Étude phytoplanctonique, expérimentale et descriptive des eaux du Lac de Genève

Objekttyp: **Group**

Zeitschrift: **Archives des sciences physiques et naturelles**

Band (Jahr): **1 (1919)**

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

ETUDE

PHYTOPLANCTONIQUE, EXPÉRIMENTALE ET DESCRIPTIVE

des eaux du Lac de Genève

PAR

Louis REVERDIN

(Avec 1 planche hors texte, 1 graphique et 111 figures dans le texte).

Introduction.

Ce travail a été effectué au laboratoire de l'Institut de botanique de Genève sous la direction de M. le professeur Chodat. Qu'il me soit permis, en commençant, de lui exprimer toute ma reconnaissance pour les bons conseils qu'il n'a cessé de me donner, pour l'intérêt qu'il m'a témoigné dans mon travail et pour l'obligeance inlassable avec laquelle il a mis à ma disposition soit sa riche bibliothèque algologique, soit les résultats de sa longue expérience en matière algologique.

Mes premières recherches datent du mois d'octobre 1916. J'ai pensé qu'il était nécessaire, en premier lieu, de me mettre au courant de la flore planctonique du lac Léman. Malheureusement, durant ces années de guerre, il me fut impossible d'utiliser le fameux bateau « Edouard Claparède » mis à la disposition de feu le professeur Yung pour ses recherches de zoologie lacustre. Ainsi le territoire d'exploration devenait plus restreint. Je devais me contenter d'étudier la flore superficielle. Pouvant être appelé à plusieurs reprises au service militaire, il m'était difficile d'entreprendre un travail suivi durant une ou

deux années. On ne sera donc pas étonné de ne pas voir figurer dans ce travail des études se rapportant aux variations quantitatives du plancton ou de certaines espèces durant ces dernières années. Je ne disposais pour ces recherches que d'un modeste bateau à rames et de quelques filets d'un type très simple. La plus grande partie des pêches furent effectuées entre le Port-Noir et l'Ariana, quelques-unes en face d'Hermance; en outre M. l'ingénieur Bétant, directeur du Service des Eaux de la ville de Genève, a bien voulu me remettre des échantillons de plancton pris directement sur la conduite d'arrivée de l'eau d'alimentation de la ville. Je lui adresse ici mes remerciements. On trouvera dans ses travaux [1] d'utiles renseignements sur la répartition annuelle du plankton à la profondeur de 15 m, qui est celle de l'entrée de la conduite en face de Pregny. J'ai fait aussi quelques filtrages directement au robinet du laboratoire, spécialement lorsque le temps empêchait toute sortie sur le lac.

J'exposerai le résultat de ces nombreuses pêches dans la deuxième partie de ce travail. Dans la première partie je traiterai le côté expérimental de mes recherches sur les algues planctoniques au point de vue de leur survivance, de leur résistance et de leur culture.

PREMIÈRE PARTIE

Chapitre I. — Recherches sur la survivance, la résistance et la culture des algues planctoniques.

Jusqu'ici les algologues se sont surtout efforcés de décrire les multiples formes rencontrées dans le plancton, d'en tracer la biologie et d'en découvrir les courbes de variation. Ainsi, peu à peu, la systématique s'est enrichie d'une manière étonnante. Malgré tous ces travaux, la partie systématique de la planctologie est loin d'être terminée; le sera-t-elle du reste jamais? Il

[1] A. Bétant. 1° Observations sur le plankton de l'eau du lac de Genève: 1914 à 1917. Février 1918. 2° Essais de traitement du plankton par le sulfate de cuivre. Février 1918. 3° Id. Expériences de 1918. Genève, mars 1919.

me semble qu'aujourd'hui le devoir des planctologues est de se tourner du côté de l'expérience, ce qui nous permettra de nous orienter un peu plus facilement dans cette multitude de formes et de jeter des bases moins fragiles qu'actuellement sur les variations soit des formes elles-mêmes, soit de leur répartition dans nos eaux.

Tous ceux qui se sont occupés des algues planctoniques savent combien ces organismes sont délicats et combien il est difficile de les conserver vivants durant un long laps de temps qui permettrait de les suivre dans leur évolution complète. Les cultures pures des bactéries, des algues vertes et des champignons ont rendu à la science de tels services qu'il faut bien espérer que de pareils résultats seront un jour ou l'autre obtenus pour les algues planctoniques. C'est à cet effet que j'ai entrepris quelques expériences qui ont surtout en vue de préparer le terrain dans cette voie.

Mes essais ne datent que du mois de décembre 1918. Pour les raisons déjà indiquées, je n'aurais pu les entreprendre avant. Je crois que les résultats obtenus jusqu'ici méritent d'être signalés dès maintenant. Il s'agissait de récolter du plancton frais et de l'ensemencer dans des milieux définis pour se rendre compte pour chaque espèce en particulier de sa résistance, de sa survivance et de sa multiplication dans ces différents milieux. Le matériel se composait d'une série de flacons Erlenmeyer de 200 cm³, de flacons de 400 cm³ et de boîtes de Pétri avec plaques en porcelaine dégourdie.

Les solutions nutritives stérilisées étaient les suivantes : 1° eau du lac, 2° Detmer sans fer, 3° Detmer avec fer (0,1 ‰), 4° Richter.

Detmer (sans fer) :

Eau distillée	1000	gr.	
Azotate de calcium	1	»	Ca^2NO^3
Chlorure de potassium	0,25	»	KCl
Sulfate de magnésium	0,25	»	$MgSO^4$
Phosphate de potassium	0,25	»	KH^2PO^4

Detmer (avec fer) :

Idem. + 0,1 gr. chlorure ferreux $FeCl^3$

Richter :

Eau distillée	1000 gr.	
Chlorure de potassium	0,2 »	KCl
Nitrate de potassium	0,2 »	K^2NO^3
Sulfate de magnésium	0,05 »	$MgSO^4$
Silicate de potassium	0,01 »	K^2SiO^3
Sulfate ferreux	traces	$FeSO^4$

Les algues planctoniques vivant dans notre lac se trouvent dans un milieu extrêmement pauvre en sels dissous. Dans 1000 gr de l'eau de surface on ne trouve que 0,175 gr de sels dissous.

Les solutions nutritives n'ont pas été employées dans leur composition normale mais diluées au $^1/_{10}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$. Ainsi nous pourrons nous rendre compte de l'influence de la concentration.

J'ai pensé aussi que la lumière devait jouer un certain rôle dans la vie des algues planctoniques. Pour reconnaître son influence, j'ai placé certains milieux à la lumière naturelle, d'autres sous des filtres colorés formés par deux cloches à double parois (cloches Sénebier) contenant l'une du sulfate de cuivre ammoniacal à 1 %, l'autre du bichromate de potassium à 3 %. L'examen spectroscopique montre que sous la cloche bleue ne passe qu'une moitié du spectre allant du jaune au violet, le jaune étant très faible; sous la cloche jaune ne passent que les rayons allant du vert au rouge.

Finalement un troisième lot se trouvait à l'obscurité d'une chambre noire.

L'aération de l'eau devant entrer en ligne de compte, j'ai réalisé dans ce but le système de cultures que je nomme dès à présent les « cultures aérées » pour n'avoir pas à y revenir. Dans ce but j'ai employé des flacons de 400 cm³; le bouchon est percé de deux trous dans lesquels passent deux tubes de verre: le tube d'arrivée plongeant dans le liquide, terminé par une sphère percée de plusieurs petits trous dans le but de régulariser l'entrée de l'air, et le tube d'aspiration ne plongeant pas dans le liquide. Ces deux tubes sont munis d'un bouchon d'ouate qui, tout en laissant passer l'air, arrête les poussières qui pourraient être entraînées.

Ces cultures aérées étaient mises en relation avec une trompe

à eau et ceci durant une demi-heure par jour pour chaque flacon.

Les cultures sur plaques ont été faites de la manière suivante. La plaque de porcelaine dégourdie était mise dans une boîte de Pétri de petite dimension, le liquide nutritif arrivant à mi-hauteur de la plaque; le tout est placé dans une grande boîte de Pétri avec couvercle, une couche d'eau entre les deux Pétri empêchant une évaporation trop rapide.

En se reportant au graphique ci-joint on trouvera au-dessous de chaque lettre D (début des expériences) les milieux sur lesquels ont porté ces recherches. J'ai pensé que pour une première orientation, il était inutile de multiplier par trop ces essais.

Pour ensemencer ces milieux j'ai employé du plancton frais pêché le 18 décembre 1918, à la surface du lac de Genève, entre l'Ariana et le Port-Noir. Afin d'obtenir un ensemencement égal dans chaque milieu, j'ai remué activement le sédiment dans 500 cm^3 d'eau du lac, puis avec une pipette j'ai prélevé 2 cm^3 de cette solution pour ensemencer chaque flacon; ainsi la concentration était presque rigoureusement la même pour chacun d'eux. Après l'inoculation on ne voyait apparaître qu'un léger trouble au fond de chaque flacon.

Pour les cultures sur plaques, j'ai ensemencé le même nombre de gouttes sur chacune d'elles.

L'analyse du plancton d'inoculation, celui du 18 décembre 1918, fournit les résultats ci-dessous. Je donne la liste des organismes rencontrés dans l'ordre décroissant que je divise en trois groupes :

1° Algues dominantes (en très grand nombre).
2° Algues fréquentes.
3° Algues plus rares ou même isolées.

1° *Asterionella; Synedra; Fragilaria.*

2° *Dinobryon divergens; Coccomyxa; Mallomonas elongata,* spec. nov.; *Cymatopleura; Ankistrodesmus genevensis; Cosmarium depressum,* var. *planctonicum; Peridinium tabulatum; Ceratium; Botryococcus.*

3° *Closterium Nordstedtii, aciculare; Oocystis; Pediastrum; Sphaerocystis; Melosira; Achnanthes; Mesocarpus; Ulothrix; Scenedesmus, Cryptomonas.*

Ce plancton est caractérisé par la forte prédominance des Diatomées purement planctoniques accompagnées, il est vrai, d'Algues vertes, mais ces dernières, si elles sont variées quant à leur genre, sont tout de même peu nombreuses.

Parmi les Dinoflagellés on ne rencontre guère que le *Peridinium tabulatum* et quelques *Ceratium*.

Les Flagellés ne sont représentés que par les *Dinobryon*, les *Mallomonas* et les *Cryptomonas*.

