la formation de chaînes est encore parfaitement inexpliquée. Les embryons internes, qui semblent quelquefois rangés presque à la suite les uns des autres dans le corps de l'individu-mère, pourraient peut-être aider à une explication; mais la rareté de ces chaînes rend le fait très hypothétique. Je n'en ai jamais vu.

Les embryons de Ceratium nés de cette manière renferment dans leur intérieur tout ce que contient l'adulte; on y voit le noyau, absolument semblable à celui de la mère, souvent une ou plusieurs taches brunes, des gouttes d'huile qui ont une tendance à se rassembler vers la périphérie, des corpuscules chlorophylliens souvent réunis au centre,

⁽¹⁾ Ces kystes sont, chez les Ceratium, autant que j'ai pu en juger, à peu près ovoïdes, tandis que les nombreux petits kystes à facettes, brillants et unis, et munis d'un renflement en bouton à l'un des pôles, que j'ai vus en plus grand nombre encore, doivent avoir appartenu à des embryons de Peridinium; ils reproduisent assez exactement la forme adulte de ce genre, mais leur enveloppe est lisse et non formée de plaques, et leur taille très petite.

⁽²⁾ Murray. Exploration of the Faroe Channel. Proceed. of the Royal Soc. Edimb. 1881-82. — Pouchet. Sur l'évolution des Péridiniens. Comptes rendus, T. 95, 1882.

(d'après Stein, les chromatophores (corps chlorophylliens) des kystes cornus de Ceratium se rassemblent également autour du noyau),

du protoplasma gris et des corpuscules (leucites) animés de mouvement.

C'est dans le mois de juin que je les ai trouvés le plus fréquents à l'intérieur du corps de la mère; en juillet, ils ont diminué, et dès la fin d'août il ne m'a plus été possible d'en voir.

J'ajouterai que ces embryons concentrant en eux-mêmes la meilleure partie du contenu cellulaire de la mère, cette dernière finit souvent par se vider presque complètement, et que les squelettes parfaitement intacts et vides que l'on rencontre à chaque instant pourraient bien n'être dans beaucoup de cas que le seul reste de cette rénovation par embryons internes.

Si nous voulons comparer maintenant ce mode de reproduction avec ce qui se passe dans le règne végétal, nous verrons qu'il nous sera possible de considérer ces embryons comme de véritables zoospores, formées à la manière de différentes algues, Siphonées (Hydrocytium), Vauchériées ou Confervacées, ou même Fucoïdées, sauf que nous n'avons pas ici de bipartitions régulières du contenu cellulaire, et que la formation de ces embryons internes ferait plutôt songer à celle des spores contenues dans les asques de certains champignons.

Plusieurs observateurs ont parlé d'une reproduction chez les Dinifères par embryons internes, mais en termes très vagues, et il n'y a guère que le cas observé par Klebs qui concorde avec ma description. Les embryons de Stein (Keimkugeln), observés chez les Gymnodinium, Glenodinium, Heterocapsa, Exuviaella, Amphidinium, sont des « sphères « incolores ou d'un blanc mat avec une enveloppe tendre et toujours une bulle claire au « centre. Klebs les décrit (chez les Gymnodinium et Hemidinium) comme des corps « blanchâtres et très réfringents. Pouchet avait décrit de pareils corps chez le Ceratium, et y « avait vu fréquemment une apparence de nucléole. Bütschli a pu observer chez les Ceratium « tripos et fusus des inclusions semblables, mais il les regarde comme différentes des « Keimkugeln de Stein, parce que la bulle centrale leur manque..... Klebs trouva que les « inclusions renfermées chez les Ceratium possédaient souvent un étranglement médian « annulaire (1), et observa un Cer. fusus de l'ouverture ventrale duquel se détachait un de « ces corps, qui s'échappa plus tard tout d'un coup en se mouvant au moyen d'un Flagellum « situé dans la rainure transversale, mais qui périt bientôt.