Il est utile de noter la présence de ces Flagellés, car nous verrons dans la suite que c'est surtout dans ce groupe que la survivance est la plus courte en mettant à part les *Cryptomonas*.

La présence des *Cymatopleura*, des *Closterium*, des *Pediastrum* ainsi que des Algues vertes filamenteuses, qui paraît assez surprenante à première vue dans une pêche de surface, s'explique par le fait que cette pêche a été effectuée quelques jours après une bise assez violente; les unes étant ramenées à la surface, les autres amenées des régions littorales.

Examinons maintenant ce qui est advenu de ces cultures après 30 et 60 jours et pour ceci reportons-nous au graphique. Sous les lettres D, comme je l'ai déjà dit, les rectangles noirs représentent la quantité du plancton au 18 décembre 1918. Les augmentations en algues vertes sont marquées par les rectangles plus grands noirs; en Diatomées purement planctoniques *(Asterionella, Synedra, Fragilaria, Cyclotella)* par les traits verticaux; en Diatomées non planctoniques *(Achnantes)* par les quadrillés. Les colonnes 30 et 60 indiquent l'état des cultures 30 et 60 jours après l'inoculation.

§ 1. — Cultures en solutions a la lumière naturelle.

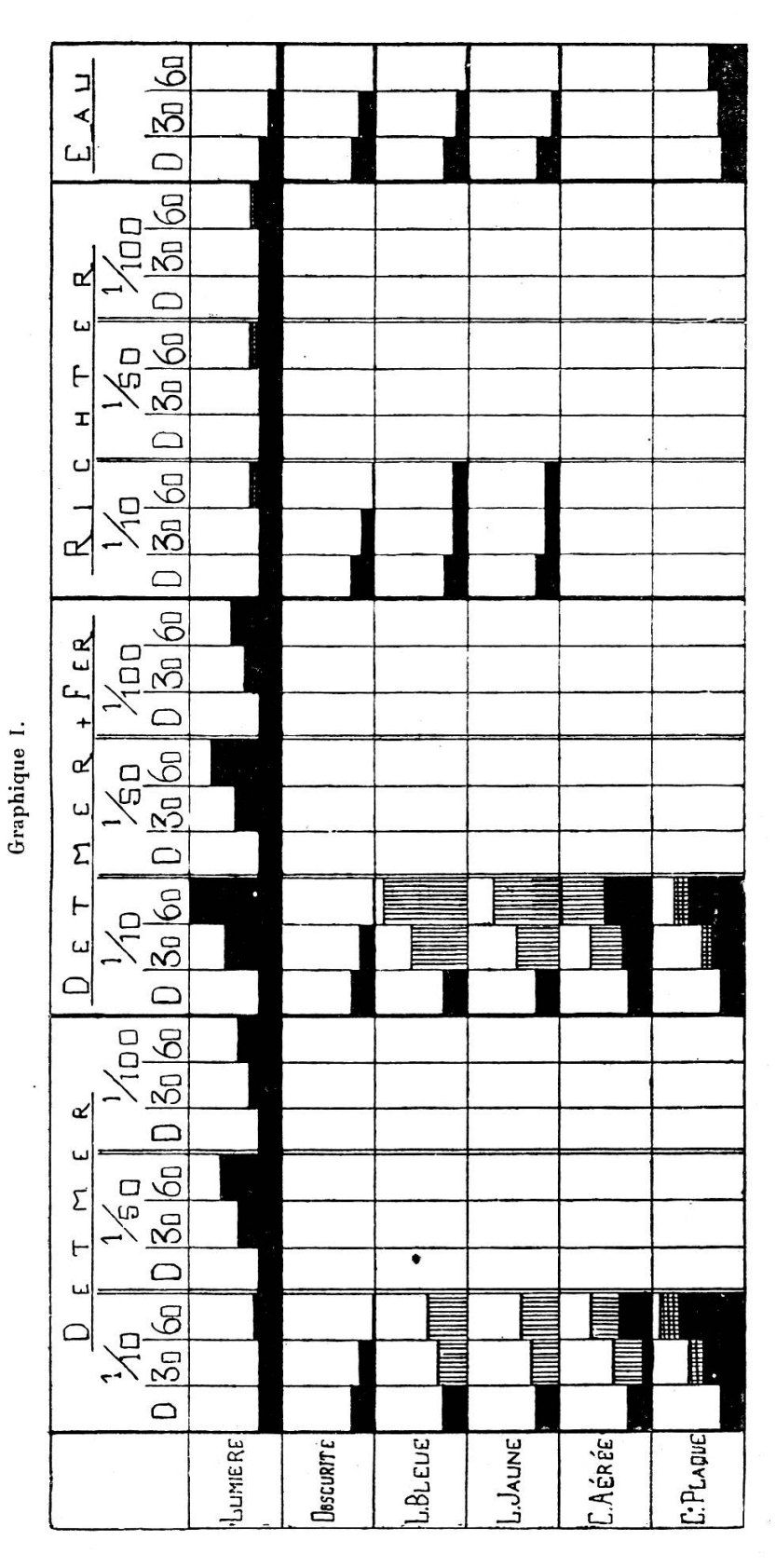
A. 30 jours après l'inoculation.

On obtient pour les différents milieux les résultats suivants :

a) Detmer (sans fer) 1/10.

L'augmentation est nulle ; tous les Flagellés ont disparu. Les *Peridinium* sont sous la forme de kystes ou nagent librement sous la forme nue *(Gymnodinium)*.

Les Diatomées planctoniques sont fortement détériorées; la meilleure conservation s'observe pour les *Fragilaria*.


Detmer
1/10
1/50
1/100
D 30 60
Detmer + Fer
Richter
Eau
Lumière
Obscurité
L. Bleue
L. Jaune
C. Aérée
C. Plaque

Graphique I.

Les *Cymatopleura* sont encore bien conservés.

Parmi les Algues vertes, les *Chlorella* commencent à se multiplier; l'*Ankistrodesmus genevensis* subit une déformation, sa forme est plus courte, les cellules filles deviennent triangulaires allongées. Il n'y a plus de grandes colonies.

Les *Sphærocystis* se désagrègent aussi.

Quelques filaments de *Mesocarpus* se développent.

Parmi les Algues filamenteuses apparaissent aussi quelques filaments d'*Hormospora* qui ne sont sans doute que des états plus ou moins gelifiés des *Ulothrix,* et quelques jeunes thalles d'un *Microthamnium.*

b) Detmer (avec fer) 1/10.

L'augmentation est très marquée. Les cultures sont d'un beau vert.

Des Flagellés on ne retrouve plus que les *Cryptomonas* qui continuent à se développer et sont très mobiles; cependant on trouve aussi quelques stades gelifiés contenant un nombre plus ou moins grand de *Cryptomonas* sans flagellum. Nombreux *Gymnodinium* accompagnés de quelques kystes du *Peridinium.*

Les Diatomées planctoniques sont bien conservées mais ne se divisent plus.

Les *Cymatopleura* montrent une grande accumulation de globules huileux dans le protoplasma.

Mais, dans son ensemble, l'augmentation est due aux Algues vertes et spécialement par les *Scenedesmus,* les *Sphærocystis* sous forme de zoospores, les *Chlorella* et *Ankistrodesmus genevensis* modifiés.

On retrouve aussi : *Cosmarium, Oocystis, Closterium aciculare* et *Cl. Nordstedtii, Scenedesmus* stade *Dactylococcus, Mesocarpus, Ulothrix, Microthamnium, Stigeoclonium.* Parmi les formes très rares au début, signalons le développement d'*Ankistrodesmus aciculare* et *fasciculatum,* ainsi que celui des *Oscillatoria.*

c) Richter 1/10.

Comme pour le Detmer sans fer au 1/10, l'augmentation est nulle. Plus trace de Flagellés; quelques rares *Gymnodinium* et kystes de *Peridinium.* Les Diatomées planctoniques sont complètement détruites. Les *Cymatopleura* persistent seuls.

Les Algues vertes sont représentées par les formes suivantes :

Ankistrodesmus genevensis, fasciculatum; Sphærocystis encore en colonies; *Stichococcus, Ulothrix, Oocystis.*

d) Eau du lac.

Dans ce dernier milieu, déjà après 30 jours on remarque une forte diminution.

Tous les Flagellés ont disparu ainsi que les Diatomées planctoniques; quelques *Cymatopleura* remplis de réserves huileuses persistent. A côté de kystes de *Peridinium,* on trouve des *Gymnodinium* encore mobiles.

Les Algues vertes sont très rares, ce sont des *Chlorella, Scenedesmus, Ankistrodesmus genevensis, Closterium aciculare* et *Cosmarium.*

Je signale aussi la persistance d'une chaîne de 10 cellules du *Tabellaria fenestrata.*

La description qui vient d'être donnée de l'état des cultures après 30 jours dans ces quatre milieux me permettra d'être bref dans l'analyse des cultures au bout du même temps pour des concentrations différentes, c'est-à-dire pour les solutions au 1/50 et au 1/100.

e) Detmer (sans fer) 1/50.

Le développement est plus accusé que dans les solutions au 1/10, il y a même une augmentation marquée due aux Algues vertes, Se développent activement: les *Chlorella, Scenedesmus, Ankistrodesmus genevensis, Sphaerocystis* soit isolés, soit en colonies, *Hormospora, Stichococcus, Ulothrix, Mesocarpus, Stigeoclonium.*

On retrouve aussi quelques *Cosmarium* qui n'existent plus au 1/10, ainsi que de *Cryptomonas* mobiles. Pour le reste il y a concordance avec la solution au 1/10.

f) Detmer (sans fer) 1/100.

Là encore nous avons une augmentation mais plus faible qu'au 1/50. Ici elle est due au développement des *Stichococcus, Chlorella, Hormospora, Mesocarpus.* Les *Scenedesmus* et *Ankistrodesmus* sont plutôt rares.

g) Detmer (avec fer) 1/50.

L'augmentation est plus faible qu'au 1/10; sa composition est la même qu'au 1/10 à part l'absence des *Oscillatoria.*

h) Detmer (avec fer) 1/100.

Le développement est encore moins accusé qu'au 1/50. Ici les *Cryptomonas* font complètement défaut. Il en est de même pour les *Cymatopleura*. Les Algues vertes qui se multiplient sont les mêmes que dans les milieux au 1/10 et 1/50.

i) Richter 1/50.