« La ressemblance du corps échappé avec un Dino-Flagellé est remarquable et peut « difficilement s'expliquer autrement qu'en ce sens qu'il s'agirait d'un Dino-Flagellé parasite « ou d'un phénomène de reproduction chez le Ceratium. Je crois également que les corps que « j'ai observés à l'intérieur du Ceratium fusus sont identiques à ceux de Klebs (Bütschli). » Il est étrange que l'existence de ces embryons internes soit presque tout à fait inconnue et

⁽¹⁾ J'ai vu quelquefois, et j'ai dessiné des embryons encore contenus à l'intérieur de la mère et montrant cette constriction médiane, comme une ligne plus claire séparant deux parties plus vertes; mais cela était trop peu distinct pour que j'aie cru devoir reproduire une de ces figures sur mes planches.

obscure. L'année dernière, et durant tout l'été, ils ont été excessivement fréquents dans les Ceratium du lac de Genève, si fréquents, qu'en juin, par exemple, il fallait chercher pour trouver des exemplaires en manquant, et pourtant il n'y a pas moyen de s'y tromper; ce sont des Péridiniens, et si l'on veut voir là des parasites, il faudra croire à des Péridiniens parasites dans le corps d'autres Péridiniens. Peut-être n'apparaissent-ils plus volontiers que dans certaines années rares, ou en certains lieux. M. Blanc qui, en 1884, a observé le même Ceratium aux environs de Lausanne, n'a parlé de rien qui ressemble à ces embryons.

J'ai rencontré plusieurs fois des corps qui répondraient aux Keimkugeln de Stein; ils semblent avoir une certaine analogie avec les embryons internes, mais sont dépourvus de chlorophylle et probablement de noyau, consistant finalement en une matière protoplasmique très claire renfermée dans une enveloppe. Sans en avoir jamais pu préciser la nature, j'avais fini par les qualifier de pseudo-embryons ou embryons avortés, ou encore quelquefois par les considérer comme des sphères brunes dont le contenu s'était résorbé.

b) PAR RÉNOVATION TOTALE (Pl. I, fig. 11)

(Theilung im ruhenden Zustande, Bütschli)

Ce mode de reproduction ne présente de différences fondamentales d'avec le précédent qu'en ce que le contenu tout entier de la cellule, au lieu d'une partie seulement, quitte son enveloppe pour s'échapper à l'extérieur et s'y enkyster. Cette forme de reproduction est très rare chez le Ceratium, car il ne m'a été possible d'en observer que quelques cas, mais elle existe certainement. J'ai vu, en effet, plusieurs fois tout le contenu du Ceratium réduit en un corps ovale qui s'entourait d'une membrane, et qui ne différait que par sa grosseur des embryons précédemment cités; il est probable alors que le nouvel individu ne peut s'échapper que par dissolution ou disjonction des pièces du squelette.

Cette disjonction doit se faire suivant des lois différentes pour chaque espèce, et est liée à la conformation des plaques; chez un Peridinium, j'ai observé un exemplaire dont la cuirasse sphérique s'ouvrait comme une boîte en deux parties presque égales, l'ouverture correspondant à la ceinture transversale. C'est ce qu'a également décrit et figuré Schütt.

C'est là un cas de rénovation totale tel qu'on le voit souvent chez les algues; la formation des zoospores des Oedogonium, par exemple, s'en rapproche beaucoup, de même la spore de la *Padina pavonia*, etc. (1).

(1) Van Tieghem. Traité de botanique, page 581. — Stein, ainsi que d'autres (Lieberkühn), a figuré des cystes de Ceratium, mais différents de ceux que je viens de décrire, en ce qu'ils sont munis de cornes; ils se forment sans rétraction préalable sphérique du protoplasma à l'intérieur de la cuirasse-mère, et pourraient bien être une forme durable et hivernante (Bütschli). — J'ai vu de ces kystes en préparations microscopiques, mais je n'en ai pas trouvé moi-même; ils reproduisent d'une manière générale la forme type du Ceratium.

Ce mode de reproduction par rénovation totale (Theilung im ruhenden Zustande, Bütschli) ne semble pas encore avoir été mentionné pour le genre Ceratium, sauf pourtant par Lieberkühn, dont les observations n'ont pas été publiées (Bütschli). Mais plusieurs auteurs, Stein, Bergh, Pouchet et d'autres, l'ont décrit chez des Péridiniens sans cornes. Schütt a suivi attentivement, entre autres chez le Per. acuminatum, la marche de ce phénomène, qu'il rapproche de l'Auxosporenbildung des diatomées. Le « sporange », produit de cette rénovation totale, se conduit généralement comme je l'ai décrit pour les embryons internes; le contenu de l'enveloppe (Hülse) dure et non réticulée s'étrangle en deux cellules-filles, qui finissent par se séparer complètement l'une de l'autre, et qui, après avoir fait éclater la-capsule, s'échappent au dehors, munies d'une petite rainure dont part un Flagellum. Schütt suppose que cette rénovation totale doit se produire également chez le genre Ceratium, et avance plusieurs raisons qui tendraient à le prouver; d'ailleurs, l'analogie seule qui existe entre le Ceratium et le Peridinium doit faire croire à des phénomènes semblables dans ces deux genres de Dinifères. Mais le fait, paraît-il, n'a pas encore été observé directement. Je crois que le paragraphe précédent peut être considéré comme comblant cette lacune.

D'après Schütt, le sporange présente souvent les phénomènes de la division lorsqu'il est encore contenu dans la cuirasse de la cellule-mère; Stein, Bergh, Pouchet et d'autres auraient pris ces phénomènes pour la division cellulaire ordinaire du Peridinium.

c) PAR FISSIPARITÉ (Pl. III, fig. 1 α , β , γ)

(Theilung im beweglichen Zustande. Bütschli)

Comme je l'ai mentionné déjà, Perty a entrevu la reproduction des Ceratium par division de l'individu en deux parties; Stein considère cette division comme irréalisable à cause des différentes pièces du squelette qui s'y opposeraient par leur rigidité; mais sans nier les faits avancés par Perty, il les regarde comme produits par une conjugaison de deux individus, et donne la description de conjugaisons qu'il a vues s'opérer chez des Peridinium.

Je suis cependant en mesure d'affirmer que la division en deux, par fissiparité, existe, tout en étant très rare; je l'ai observée une première fois le 14 juin, puis une seconde fois le 23 août; à cette dernière date, j'ai pu examiner longtemps un individu en train de se diviser, et j'ai vu les deux parties séparées s'éloigner l'une de l'autre. Le même jour, j'ai pu observer plusieurs individus déjà séparés, et en train de se reformer la partie du squelette qui leur manquait par le fait de cette division. Stein représente deux exemplaires de Ceratium munis chacun des pièces squelettiques qui manquent à l'autre, et qu'il donne comme individus mutilés; il est curieux que cette coïncidence ne l'ait pas porté à entrevoir le résultat d'une division.

Il me semble bien peu probable qu'il y ait là un phénomène de conjugaison et non de division; s'il y avait conjugaison, il faudrait qu'au préalable chacun des deux individus perdît une partie déterminée de son squelette; or, certaines pièces de cette cuirasse, par exemple celle des cornes à leur base, sont étranglées autour du plasma cellulaire au voisinage de la plaque ventrale, et ne pourraient s'échapper que par un effort violent qu'on ne peut pas leur attribuer, non plus qu'à la masse sous-jacente. Ensuite, dans un état de fusion correspondant déjà à celui que représente ma figure, on verrait sans doute les deux noyaux bien plus rapprochés qu'ils ne le sont en réalité; enfin, il y aurait peu de probabilités pour que les deux individus, une fois si bien réunis, se séparassent de nouveau, comme ils l'ont fait sous mes yeux, sans qu'il y eût de mouvement dans le liquide ambiant, et sans que l'individu fût comprimé.

Voici comment se passe le phénomène de cette division : Un certain nombre de pièces de l'individu-mère s'écartent, et le protoplasma, entre elles, s'étrangle; mais, en même temps que se fait l'étranglement, les parties mises à nu s'occupent déjà à prendre la forme qu'elles auront plus tard définitivement; aussi, au moment de la séparation, les nouveaux individus sont-ils semblables à ceux représentés dans la figure 1α , puis dans les figures 1β et 1γ . Chacun a un noyau, de la chlorophylle, et tout ce qui composait le contenu de la mère; quant au Flagellum, il est probable qu'il disparaît, comme toutes les fois qu'il arrive à l'algue quelque chose d'extraordinaire.

Cette division chez le genre Ceratium a maintenant été plusieurs fois observée. D'après Schütt et Bergh, qui ont décrit cette fissiparité, chacun des deux individus nouveaux est pourvu d'un Flagellum. Blanc a vu également les préliminaires de cette séparation, c'est-à-dire le noyau en cours de division, mais il n'a pas pu suivre le phénomène jusqu'à la fin; il ne parle pas de Flagellum.

L'individu nouveau formé par la partie postérieure de l'ancien retient du squelette primitif les deux grandes cornes postérieures, les deux pièces de recouvrement D et F, l'écusson avec la petite pièce orale G, une des basales antérieures B^2 et la partie de la ceinture touchant la corne moyenne (1).

L'individu formé par la partie antérieure ancienne retient les trois frontales formant ensemble la corne antérieure, les deux basales B^4 et B^3 , la petite corne de la partie postérieure et la partie de la ceinture adjacente à cette petite corne.

Chaque partie retient ainsi six pièces (non compris la ceinture et la petite pièce

⁽¹⁾ Il est probable alors que la ceinture, dont la consistance est bien plus fine que celle des autres pièces, se déchire transversalement en deux vers le milieu de sa longueur, ou peut-être est-elle réellement formée de deux pièces ?

orale qui semble en dériver), et l'on voit que la division n'est à proprement parler, et grâce à la conformation des pièces squelettiques, ni longitudinale, ni transversale, mais qu'elle participe des deux en même temps.