Pas d'augmentation. Les *Gymnodinium* sont immobiles, les Algues vertes sont plus rares qu'au 1/10. On ne trouve guère que *Ankistrodesmus genevensis et Sphaerocystis.*

j) Richter 1/100.

Il n'y a aucune différence entre les cultures au 1/50 et celles au 1/100.

Je peux résumer les résultats auxquels conduisent ces cultures à la lumière naturelle dans les milieux liquides après 30 jours en envisageant le sort de chaque famille séparément.

Flagellés. — *Dinobryon-Mallomonas.* Ce sont les plus délicats et les moins résistants, nous ne les retrouvons plus dans aucun des milieux considérés.

Cryptomonas. Ils ne se développent que dans les milieux avec fer. On les trouve surtout abondants dans le Detmer fer au 1/10 à l'état libre ou gélifié. Leur développement plus faible au 1/50 est nul au 1/100. Dans le Detmer sans fer je n'en ai retrouvé que dans les solutions au 1/50. Je rappelle ici que, contrairement à ce qui se passe dans les milieux avec le fer, le développement général est plus fort ici au 1/50 qu'au 1/10.

Péridiniacées. — Pour cette famille l'action favorable du fer se fait aussi sentir mais d'une manière moins nette que pour les *Cryptomonas.* Dans tous les milieux les *Péridinium* se retrouvent soit à l'état enkysté, soit à l'état mobile *(Gymnodinium)*, ceux-ci se développent surtout sur le Detmer fer 1/10 où ils sont très mobiles. Dans le Richter au 1/50 et 1/100 ils deviennent immobiles.

Diatomées planctoniques. — Partout elles sont en voie de régression, elles ont même complètement disparu dans le Richter et l'eau du lac. Dans le Detmer sans fer seuls les *Fragilaria* sont en bon état. Dans le Detmer avec fer la plupart sont conservées pour les solutions au 1/10.

Cymatopleura. — Ils sont plus résistants que les autres Diatomées, on les retrouve dans tous les milieux, mais ils sont

mieux conservés dans les solutions au 1/10. En général leur protoplasma se remplit de grosses gouttelettes huileuses.

Algues vertes. — Développement très accusé dans les solutions Detmer avec fer, et diminuant progressivement avec les concentrations au 1/10, 1/50 et 1/100.

Pour le Detmer sans fer l'accroissement est nul au 1/10, bien marqué au 1/50, il est plus faible au 1/100. Il n'y a pas d'augmentation dans le Richter ; dans l'eau il y a réduction.

Oscillatoriées. — Les *Oscillatoria* ne se sont montrées que dans le milieu Detmer fer au 1/10 où elles se divisent activement.

L'examen de ses mêmes cultures au bout de 60 jours donne les résultats que voici :

B) 60 jours après l'inoculation.

I. Detmer (sans fer).

a) Solution au 1/10.

Léger développement dû aux Algues vertes ainsi qu'aux *Achnanthes*. Quelques *Fragilaria* sont bien conservés ; *Gymnodinium* encore mobiles ; *Cymatopleura* se maintient. Les Algues vertes se multiplient lentement.

b) Solution au 1/50.

L'augmentation continue, grand développement des *Chlorella* en particulier ; plus d'état mobile *Gymnodinium*.

c) Solution au 1/100.

Le développement se poursuit pour les Algues vertes, les *Mesocarpus* perdent leur coloration, *Cymatopleura* se maintient ainsi qu'au 1/50. Les *Gymnodinium* sont aussi enkystés.

II. Detmer (avec fer).

a) Solution au 1/10.

Grande multiplication des Algues vertes. Les Diatomées planctoniques ne sont plus représentées que par quelques *Fragilaria* et des éléments isolés, désagrégés de l'*Asterionella*. *Cymatopleura* se maintient. Nombreux kystes de *Peridinium*, plusieurs *Gymnodinium* sont encore mobiles, on y voit apparaître une forte pigmentation rouge.

Les Algues vertes sont en pleine prospérité. Sont particulièrement abondantes les formes suivantes *Chlorella ; Ankistrodesmus aciculare, fasciculatum, genevensis ; Scenedesmus ;* à côté nous retrouvons *Closterium aciculare, Nordstedtii ; Cosmarium*

depressum; Oocystis; Sphaerocystis; Coccomyxa, Mesocarpus, Ulothrix.

Ankistrodesmus genevensis se montre sous sa nouvelle forme; il est fortement vacuolisé. Le *Cosmarium depressum* se présente souvent avec des divisions anormales.

Les *Oscillatoria* se développent aussi.

b) Solution au 1/50.

Le développement se poursuit. Les Diatomées planctoniques ont disparu. *Cymatopleura* se maintient. Kystes et *Gymnodinium* mobiles rares. Les Algues vertes se développent bien à part *Mesocarpus* qui jaunit.

c) Solution 1/100.

Les Algues vertes se développent. *Cymatopleura* reste comme Diatomées. Absence de *Gymnodinium,* états enkystés. *Mesocarpus* est aussi détérioré.

III. Richter.

a) Solution au 1/10.

Légère augmentation due aux *Achnanthes. Cymatopleura* en bon état. Péridiniacées toutes enkystées.

b) Solution au 1/50.

Le développement est le même qu'au 1/10.

c) Solution au 1/100.

L'augmentation est plus faible encore, on retrouve les mêmes formes.

IV. Eau du lac.

La diminution s'accentue. *Cymatopleura* se maintient. A côté de quelques Algues vertes isolées comme *Scenedesmus Stichococcus, Sphaerocystis* et *Ankistrodesmus genevensis* on retrouve les kystes des *Péridiniacées.*

Comme je l'ai fait pour les cultures après 30 jours, je résume ici les résultats obtenus 60 jours après l'inoculation en milieux liquides à la lumière naturelle, sans parler des Flagellés dont la disparition totale a eu lieu avant 30 jours.

Diatomées planctoniques. — Les *Fragilaria* ne sont conservés que dans le Detmer avec ou sans fer au 1/10. Ils sont en meilleur état dans le Detmer avec fer au 1/10. Les *Asterionella* ne se retrouvent que dans ce milieu, mais la forme étoilée a disparu, on ne rencontre que des éléments désagrégés, grou-

pes de 2 ou 3 cellules et en plus grand nombre des cellules isolées.

Cymatopleura. — Se retrouvent dans tous les milieux toujours avec la formation de réserves sous forme de gouttelettes huileuses.

Péridiniacées. — Les formes enkystées se retrouvent dans tous les milieux. Les *Gymnodinium* mobiles sont encore nombreux dans le Detmer fer au 1/10, plus rares au 1/50 mêlés à des formes non mobiles. Dans le Detmer sans fer les *Gymnodinium* mobiles ne se retrouvent que dans les solutions au 1/10. Il n'y a plus que des formes immobiles au 1/50 et des formes enkystées au 1/100.

Algues vertes. — L'augmentation est sensible dans les milieux Detmer fer aux diverses concentrations. Dans le Detmer sans fer le développement est prononcé au 1/50, moins fort au 1/100 et très faible au 1/10. Il est presque nul dans les milieux Richter; dans l'eau du lac il y a régression. Le *Mesocarpus* périclite dans le Detmer sans fer au 1/100, dans le Detmer avec fer au 1/50 et au 1/100. Dans le Detmer fer au 1/10 *Cosmarium* présente de nombreux états de multiplications anormales.

Oscillatoriées. — Oscillatoria continue a se développer dans le Detmer fer au 1/10.

§ 2. — Cultures sur plaques.

Ces cultures ont été faites à la lumière naturelle et dans trois milieux. 1° Detmer sans fer; 2° Detmer avec fer; 3° Eau du lac. Elles conduisent aux résultats suivants:

A) 30 jours après l'inoculation.

a) Detmer (sans fer) 1/10.

Les Flagellés et *Cryptomonas* ont disparu; les Péridinacées ne se retrouvent ni sous la forme mobile, ni sous la forme de kyste. Les Diatomées planctoniques et *Cymatopleura* sont détruites. Par contre il y a un grand développement en Algues vertes fourni par les formes suivantes: *Chlorella,* très abondantes se multipliant à l'état libre ou dans les coques des *Dinobryon* morts, la présence de matières organiques favorisant sans

doute le développement dans ces conditions; *Stichococcus; Sphaerocystis* soit en cellules isolées soit en colonies sans forme définie, nombreux états de zoosporanges; *Microthamnium; Scenedesmus* et *Ankistrodesmus* sont rares.

A côté de l'enduit vert formé par les Algues vertes se montrent des taches brunâtres qui sont dues à des accumulations *d'Achnanthes.*

b) Detmer (avec fer) 1/10.

Le Développement général est moins fort que dans le Detmer sans fer. Ici on retrouve les kystes des Péridiniacées. Parmi les Algues vertes ce sont les *Chlorella* qui se multiplient le mieux. Pour le reste le développement est le même que dans le Detmer sans fer, mais plus faible.

c) Eau du lac.

L'augmentation est presque nulle. On y retrouve aussi quelques kystes de Péridiniacées, à part cela seules les Algues vertes sont conservées. Tout le reste a disparu.

On obtient ainsi pour les cultures sur plaques à la lumière les données ci-dessous au bout de 30 jours.

Flagellés et Cryptomonas. — Complètement détruits dans les trois milieux.

Péridiniacées. — Quelques formes enkystées dans le Detmer fer au 1/10 et dans l'eau du lac.

Diatomées planctoniques. — Dans les trois milieux disparition totale. *Cymatopleura* ne se retrouve nulle part.

Achnanthes. — Se développe dans les milieux Detmer et d'une manière plus intense dans le Detmer sans fer.

Algues vertes. — Elles se conservent dans l'eau du lac et se multiplient dans le Detmer. La multiplication est aussi plus forte dans le Detmer sans fer. La forme la plus abondante est fournie par les *Chlorella.* Le *Sphaerocystis* est à l'état de cellules isolées ou en grosses colonies irrégulières.

B. 60 jours après l'inoculation.

a) Detmer (sans fer) 1/10.

Le développement se poursuit; le *Sphaerocystis* forme de nombreux zoosporanges; *Stichococcus* montre un protoplasma fortement vacuolisé; *Scenedesmus* toujours rare se présente souvent sous forme de colonies liniaires à 8 ou 12 cellules juxtaposées;

à côté d'*Achnanthes* se développent de nombreuses *Fragilaria gracilis* très mobiles. Les kystes des Péridiniacées sont détruits.

b) Detmer (avec fer) 1/10.

Le développement se continue. Comme dans le Detmer sans fer *Fragilaria gracilis* se multiplie.

c) Eau du lac.

Léger accroissement en Algues vertes fourni spécialement par les *Chlorella; Stichococcus* se désarticule.

Les résultats après 60 jours sont les suivants :

Péridiniacées. — Les kystes ont complètement disparu.

Achnanthes. — Le développement se poursuit dans les milieux Detmer.

Fragilaria gracilis. — Apparaît dans le Detmer sans et avec fer.

Algues vertes. — Augmentation forte dans le Detmer sans fer, plus faible dans le Detmer fer et très légère dans l'eau du lac. *Sphaerocystis* montre de nombreux états zoosporangiaux ; *Stichococcus* se désarticule dans l'eau du lac, dans le Detmer sans fer l'état filamenteux se maintient, ces filaments sont plus ou moins contournés et les cellules fortement vacuolisées. *Scenedesmus* se montre en chaînes de 8 à 12 cellules dans le Detmer sans fer.

§ 3. — Cultures a l'obscurité.

Ces essais ont porté sur 4 milieux : 1° Detmer sans fer 1/10 ; 2° Detmer fer 1/10 ; 3° Richter 1/10 ; 4° Eau du lac. Il était à prévoir que le plancton ne pourrait pas se développer dans ces conditions, mais la formation de kystes ou de spores durables aurait pu se produire pour lutter contre ces conditions défavorables. Voici les résultats obtenus 30 jours après l'inoculation :

Flagellés-Cryptomonas. — Complètement détruits, pas de formation de kystes.

Péridiniacées. — Dans le Detmer fer et dans le Richter disparition totale ; formation de kystes dans le Detmer sans fer et dans l'eau du lac.

Diatomées. — Toutes détruites.

Algues vertes. — Dans le Detmer fer et le Richter aucune

n'a subsisté. Dans le Detmer sans fer et dans l'eau du lac quelques cellules isolées se sont maintenues, ce sont les *Chlorella, Sphaerocystis, Cosmarium.*

60 jours après l'ensemencement la diminution s'accentue. Dans le Detmer fer et le Richter on ne retrouve rien du tout. Pour le Detmer sans fer seuls quelques kystes de Péridiniacées vivent encore. Ils sont détruits dans l'eau du lac où l'on ne retrouve que quelques *Cosmarium.* Comme on le voit la formation de kystes n'a lieu que pour les Péridiniacées.

A l'inverse de ce qui se passe à la lumière, l'action du fer semble néfaste au développement ou plutôt à la conservation des Algues vertes à l'obscurité.

§ 4. — Cultures aérées.

Ces essais ont porté sur les solutions Detmer sans fer 1/10 et Detmer avec fer 1/10.

A. 30 jours après l'inoculation.

a) Detmer (sans fer) 1/10.

Il y a une légère augmentation qui est due, contrairement à ce que nous avons vu jusqu'ici, aux Diatomées planctoniques. Absence de Flagellés et *Cryptomonas.* On rencontre quelques *Gymnodinium* mobiles présentant une forte pigmentation rouge.

Asterionella garde la forme étoilée, mais de nombreuses cellules sont mortes; *Fragilaria* en rubans se développe; *Melosira* et *Cyclotella* se maintiennent en bon état, il en est de même pour *Cymatopleura* remplis de réserves huileuses; *Synedra* se multiplie.

Les Algues vertes sont en régression, on ne retrouve guère que *Ankistrodesmus genevensis* plus ou moins modifié, *Cosmarium Stichococcus, Ulothrix.*

b) Detmer (avec fer) 1/10.

Le développement est beaucoup plus marqué que dans le Detmer sans fer, il est dû ici aussi à la multiplication des Diatomées planctoniques.

Absence de Flagellés et des Péridiniacées. *Cryptomonas* se maintient mobile mais sa coloration tourne au vert.

Fragilaria se développe en rubans droits, en général assez

courts ; il y a sans doute désarticulation produite par le mouvement de l'agitation de l'eau due au passage de l'air. Absence de rubans tordus dans le plancton frais.

Asterionella. — Se divise activement. Dans le plancton frais du 18 XII. 1918 la composition des étoiles peut se déduire des chiffres suivants :

Nombre de cellules par étoiles	Cas rencontrés
1	16
2	8
3	14
4	28
5	10
6	10
7	21
8	**33**
10	6
11	1
16	2

Les étoiles à 8 cellules sont les plus nombreuses, lorsque ce nombre augmente on aboutit à la formation d'une spirale, à la superposition de deux étoiles dans le cas des colonies à 16 cellules ; les angles formés par les cellules ayant atteint leur développement normal sont presque rigoureusement égaux.

A côté de formes étoilées se trouvaient en petite quantité du reste (1,5 %) des formes en chaînes zigzagantes, les cellules restent jointes tantôt par la base tantôt par le sommet.

Il était nécessaire de rappeler ces données pour faire bien ressortir les modifications profondes qu'ont subies les *Asterionella* dans les cultures envisagées. Nous retrouvons ici les étoiles normales bien conservées et à côté de celles-ci de nombreux exemples d'un type nouveau que je désignerai dès maintenant sous le nom d'*Asterionella* en bande[1]. Les figures 1, 2 et 3 montrent

[1] Cette formation en bande chez *Asterionella* n'a été jusqu'ici rencontrée dans la nature que par Woloszynska, J. Dans son travail « Ueber die Variabilität des Phytoplanktons der Polnischen Teiche », *Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie.* Série B. Sc. Nat. Mai 1911, il l'a représentée à la fig. IV, sous le n° 4 et 5. Ces formations en bande de *Asterionella gracillima* (Hantsch). Heib. sont nombreuses au mois de janvier dans l'étang Janow.

de quoi il s'agit. Les cellules se divisent activement et l'écartement reste faible entre chaque cellule, d'où la formation d'un groupe de 7 cellules très rapprochées (fig. 1). La division est encore plus rapide, les cellules restent en contact par leurs

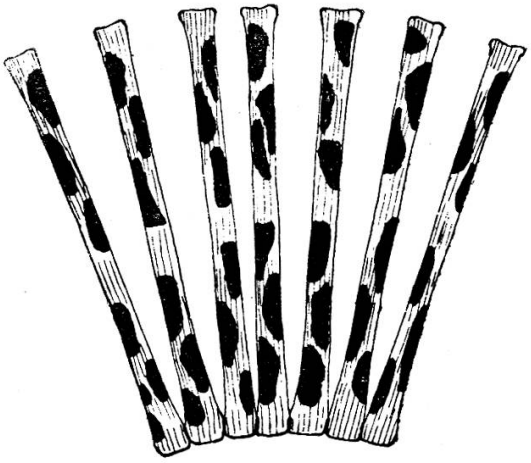


Fig. 1.

deux extrémités et ne se séparent que tardivement (fig. 2). Le même phénomène se reproduit pour la fig. 3, augmenté dans

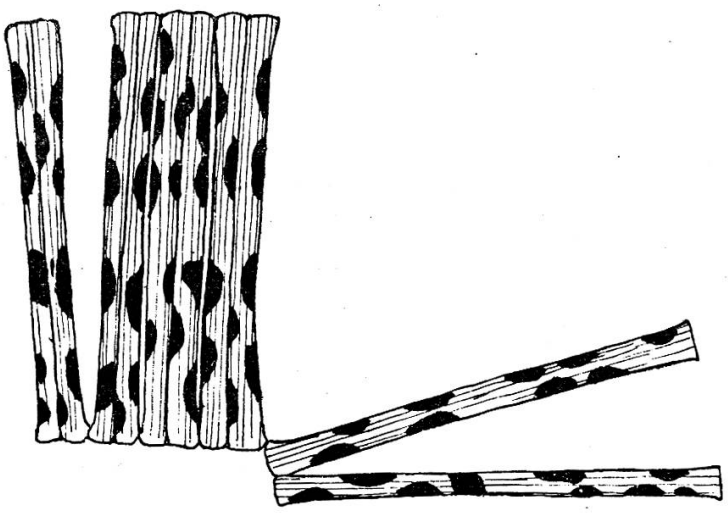


Fig. 2.

ce cas de divisions anormales pour les deux cellules externes. On trouvera plus loin une figure (fig. 4, p. 326) qui montre un cas fréquemment réalisé. Le cas extrême est celui où la tendance à l'écartement des cellules n'existe plus, il y a alors formation en

bandes typiques rappelant grosso modo les colonies de *Fragilaria crotonensis*, cependant le nombre des cellules y est moins considérable, j'en ai compté 12 au maximum.

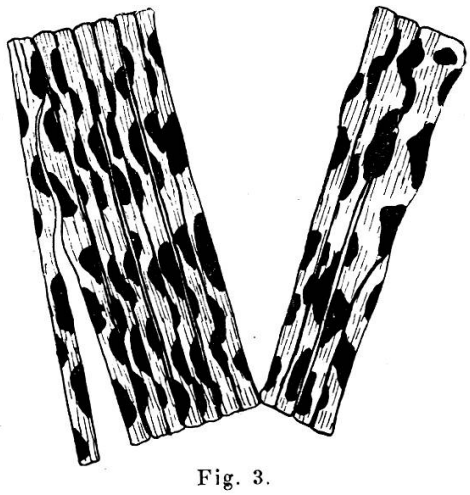


Fig. 3.

Si la formation de ces *Asterionella* en bandes s'explique facilement, les causes de cette transformation sont encore obscures. Est-elle due à une meilleure oxygénation provoquée par l'aération, à l'agitation du milieu; il est probable que ces différents facteurs liés à un certain milieu agissent de pair, vu que dans le Detmer sans fer cette modification ne se présente pas.

Je n'ai jamais rencontré cette formation en bande dans le lac où l'*Asterionella* se présente soit en étoiles soit en chaînes zigzagantes.

Par la longueur moyenne de leurs cellules, ces *Asterionella* en bandes sont du même type que l'*Asterionella* formant les chaînes zigzagantes.

Cymatopleura présente les mêmes caractères que dans le Detmer sans fer. *Synedra* se multiplie aussi. Si dans le Detmer sans fer les Algues vertes périclitent, dans le Detmer fer elles se maintiennent et se développent même légèrement; on y trouve : *Chlorella; Scenedesmus; Cosmarium; Ankistrodesmus aciculare; Closterium aciculare;* quelques *Oocystis; Sphærocystis* à l'état isolé, faiblement coloré; *Pediastrum;* puis comme Algues vertes filamenteuses *Ulothrix? Stigeoclonium? Mesocarpus.*

30 jours après l'inoculation dans les cultures aérées, le sort des diverses formes est le suivant :

Flagellés. — Disparition totale dans les deux milieux.