Outre ces processus de reproduction, il existe encore peut-être chez le Ceratium un phénomène de croissance par le rejet de la cuirasse et reformation d'une nouvelle enveloppe. Plusieurs auteurs ont parlé d'une exuviation de cette sorte chez certains Péridiniens; Pouchet la donne comme fréquente, et dit que ces changements de membrane peuvent se renouveler plusieurs fois à de courts intervalles.

Moi-même j'ai trouvé, le 25 juin, et, chose curieuse, seulement ce jour-là, un assez grand nombre d'individus semblables à celui représenté par ma figure 12, planche I, où le corps arrondi et mis à nu portait encore des fragments de cornes parfaitement caractéristiques du Cer. macroceros; la membrane enveloppante, d'une épaisseur variable, quelquefois excessivement fine, en tous cas jamais assez dure pour ne pas se laisser déformer par l'acide acétique, était d'apparence mate et non brillante comme celle des kystes; l'intérieur était en tout semblable à celui d'un individu normal, mais les corpuscules chlorophylliens s'étaient rapprochés du centre ou formaient un large anneau; les uns portaient encore la marque du sillon formé par la ceinture, les autres ne l'avaient plus; je n'ai pas vu de Flagellum.

Il n'est pas probable que nous ayons là des individus mutilés; chez ceux-ci les cornes seraient parties les premières et non les dernières, le corps serait déchiré et non régulièrement rétracté en boule, et la matière colorante ne serait pas tassée autour ou près du noyau. Je croirais plutôt à des individus en train de changer de peau; il est probable que si, dans cette exuviation, ce sont les cornes qui persistent le plus longtemps, c'est que la membrane fine qui en suit à l'intérieur les contours reste, par une action physique toute naturelle, plus longtemps adhérente à ces parties de la cuirasse qu'à tout autre endroit.

J'ai également vu la division s'opérer chez un Peridinium, et, dans ce cas-là, il m'a été possible de constater la division du noyau, avec alignement régulier et concentrique des granulations dont il est couvert (fig. 9, pl. III).

CONCLUSION

Ici se bornent les observations que j'ai faites sur le Ceratium macroceros; comme on l'a vu dans le cours des chapitres précédents, j'ai été amené à considérer cet organisme comme une algue, et je puis maintenant résumer les raisons pour lesquelles je le regarde comme appartenant au règne végétal.

1° L'enveloppe cellulosique n'est pas sans importance, bien que la cellulose ne soit pas exclusivement de nature végétale; en effet, si cette substance existe dans le règne animal, il faut se rappeler, pourtant, qu'elle n'a été trouvée encore que chez les Tuniciers, animaux dont le type d'organisation est élevé, et qui ne peuvent

donner lieu à aucune confusion, comme ce serait le cas, par exemple, pour les Infusoires. De plus, chez les Tuniciers, la cellulose n'existe que comme une sorte de sécrétion amorphe qui forme le manteau, et dans laquelle sont noyées les cellules qui l'ont produite. Mais dans l'état actuel de la science, la cellulose à l'état d'enveloppe cellulaire typique peut encore être considérée comme propre au règne végétal (1).

- « Eine Zellmembran aus echter Pfanzencellulose hat noch Niemand bei einem « unzweifelhaften Thiere nachgewiesen ». Tels sont les termes que je trouve aujourd'hui dans Brandt (Mitth. Zool. Station Neapel, 1883). L'auteur ajoute: » Bei den Ceratien und « anderen Cilioflagellaten ist allerdings eine Zellmembran aus Cellulose gefunden worden, « doch gehören diese Organismen möglicherweise nicht zu den Thieren zu. »
- 2º Le contenu cellulaire ne peut correspondre qu'à celui d'une cellule végétale; nous trouvons dans l'intérieur du Ceratium, avec d'autres éléments moins significatifs, comme la chlorophylle,

et pourtant, d'après les termes de Brandt (loc. cit_{re, de} dit que « Selbstgebildetes Chlorophyll fehlt Thieren vollkommen », et qui est arrivé à cette opinion par des travaux remarquables, on pourrait regarder la présence de chlorophylle dans les Péridiniens comme un motif sérieux pour considérer ces organismes comme des algues; en effet, il est hors de doute que chez les Dinoflagellés les corps verts ne consistent pas en algues parasites,

nous trouvons le suc cellulaire, la membrane protoplasmique (utricule azotée des botanistes), des leucites, et enfin un noyau relié à la membrane périphérique par des bandelettes rayonnantes de protoplasma (fig. 10, pl. III).