Cryptomonas. — Persiste dans le Detmer fer mais verdit tout en restant mobile.

Péridiniacées. — Formes *Gymnodinium* avec fort pigment rouge dans le Detmer sans fer. Absence de formes mobiles et de kystes dans le Detmer fer.

Diatomées planctoniques. — Très faible développement dans le Detmer sans fer; les formes sont normales. Forte augmentation dans le Detmer fer, état particulier des *Asterionella,* formes en bandes.

Cymatopleura. — Maintenu dans les deux milieux avec accumulation de gouttelettes huileuses.

Algues vertes. — Diminution pour le Detmer sans fer; augmentation dans le Detmer fer; *Sphærocystis* se désagrège et pâlit.

B. 60 jours après l'inoculation.

a) Detmer (sans fer) 1/10.

Les Diatomées planctoniques disparaissent. *Asterionella* est complètement détruite. Les bandes de *Fragilaria* sont très courtes, mais la multiplication continue. *Cymatopleura* se maintient. *Achnanthes* se développe ainsi que *Synedra.* Les Algues vertes continuent leur développement. Les Péridiniacées ont complètement disparu.

b) Detmer (avec fer) 1/10.

Cryptomonas a disparu, Les Diatomées planctoniques se développent faiblement. La désarticulation des *Fragilaria* s'accentue; il en est de même des étoiles d'*Asterionella;* la forme en bande subsiste. *Cymatopleura* persiste; *Achnanthes* se développe aussi. Les Algues vertes sont en forte augmentation fournie par *Scenedesmus* montrant de nombreuses colonies liniaires de 8 à 12 cellules; *Ankistrodesmus aciculare; Pediastrum; Closterium aciculare; Ulothrix; Mesocarpus* dont plusieurs cellules présentent un chromatophore pariétal spiralé analogue aux *Spirogyra* à chromatophore unique; *Sphærocystis* a disparu.

En résumé, après 60 jours.

Cryptomonas. — Disparaît totalement.

Péridiniacées. — Disparition totale également.

Diatomées planctoniques. — *Asterionella* n'existe plus dans

le Detmer sans fer, et se désarticule dans le Detmer fer. *Fragilaria* se désarticule dans ces deux milieux.

Cymatopleura. — Se maintient dans les deux cas.

Achnanthes. — Commence à se développer dans les deux solutions.

Algues vertes. — Légère augmentation dans le Detmer sans fer. Forte multiplication sous l'action du fer, excepté pour *Sphærocystis* qui disparaît complètement.

On voit par là que si, au début, les Diatomées planctoniques prédominaient, dans la suite ce sont les Algues vertes qui prennent un développement plus fort; la forte multiplication des Algues vertes à partir d'un certain temps semble nuire au développement des Diatomées.

Dans les cultures à la lumière naturelle, les Diatomées ont disparu très rapidement ou du moins leur développement s'est très vite ralenti. Ici, au contraire, l'aération a largement favorisé leur multiplication durant les 30 premiers jours.

Examinons maintenant ce qu'ont donné les cultures sous cloches colorées.

§ 5. — Cultures sous cloches jaunes.

A. 30 jours après l'inoculation.

a) Detmer (sans fer) 1/10.

Les Flagellés et *Cryptomonas* ont disparu. Les Péridiniacées sont enkystées, plus d'états mobiles. Les Diatomées ne se sont pas multipliées, mais sont encore conservées. Parmi les Diatomées planctoniques, ce sont les *Fragilaria* qui résistent le mieux; *Asterionella* est le plus souvent désarticulée. Les Algues vertes périssent; on ne retrouve que quelques *Ankistrodesmus genevensis; Cosmarium depressum; Scenedesmus.*

b) Detmer (avec fer) 1/10.

Les cultures montrent la même composition que dans le Detmer sans fer, mais les Diatomées y sont mieux conservées.

c) Richter 1/10.

Les Flagellés et *Cryptomonas* ont aussi disparu; les kystes de Péridiniacées sont rares. Parmi les Diatomées planctoniques on ne retrouve à l'état vivant que *Fragilaria; Asterionella* est

désarticulée et déjà complètement morte. *Cymatopleura* persiste. Les Algues vertes sont plus rares.

d) Eau du lac.

Les Flagellés et *Cryptomonas* n'existent plus. Les Péridiniacées sont enkystées. C'est dans ce milieu que les Diatomées planctoniques sont le mieux conservées, mais ici aussi *Asterionella* est désarticulée. Les Algues vertes sont peu nombreuses.

Les résultats auxquels conduisent ces cultures après 30 jours sont donc :

Flagellés-Cryptomonas. — Diparition totale dans les quatre milieux.

Péridiniacées. — Formation de kystes dans ces milieux avec destruction partielle dans le Richter.

Diatomées planctoniques. — Persistance marquée. *Fragilaria* est vivante dans les quatre milieux. *Asterionella,* partout plus ou moins désarticulée, est détruite dans le Richter.

Cymatopleura. — Se retrouve partout sans présenter d'accumulation de réserves huileuses.

Algues vertes. — Ne prospèrent dans aucun milieu. Les plus résistantes sont *Scenedesmus; Cosmarium; Ankystrodesmus; Sphærocystis.*

B. 60 jours après l'inoculation.

a) Detmer (sans fer) 1/10.

Les kystes des Péridiniacées sont conservés. Parmi les Diatomées planctoniques, les *Fragilaria* sont encore en bon état; par contre *Asterionella* est complètement détruite. *Cymatopleura* se maintient. Les Algues vertes sont toujours très rares.

b) Detmer (avec fer) 1/10.

Le développement des Diatomées planctoniques continue. Pour le reste, les cultures se comportent comme dans le Detmer sans fer.

c) Richter 1/10.

Pas de changement si ce n'est la diminution croissante de *Fragilaria.*

d) Eau du lac.

Forte diminution en Diatomées; on ne retrouve guère que quelques *Fragilaria. Cymatopleura* et les kystes de Péridiniacées se maintiennent. Les Algues vertes deviennent rares.

Laissant de côté les Flagellés et *Cryptomonas*, on obtient ainsi après 60 jours les résultats ci-dessous :

Péridiniacées. — Les kystes se maintiennent.

Diatomées planctoniques. — *Asterionella* ne se retrouve plus que dans le Detmer fer en éléments désarticulés.

Fragilaria se multiplie légèrement dans le Detmer sans fer, plus fortement dans le Detmer fer et diminue dans le Richter et dans l'eau du lac.

Algues vertes. — Leur diminution s'accentue dans tous les milieux.

Je dirai encore quelques mots concernant les chromatophores des *Fragilaria* à la fin du paragraphe consacré aux cultures sous cloches bleues, ceci en vue d'établir certaines comparaisons.

§ 6. — Cultures sous cloches bleues.

A. 30 jours après l'inoculation.

a) Detmer (sans fer) 1/10.

Les Flagellés et *Cryptomonas* ont disparu; cette absence se répétera pour les trois autres milieux.

Les Péridiniacées sont sous forme de kystes; les Diatomées planctoniques se développent légèrement. *Asterionella* garde sa forme étoilée. *Cymatopleura* se maintient dans un état normal. Les Algues vertes sont en forte diminution; on ne rencontre guère que *Chlorella* et *Ankistrodesmus*.

b) Detmer (avec fer) 1/10.

Les kystes de Péridiniacées sont rares. On assiste à un fort développement des Diatomées planctoniques; *Fragilaria* se multiplie en grands rubans droits ou plus ou moins tordus; cette croissance est à opposer à celle rencontrée dans les cultures aérées. *Asterionella* se divise activement, on retrouve aussi de ces étoiles à grand nombre de cellules. Le développement de *Synedra* est aussi marqué ; *Cymatopleura* est remarquable par ses états de division nombreux et sa mobilité.

Les Algues vertes sont en forte diminution, on ne retrouve guère que quelques *Spaerocystis* plus ou moins bien conservés.

c) Richter 1/10.

Contrairement aux cultures dans le Detmer, il y a ici une

diminution. Les kystes des Péridiniacées sont mêlés aux Diatomées planctoniques qui sont seulement conservées, *Asterionella* garde sa formation en étoile, mais plusieurs cellules sont vidées. *Cymatopleura* se maintient aussi. Les Algues vertes ne sont plus représentées que par quelques *Scenedesmus* et *Ankistrodesmus* isolés.

d) Eau du lac.

Ces cultures se présentent avec les mêmes caractères que dans le Richter; cependant les Diatomées planctoniques sont toutes bien conservées mais ne se divisent plus non plus, par contre on voit déjà apparaître des taches brunes formées par *Achnanthes*.

Le sort des diverses formes dans les cultures sous cloches bleues est le suivant après 30 jours :

Flagellés-Cryptomonas. — Disparition totale dans les 4 milieux.

Péridiniacées. — Formation de kystes dans ces milieux. Leur nombre est plus restreint dans le Detmer fer.

Diatomées planctoniques. — Elles se développent dans le Detmer et se maintiennent dans les deux autres milieux, surtout dans l'eau du lac. *Fragilaria* forme de nombreux rubans plus ou moins longs qui sont soit droits, soit tordus.

Asterionella garde partout sa forme étoilée et montre un développement très actif dans le Detmer fer ; on assiste à la formation d'*Asterionella* en bande comme pour les cultures aérées dans le Detmer fer 1/10.

Cymatopleura. — Se maintient dans les quatre milieux et se multiplie activement dans le Detmer fer ; sa mobilité est bien marquée.

Achnanthes. — Commence à se multiplier dans l'eau du lac.

Algues vertes. — Grande diminution dans tous les milieux.

B. 60 jours après l'inoculation.

a) Detmer (sans fer) 1/10.

Les kystes des Péridiniacées sont toujours présents. Les Diatomées planctoniques n'augmentent que très peu grâce au développement de *Fragilaria; Asterionella* a disparu ; *Cymatopleura* se maintient ; *Achnanthes* se multiplie. Les Algues vertes ont encore diminué.

b) Detmer (avec fer) 1/10.

On ne retrouve plus les kystes des Péridiniacées. Le beau développement des Diatomées planctoniques continue à se produire. *Fragilaria* présente le même aspect que précédemment; à côté des nombreuses divisions normales on assiste à la formation de cellules anormales dues à des divisions irrégulières.