- 3° L'absence de toute nourriture organique solide à l'intérieur du corps n'est pas en elle-même une preuve absolue de non-animalité, puisqu'il y a tant d'animaux qui se nourrissent par osmose ou par simple imbibition des tissus; mais c'est pourtant un caractère d'une certaine importance, surtout si l'organisme auquel on a affaire ne présente aucun signe de parasitisme.
- 4° La reproduction, telle que je l'ai décrite, et qui concorde d'une manière générale avec celle de plusieurs familles d'algues vertes, ne peut s'appliquer au règne animal.

Si maintenant nous cherchons les raisons qui tendraient à faire rentrer le genre Ceratium dans le règne animal, nous n'en pourrons guère trouver que dans le Flagellum, dans la vésicule contractile et dans la fissiparité.

Le *Flagellum* est un organe très particulier, et surtout s'il pouvait être prouvé qu'il coopère à l'alimentation du Ceratium, il constituerait une exception parmi les

⁽¹⁾ Il est évident que je ne veux pas dire par là que le règne végétal est toujours caractérisé par une enveloppe cellulaire formée de cellulose, ce qui serait prendre la partie pour le tout.

plantes; mais, même si mes observations étaient assez concluantes pour prêter à ce Flagellum les fonctions de fil pêcheur, il n'y aurait, me semble-t-il, pas de raison suffisante pour enlever au règne végétal un organisme que tout y fait rentrer; il faudrait simplement considérer ces fonctions comme illustrant toujours mieux les rapports si étroits qui unissent animaux et végétaux sur les confins de leurs territoires. D'autre part, il y a longtemps que des Flagellums sont connus chez les anthérozoïdes et spores des cryptogames, ainsi que chez les volvocinées reconnues maintenant assez généralement comme algues.

La vésicule contractile, s'il nous faut considérer le Ceratium comme en possédant une véritable, n'est pas, contrairement à l'opinion de Stein, nécessairement liée au règne animal; on en connaît dans un assez grand nombre de plantes inférieures et dans leurs cellules reproductrices, Volvocinées, Desmidiées, Palmellacées, Péronosporées, Myxomycètes, etc. (van Tieghem. Traité de Botanique, page 529); le phénomène réalisé par les vésicules contractiles s'explique, en effet, par une disparition et réapparition du suc cellulaire dues à un changement périodique dans la faculté d'imbibition du protoplasma (van Tieghem, page 530); aussi, bien loin de s'étonner de la présence de vésicules contractiles chez des végétaux, serait-on, à la rigueur, tout aussi autorisé à la regarder, chez les animaux inférieurs, comme l'indice de caractères se rapprochant de ceux des végétaux.

Enfin, la division de l'individu en deux parties est de règle générale dans le plus grand nombre des cellules végétales; il faut convenir, cependant, que celle du Ceratium présente des caractères tout particuliers; mais il suffit de citer les Diatomées aux formes innombrables, et qui, toutes, présentent le phénomène de fissiparité, ou bien encore les Desmidiées, pour faire regarder ce caractère comme insuffisant pour y chercher une preuve d'animalité.

Schütt, stivant en cela Warming et Klebs, regarde les Péridiniens comme formant un groupe très rapproché des Diatomées, et donne à l'appui de cette opinion des raisons très concluantes. On y trouve en effet dans les deux groupes une cuirasse relativement immobile, formée elle-même de plusieurs pièces, une matière verte analogue, un développement semblable (division en deux de la cuirasse et reformation de la partie perdue), la réunion possible de chaînes entourées d'un mucilage, etc. Mes propres observations m'ont conduit depuis longtemps déjà à rapprocher les Péridiniens des Diatomées; cependant, il semble y avoir encore une grande distance entre ces deux groupes végétaux, et leurs différences se verraient surtout dans la présence d'un Flagellum et du noyau si caractéristique des Péridiniens.

Il est vrai que plusieurs caractères réunis peuvent être concluants lorsqu'un seul ne suffit pas, et Stein use de ce principe de classification lorsqu'il place les Flagellés parmi les Infusoires, parce que « la possession d'un noyau et de

réservoirs contractiles, conjointement avec des mouvements ciliaires, font reconnaître les Infusoires (1) »; mais le criterium de Stein n'a pas cours, que je sache, auprès de tous les savants, et s'il était reconnu exact, il faudrait procéder à une revision considérable du monde organique inférieur pour arriver à un classement rationnel.

CERATIUM CORNUTUM. Clap. & Lach.

Cer. Hirundinella. Dujardin. Peridinium Cornutum Ehbg.

Cette espèce existe dans notre lac, mais en quantité (en 1887 au moins) infiniment plus minime que le Cer. macroceros; je n'ai commencé à la voir que plusieurs mois après avoir entrepris cette étude; depuis, je l'ai retrouvée quand je l'ai voulu, toujours à la même place, dans la vase du fond, à dix mètres de profondeur, vis-à-vis de Sécheron, non loin du port de Genève.

Le Cer. cornutum est bien différent du précédent; il ne possède que trois cornes, deux en arrière, très courtes et un peu recourbées, une en avant, courte aussi, très recourbée à droite et en avant (2), à l'extrémité tronquée en biais et fermée; les cornes sont remplies entièrement de matière verte; le corps, très trapu, est de la grandeur de celui du Cer. macroceros, mais l'apparence est beaucoup moins élancée à cause de la brièveté des cornes; l'enfoncement du ventre est moins brusque; le squelette est plus résistant et les pièces diverses se voient plus difficilement.

D'ailleurs, on peut y faire absolument les mêmes observations que sur le Cer. macroceros, bien que le corps, plus foncé, s'y prête moins; on y remarque la tache rouge, le noyau, le Flagellum unique, les gouttes d'huile, les embryons internes, etc. Cette espèce possède une locomotion beaucoup plus irrégulière que la précédente; elle tourne souvent sur elle-même en avançant, et va plus lentement, tout cela, sans doute, à cause des proportions moins symétriques de son corps.

Perty, qui en a donné une courte, mais excellente description, l'a trouvée près de Berne, dans des tourbières et dans le voisinage de Lemnacées et de Characées, qu'elle affectionne particulièrement. Peut-être se trouve-t-elle aussi chez nous en compagnie de Characées, car j'ai quelquefois trouvé dans mon eau des anthéridies de cette algue; mais je n'ai pas pu m'assurer du fait.

⁽¹⁾ Der Besitz eines Nucleus und contractiler Behälter in Vereine mit wimperartigen Bewegungen machen die Hauptkennzeichen der Infusionsthiere aus. — Stein. Org. der Infusionsthierchen.

⁽²⁾ Sur ma figure 3, planche I, elle est recourbée à gauche, l'individu étant vu de ventre.

Perty assure que, pendant bien des années, cette espèce a été très rare, en 1847 introuvable; puis, qu'elle est devenue tout d'un coup très abondante en 1848 et 1849, jusqu'à colorer l'eau comme une poussière verte; il la donne également comme variant de couleur, passant du vert au brun suivant la température et la localité. Je crois que la saison joue là un grand rôle, comme pour le Cer. macroceros, que j'ai vu en général d'un vert gai au printemps, puis verdâtre, et passant au jaune et au brunâtre à mesure que la saison avançait.

EXPLICATION DES PLANCHES

LES LETTRES ONT LA MÊME SIGNIFICATION DANS TOUTES LES FIGURES

Pièces du squelette.

A.	Frontales.	E.	Ecusson.
B.	Basales antérieures.	F.	Basale postérieure.
C.	Cornes postérieures.	G.	Petite pièce buccale.
D.	Pièce de recouvrement postérieure (selle).	H.	Ceinture.
b .	Bouche.	n.	Noyau.
e.	Embryons internes.	0.	Ouverture de la corne frontale
f	Flagellum	m	Protonlasma oris

- Flagellum. p. Protoplasma gris.
 Grains de chlorophylle. s. Suc cellulaire.
 Gouttes d'huile. t. Tache brune.
- Leucites. v. Vésicule pulsatile. (??)
- m. Membrane protoplasmique.

Planche I

- Fig. 1. Ceratium macroceros, vu par la face ventrale. Grossissement, 600 diam.
- Fig. 2. Le même, vu de dessus.
- Fig. 3. Ceratium cornutum. Clap. et Lachm.
- Fig. 4. Le même, vu de côté.
- Fig. 5. Individu laissant échapper son contenu par la bouche; de côté on voit une bulle protoplasmique rejetée par la fente de la ceinture, dont les pièces se sont séparées. En haut, une petite bulle sortie par l'ouverture frontale s'est collée à la corne.
- Fig. 6. Embryon à deux noyaux, en train de se diviser; la membrane d se resserre aussi; le tout est entouré d'une couche très fine mucilagineuse r.
- Fig. 7. Embryon s'échappant au dehors, muni d'une fine couche de mucilage r autour de son enveloppe d, et se livrant à des mouvements saccadés.
- Fig. 8. Embryon immobile dans son enveloppe dure.
- Fig. 9. Un embryon vu à l'intérieur de la mère, avec sa membrane dure d.
- Fig. 10. Un Ceratium avec quatre embryons internes; l'intérieur du corps a à peine été figuré pour mieux faire ressortir les embryons.
- Fig. 11. Ceratium se renouvelant par rénovation totale; d, membrane dure dans laquelle l'organisme s'enkyste.