L'étude de ces formes sera reprise dans un autre chapitre intitulé « Des variations brusques chez les Diatomées planctoniques », voir chapitre II (p. 339). *Asterionella* continue à se diviser activement, à côté des étoiles simples, on trouve de nombreux exemplaires d'*Asterionella* en bande ou à grand nombre de cellules comme celle représentée à la fig. 4. A côté de *Synedra* on retrouve *Cymatopleura* toujours mobile. Quelques *Cyclotella* et quelques chaînes de *Melosira* continuent à se développer.

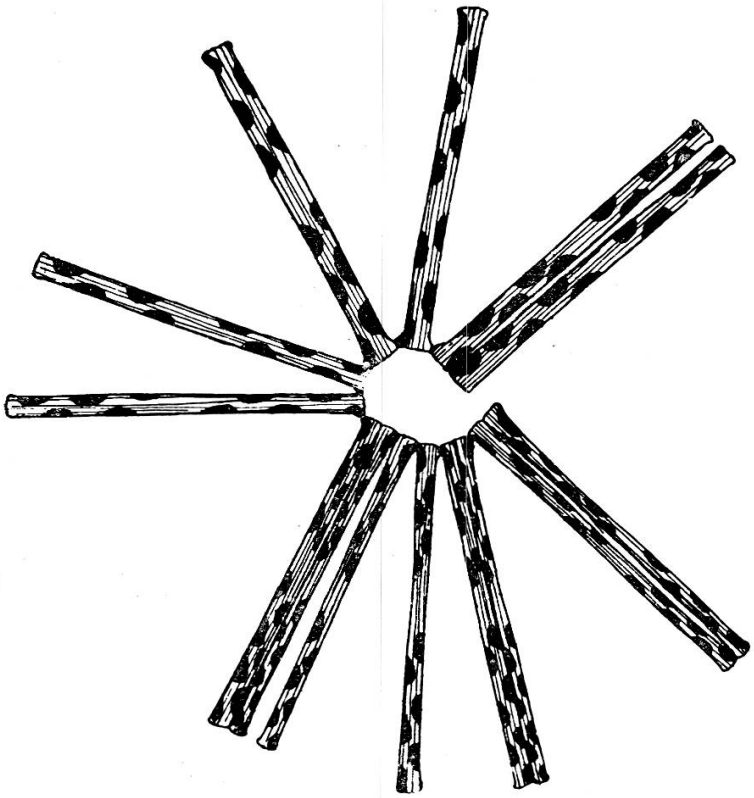


Fig. 4.

Les Algues vertes ont complètement disparu.

c) Richter 1/10.

La diminution est faible; les kystes de Péridiniacées sont en bon état. Parmi les Diatomées planctoniques *Asterionella* n'existe plus; quelques cellules de *Fragilaria* sont en bonne conservation, il en est de même pour *Cymatopleura*. On remarque un développement d'*Achnanthes*. La diminution en Algues vertes s'accentue.

d) Eau du lac.

La diminution est marquée. A part les kystes des Péridiniacées, *Cymatopleura, Achnanthes* et quelques éléments encore vivants de *Fragilaria* tout le reste a disparu.

Avant de comparer les résultats fournis par les cultures sous les différentes lumières, naturelle, jaune et bleue je donne ici les conclusions en ce qui concerne ces cultures sous cloches bleues 60 jours après l'inoculation.

Péridiniacées. — Les kystes se retrouvent dans les milieux Detmer sans fer 1/10, Richter, eau du lac. Ils ont complètement disparu dans le Detmer fer 1/10; il est vrai qu'ils étaient déjà rares dans ce milieu après 30 jours.

Diatomées planctoniques. — *Asterionella* disparaît sauf dans le Detmer fer 1/10 où son développement est toujours actif. Fragilaria s'accroît dans le Detmer avec et sans fer et est en train de disparaître dans le Richter et dans l'eau du lac. Dans le Detmer fer on constate la présence de formes anormales.

Cymatopleura se retrouve dans les 4 milieux.

Achnanthes continue son développement dans l'eau du lac et apparaît aussi dans le Richter.

Algues vertes. — Elles n'existent, pour ainsi dire, plus dans aucun milieux.

Arrivé par ce dernier exposé au terme de la description des cultures après un temps donné, il est nécessaire maintenant d'analyser ces cultures en tenant compte des différents facteurs envisagés. Cette étude sera faite en deux parties; dans la première j'examinerai l'influence de la lumière sur ces cultures, dans la deuxième l'influence de l'aération. Pour ne pas allonger inutilement je ne m'occuperai dans les deux cas que des cultures dans les milieux Detmer sans fer 1/10 et Detmer fer au

1/10, qui présentent le plus grand intérêt ; il sera facile d'après les descriptions qui ont été données de déduire l'influence de ces facteurs pour les milieux Richter et eau du Lac.

§ 7. — Influence de la lumière.

A Detmer (sans fer) 1/10.

En comparant les cultures obtenues dans la lumière naturelle, la lumière jaune, la lumière bleue et dans l'obscurité on obtient les résultats suivants :

1° 30 jours après l'inoculation.

En gros l'état est stationnaire à la lumière naturelle; léger développement en Diatomées planctoniques et réduction en Algues vertes à la lumière jaune ainsi qu'à la lumière bleue; forte diminution à l'obscurité. L'analyse du plancton donne :

Flagellés et Cryptomonas. — Disparaissent partout.

Péridiniacées. — Formation de kystes dans les quatre milieux ; persistance d'états mobiles *Gymnodinium* à la lumière naturelle.

Diatomées planctoniques. — Disparition totale à l'obscurité; à la lumière naturelle seuls quelques *Fragilaria* sont conservés; à la lumière jaune *Fragilaria* se développe, *Asterionella* se désarticule, mais demeure vivante; enfin à la lumière bleue il y a aussi un léger développement de *Fragilaria* et *Asterionella* garde sa forme étoilée.

Cymatopleura se maintient à l'état normal sauf à l'obscurité, où il disparaît entièrement.

Algues vertes. — Elles sont conservées à la lumière naturelle et les espèces suivantes se développent : *Chlorella; Ankistrodesmus; Sphærocystis* se désagrège. Quelques algues filamenteuses croissent : *Mesocarpus; Hormospora; Ulothrix; Microthamnium.*

A l'obscurité on ne retrouve que quelques cellules isolées de *Chlorella, Sphærocystis, Cosmarium.* Il en est de même à la lumière jaune et à la lumière bleue.

2° 60 jours après l'inoculation.

Il y a une légère augmentation due aux Algues vertes à la lumière naturelle ; la diminution s'accentue à l'obscurité; faible augmentation dans les solutions à la lumière bleue et jaune.

Péridiniacées. — A côté de formes mobiles *Gymnodinium* à la lumière naturelle se trouvent aussi des kystes; ceux-ci se rencontrent dans les trois autres milieux.

Diatomées planctoniques. — Quelques rares *Fragilaria* sont conservés à la lumière naturelle; léger développement dans les lumières jaune et bleue. *Asterionella* a complètement disparu partout.

Cymatopleura se retrouve dans le même état qu'au bout de 30 jours.

Achnanthes commence à se multiplier à la lumière naturelle ainsi qu'à la lumière bleue.

Algues vertes. — Léger développement à la lumière naturelle des espèces rencontrées après 30 jours. Disparition totale à l'obscurité. On ne retrouve plus que quelques individus isolés dans les lumières colorées.

L'action des diverses lumières est la suivante pour les cultures dans le Detmer sans fer à 1/10. La lumière naturelle provoque un léger développement en Algues vertes, mais est plutôt néfaste aux Diatomées planctoniques; elle maintient la forme mobile des Péridiniacées. L'obscurité arrête tout développement et favorise la formation de kystes chez les Péridiniacées. Les lumières colorées ont une action néfaste sur les Algues vertes, qui disparaissent assez rapidement; par contre elles prolongent la vie des Diatomées planctoniques, qui montrent même une certaine augmentation. La lumière bleue est plus favorable; on voit, en effet, qu'après 30 jours *Asterionella* est désarticulée dans la lumière jaune et reste en étoile à la lumière bleue.

Passons maintenant à l'étude de ces mêmes facteurs de lumière dans le cas des cultures dans le Detmer fer au 1/10.

B. Detmer fer au 1/10.

1° 30 jours après l'inoculation.

D'une manière générale, on observe à la lumière naturelle un fort développement en Algues vertes; dans les lumières colorées la multiplication presque exclusive des Diatomées planctoniques, cette augmentation étant plus forte dans le bleu; enfin, à l'obscurité une forte diminution due à la destruction des Diatomées et d'une grande partie des Algues vertes.

Le sort des différentes formes est le suivant:

Flagellés. — Disparition totale dans les quatre milieux.

Cryptomonas. — Ne se maintient qu'à la lumière naturelle soit à l'état mobile, soit en stades plus ou moins gélifiés.

Péridiniacées. — Les formes mobiles ne se retrouvent qu'à la lumière naturelle, accompagnées de quelques kystes; ceux-ci sont nombreux dans la lumière jaune, plus rares dans la lumière bleue et complètement absents à l'obscurité.

Diatomées planctoniques. — Elles se conservent à la lumière naturelle, disparaissent à l'obscurité. Dans les lumières colorées il y a développement, surtout dans le bleu. *Fragilaria* est en bandes droites ou tordues; *Asterionella* tend à se désarticuler dans la lumière jaune; au contraire, dans la lumière bleue, les étoiles restent bien formées et les cellules se divisent activement.

Cymatopleura. — Se conserve à la lumière naturelle et remplit son intérieur de gouttelettes huileuses; disparaît à l'obscurité; se maintient à l'état normal dans la lumière jaune et continue à se diviser activement dans la lumière bleue.

Algues vertes. — Elles se développent fortement à la lumière naturelle; on trouve à côté des algues unicellulaires plusieurs algues filamenteuses; à l'obscurité elles disparaissent entièrement; elles périssent en grande partie dans les lumières colorées.

Oscillatoriées. — Les *Oscillatoria* ne se développent qu'à la lumière naturelle.

2° 60 jours après l'inoculation.

Le développement des cultures suit la même marche qu'après les 30 premiers jours; aussi je n'y reviens pas et je passe immédiatement à l'analyse de détail.

Cryptomonas. — Disparaît à la lumière naturelle.