- Fig. 12. Individu dépouillé de presque toute sa cuirasse, avec chlorophylle rassemblée en ruban.
- Fig. 13. Individu jeune?
- Fig. 14. Embryon s'échappant de son kyste par une déchirure transversale; d, membrane dure du kyste; d', membrane nouvelle encore tendre et fine de l'embryon.
- Fig. 15 α et β. Deux formes différentes de la tache brune.

Planche II

- Fig. 1. Squelette vu de dos.
- Fig. 2. Le même, vu par la face ventrale.
- Fig. 3. Fragment d'une pièce basale, très grossie, à son point de jonction avec la ceinture.
- Fig. 4. Partie de la ceinture fortement grossie, montrant son mode d'union avec les pièces adjacentes.
- Fig. 5. Les différentes pièces du squelette.

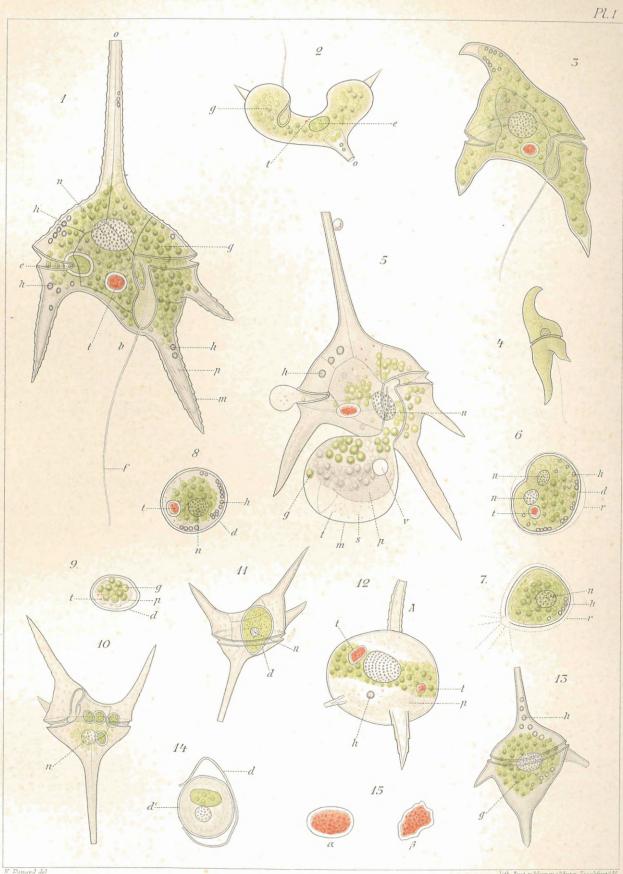
Planche III

- Fig. 1 α, 1 β, 1 γ. Reproduction par fissiparité; les pièces anciennes ayant appartenu à la mère sont d'une teinte plus foncée.
- Fig. 2. Flagellum entortillé et libre, dont le Ceratium s'est débarrassé.
- Fig. 3. Figure représentant la vitesse de marche des granulations ambiantes à portée du Flagellum; les lignes courbes indiquent le chemin suivi, et les lignes pointillées séparent des espaces parcourus dans des temps égaux.
- Fig. 4. Individu en marche, suivant une route circulaire.
- Fig. 5. Bouche et Flagellum; ce dernier décrit dans le liquide, par un mouvement très rapide, une figure de cône.
- Fig. 6 α, β, γ. Etats successifs d'un Flagellum pendant une observation d'une minute.
- Fig. 7 α, β. Flagellum se retirant vivement dans la rainure buccale.
- Fig. 8. Le noyau; α) forme habituelle; β) probablement sur le point de se diviser; γ) passant à travers un obstacle; il redeviendra semblable à α ; δ) paraissant se fragmenter.
- Fig. 9. Les deux nouveaux noyaux d'un Peridinium se divisant. P, pièces du squelette.
- Fig. 10. Peridinium dont les pièces s'écartent par la pression. P, pièces du squelette. n, noyau entouré de filaments protoplasmiques rayonnants. g, matière colorante jaunâtre rassemblée près du noyau.

NOTE

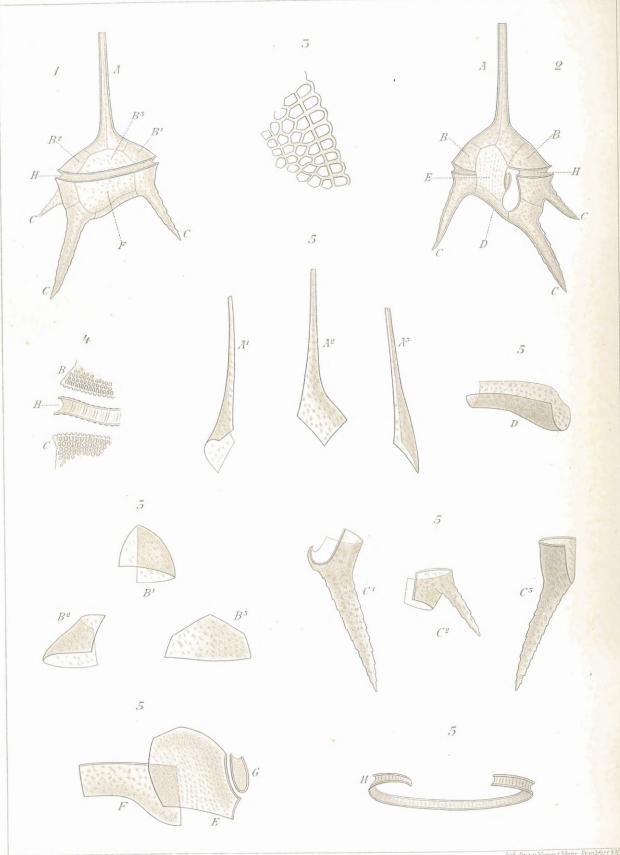
En relisant le texte déjà imprimé de ce mémoire, mon attention a été attirée sur un point que je n'ai pas traité d'une manière suffisamment explicite: il s'agit de la formation de chaînes d'individus chez le Ceratium.

Si l'on se reporte à la figure 6 de la planche I, on y verra un embryon en train de se dédoubler, et l'on pourra remarquer que la couche mucilagineuse r est restée étrangère à l'étranglement. Il est évident qu'une fois la division achevée, les deux individus nouveaux se trouveront alors renfermés dans une même couche de mucilage, formant dans le fait une chaîne de deux embryons. Si nous supposons maintenant, ce qui n'a rien d'impossible, que chacun se dédoublera de nouveau, la couche mucilagineuse restant indifférente, nous aurons quatre embryons à la suite les uns des autres, et les individus pourraient plus tard se développer encore attachés par du mucilage, et conservant, les uns par rapport aux autres, certaines positions déterminées.

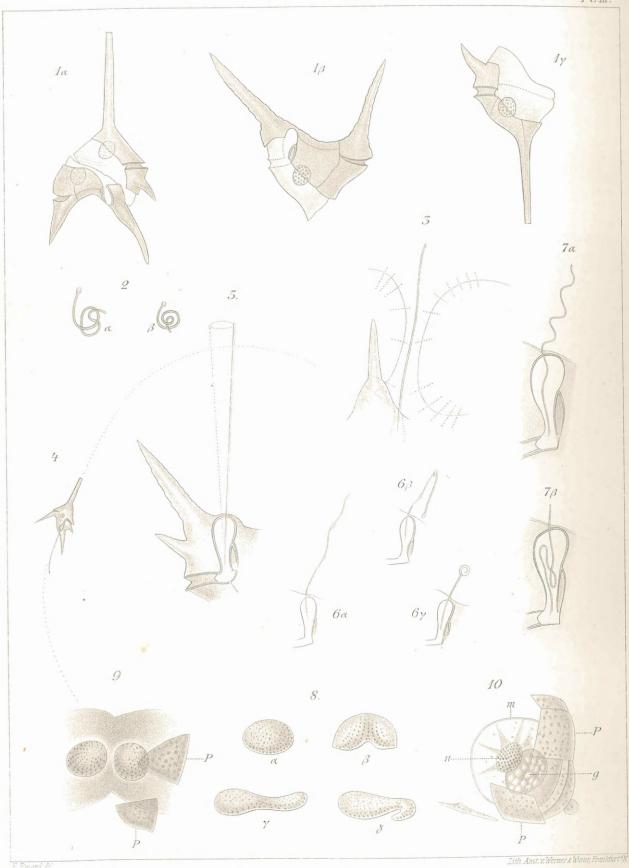


E. Penard del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt M



Lith Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt & M.



E. Penara de.