Péridiniacées. — Les formes mobiles se maintiennent à la lumière naturelle et montrent une forte pigmentation rouge; les kystes sont détruits dans la lumière bleue et persistent dans la lumière jaune.

Diatomées planctoniques. — A la lumière naturelle il y a une forte destruction : on ne retrouve que quelques *Fragilaria* et quelques éléments désagrégés de l'*Asterionella*. Au contraire, dans les lumières colorées on assiste à des phénomènes remarquables. Il y a un nouveau développement très prononcé dans

la lumière bleue, plus faible dans la lumière jaune; en outre, les différentes formes présentent des caractères spéciaux selon la coloration de la lumière. Ces caractères donnés par l'étude comparative dans les deux lumières bleue et jaune sont les suivants :

Fragilaria. — Les multiplications sont beaucoup plus nombreuses dans la lumière bleue que dans la lumière jaune. Les bandes droites ou tordues sont plus longues dans la lumière bleue; on observe aussi dans ce milieu des divisions anormales donnant naissance à des individus plus courts que la normale; comme il a déjà été dit à la page 326, la question de ces variations brusques chez les Diatomées planctoniques fera l'objet d'un chapitre spécial; voir page 339.

Le contenu cellulaire se présente avec des caractères particuliers. Dans les bandes du *Fragilaria* fraîchement récolté (fig. 5), les chromatophores n'occupent que la partie médiane des cellules, leurs bords internes sont simples, les réserves huileuses sont réparties très régulièrement, on trouve dans chaque cellule deux grosses gouttelettes indépendantes dans la partie médiane et parfois une ou deux à leurs extrémités. Dans la lumière jaune (fig. 6), les chromatophores s'allongent et sont plus ou moins sinueux à l'intérieur; les gouttelettes huileuses, plus nombreuses dans la partie médiane, s'allongent et se fragmentent et, le plus souvent, elles semblent sécrétées par les chromatophores; on en retrouve aussi un nombre variable dans les extrémités des cellules.

Les chromatophores prennent un développement considérable dans la lumière bleue (fig. 7); ils s'étendent souvent jusqu'aux extrémités des cellules, où ils sont en général élargis; leurs bords internes sont d'un type intermédiaire entre les deux premiers cas; les réserves huileuses disparaissent complètement.

Asterionella. — Dans la lumière jaune le développement est faible, on ne retrouve plus d'étoiles complètes, les cellules sont soit isolées, soit groupées par deux ou trois. Dans la lumière bleue, par contre, la multiplication d'*Asterionella* continue activement; on rencontre ici de nombreuses étoiles complètes, dont plusieurs montrent un grand nombre de cellules (fig. 4); c'est aussi dans ces cultures qu'apparaissent les *Asterionella* en

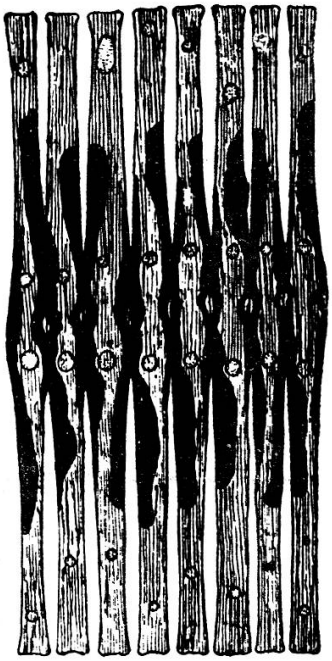


Fig. 5.

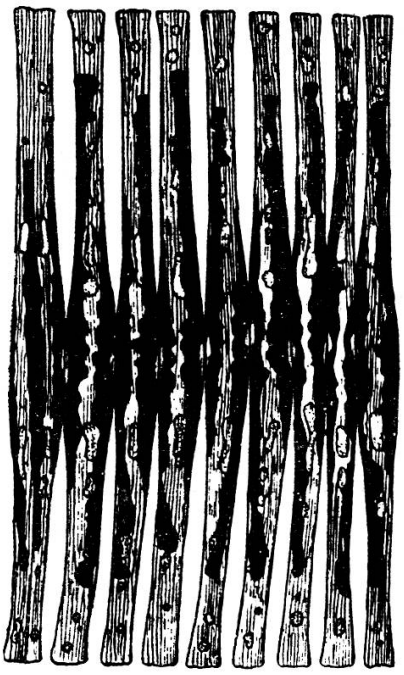


Fig. 6.

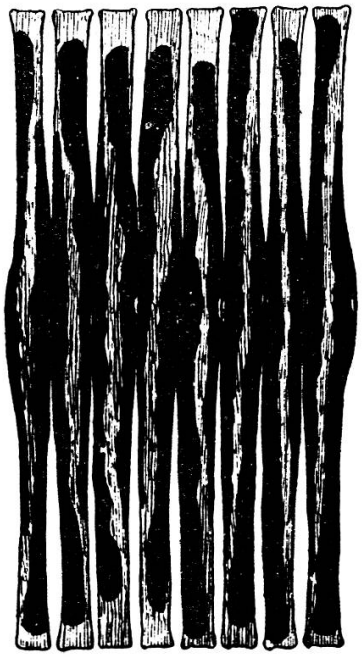


Fig. 7.

bande, analogues aux formes décrites pour les cultures aérées dans le Detmer fer au 1/10 également (fig. 1, 2, 3).

Je donne ici 4 dessins (fig. 8, 9, 10, 11) qui ont été exécutés d'après des photographies; ils permettront de comparer aisément les résultats obtenus dans ces cultures. Les fig. 8 et 9 se rapportent aux cultures dans la lumière jaune, et les fig. 10 et 11 à celles obtenues dans la lumière bleue.

Cymatopleura. — L'état est le même qu'après 30 jours, avec une légère augmentation dans la lumière bleue.

Algues vertes. — Forte augmentation à la lumière naturelle soit des algues unicellulaires, soit des algues filamenteuses. Je relève deux particularités intéressantes : *Ankistrodesmus* est fortement vacuolisé; *Cosmarium* présente de nombreuses divisions anormales. A la lumière bleue elles disparaissent complètement; quelques rares cellules se retrouvent encore dans la lumière jaune.

§ 8. — Influence de l'aération.

Pour nous rendre compte du rôle de l'aération nous n'aurons qu'à comparer les résultats obtenus dans les milieux Detmer sans et avec fer au 1/10 dans les trois conditions réalisées à la lumière naturelle; 1° Cultures dans les solutions liquides; 2° cultures sur plaques; 3° cultures dites aérées. Pour ne pas répéter les analyses je donnerai seulement les conclusions concernant ces cultures 30 et 60 jours après l'inoculation.

Je ne parlerai que des cultures sur plaques et des cultures aérées; quant aux cultures dans les solutions liquides ordinaires on n'aura qu'à se reporter à ce qui a été dit dans le chapitre I sous les lettres A et B, chiffres 1 et 2.

A Detmer (sans fer) 1/10.

1° 30 jours après l'inoculation.

Flagellés et Cryptomonas. — Disparition dans les deux milieux.

Péridiniacées. — Les formes mobiles persistent dans les cultures aérées; disparition complète sur plaques.

Diatomées planctoniques. — On ne les retrouve plus sur plaques, au contraire dans les cultures aérées *Asterionella* se

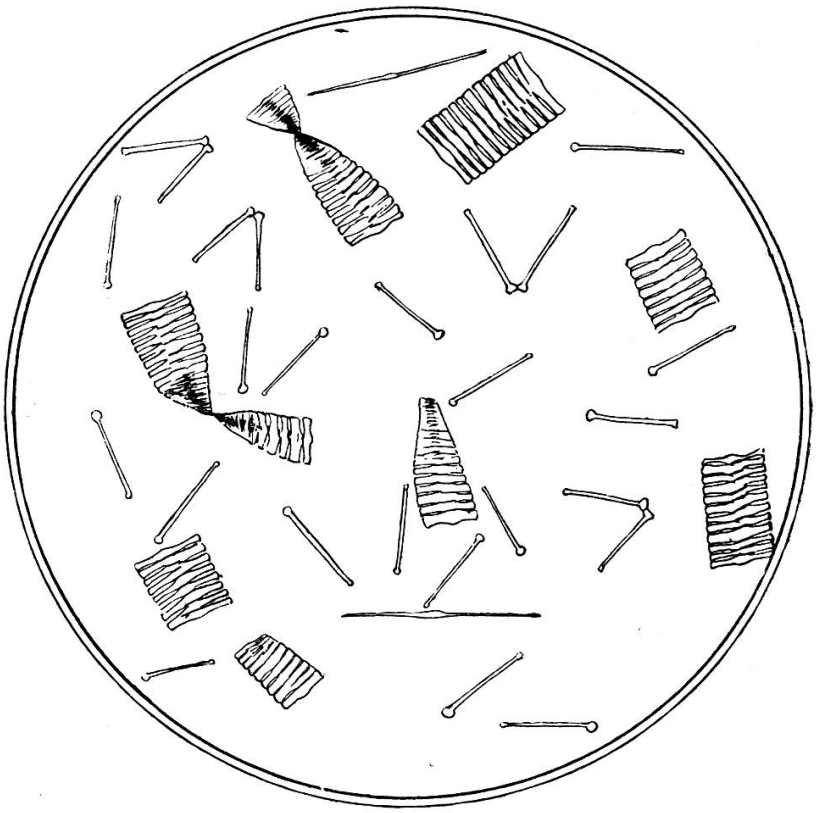


Fig. 8.

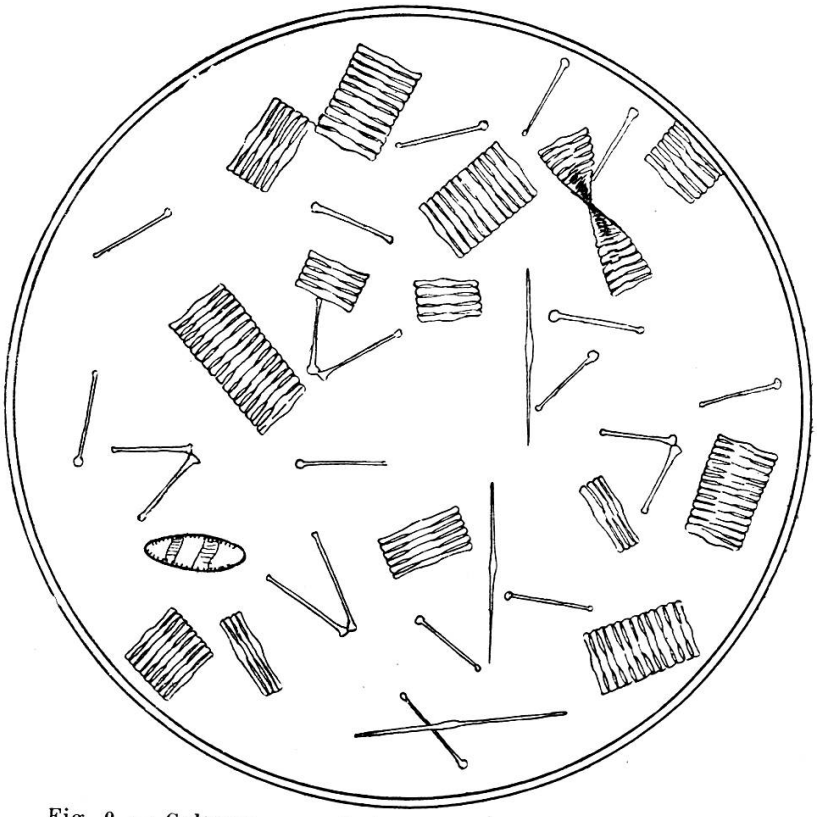


Fig. 9. — Cultures sous cloche jaune (d'après photographies).

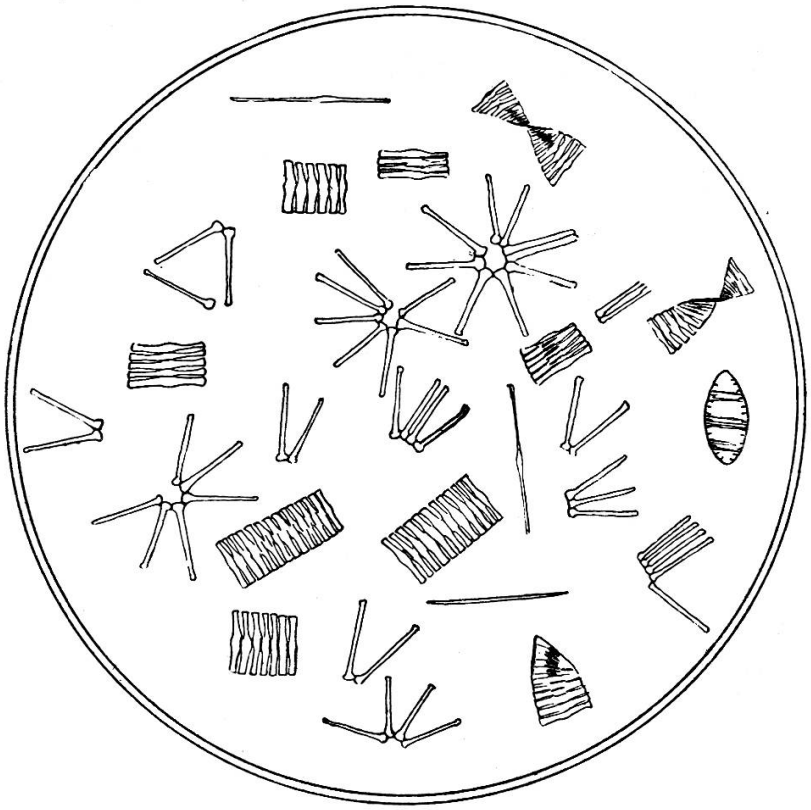


Fig. 10.

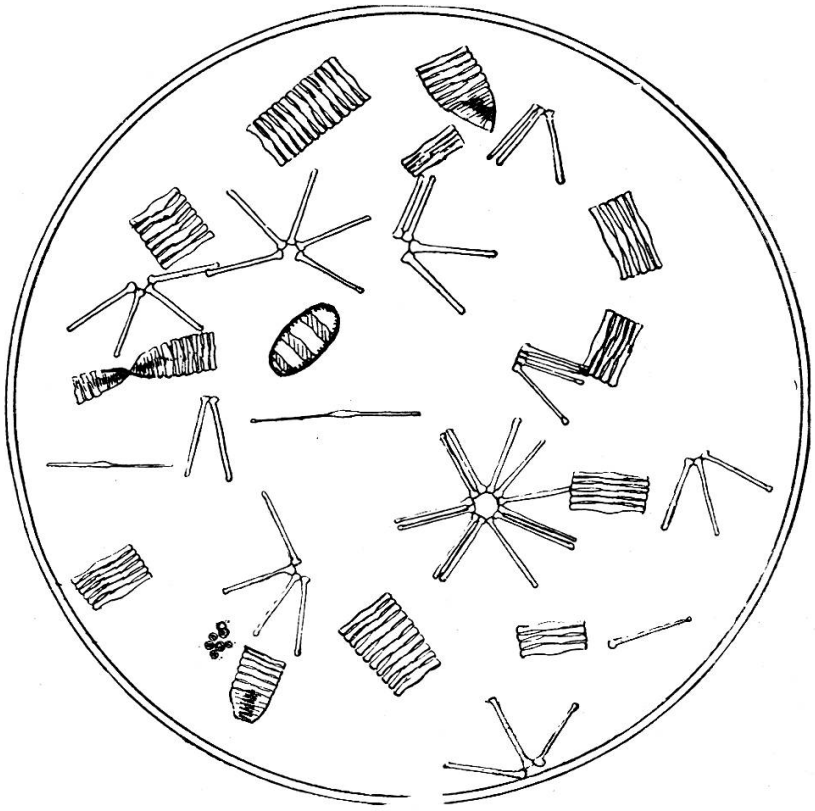


Fig. 11. — Cultures sous cloche bleue (d'après photographies).

maintient plus ou moins bien conservée en étoile ; *Fragilaria* se développe légèrement, il en est de même pour *Cyclotella* et *Melosira*.

Cymatopleura. — Disparaît sur plaques ; se maintient avec accumulation d'huile dans les cultures aérées.

Achnanthes. — Ne se développe que sur plaques.

Algues vertes. — Il y a un fort développement d'Algues uni-cellulaires sur plaques, dans les cultures aérées elles sont en régression.

2° 60 jours après l'inoculation.

Péridiniacées. — Elles ont disparu dans les cultures aérées.

Diatomées planctoniques. — Dans les cultures aérées *Fragilaria* continue à se développer, mais se segmente en colonies pauci-cellulaires ; *Asterionella* disparaît.

Cymatopleura se maintient dans les cultures aérées.

Achnanthes continue son développement sur plaques et apparaît dans les cultures aérées.

Algues vertes. — Sur plaques la multiplication se poursuit. Dans les cultures aérées celles qui avaient subsisté après 30 jours continuent à se développer après 60 jours.

D'après ce qui vient d'être dit on voit que l'aération totale (culture sur plaques) a une action néfaste sur : les Diatomées planctoniques, les Flagellés, les *Cryptomonas*, les Péridiniacées. Par contre elle favorise le développement des Diatomées non planctoniques *(Achnanthes)* et des Algues vertes unicellulaires. L'aération partielle intermittente (cultures aérées) favorise la persistance de l'état mobile des Péridiniacées, active pour un certain temps le développement des Diatomées planctoniques et diminue celui des Algues vertes.

B. Detmer (avec fer) 1/10.

1° 30 jours après l'inoculation.

Flagellés. — Disparition totale.

Cryptomonas se maintient seulement dans les cultures aérées.

Péridiniacées. — Absence complète dans les cultures aérées, on retrouve des kystes sur plaques.

Diatomées planctoniques. — Disparaissent sur plaques, par contre beau développement dans les cultures aérées, *Fragilaria*

est en bandes courtes; *Asterionella* se multiplie activement, étoiles à nombreuses cellules et formes en bande.

Cymatopleura n'est conservé que dans les cultures aérées avec accumulation de réserves huileuses.

Achnanthes n'apparaît que sur plaques.

Algues vertes. — Leur développement est peu marqué sur plaques; on ne trouve que des Algues unicellulaires. Dans les cultures aérées, unicellulaires et filamenteuses se maintiennent et se développent même.

2° 60 jours après l'inoculation.

Cryptomonas. — Disparaît dans les cultures aérées.

Péridiniacées. — On ne retrouve plus les kystes sur plaques.

Diatomées planctoniques. — Leur développement se ralentit dans les cultures aérées. *Fragilaria* et *Asterionella* se désarticulent, mais on retrouve cependant quelques belles étoiles et quelques formes en bande de l'*Asterionella*.

Cymatopleura persiste dans les cultures aérées.

Achnanthes continue à se développer sur plaques et apparaît dans les cultures aérées.

Algues vertes. — Elles se multiplient aussi bien dans les cultures aérées que sur plaques. Dans les cultures aérées les Algues filamenteuses augmentent rapidement.

Dans le Detmer fer au 1/10 nous voyons que l'aération partielle favorise le développement de *Cryptomonas;* des Diatomées planctoniques *Asterionella* et *Fragilaria,* les premières se présentant soit en étoiles à grand nombre de cellules, soit en bandes; ceci pour un certain temps, car après 30 jours les Algues vertes augmentent, tandis que les Diatomées ralentissent leur développement. A ce moment apparaissent les *Achnanthes.*

L'aération totale a une influence néfaste sur: les Flagellés; *Cryptomonas*, Diatomées planctoniques; *Cymatopleura;* par contre les kystes de Péridiniacées ne sont pas détruits. Les Algues vertes unicellulaires se multiplient bien et *Achnanthes* s'y montre de bonne heure.

Pour terminer la première partie de ce travail je récapitule les points qui me paraissent les plus intéressants touchant à la résistance et à la culture des Algues planctoniques.

1° La très faible résistance des Flagellés *(Mallomonas, Dinobryon, Diceras)*. Disparition totale avant 30 jours.

2° La faible résistance des *Cryptomonas*. On les retrouve au bout de 30 jours dans les milieux suivants à la lumière naturelle : Detmer fer 1/10, 1/50 ; Detmer sans fer 1/50 ; dans les cultures aérées Detmer fer 1/10. Ils disparaissent avant 60 jours.

3° L'enkystement des Péridiniacées et la survivance des états mobiles *Gymnodinium* dans les solutions Detmer fer 1/10, 1/50 ; Detmer sans fer 1/10 jusqu'à 60 jours à la lumière ordinaire seulement.

4° La faible résistance des Diatomées planctoniques à la lumière ordinaire et à l'obscurité.

5° Le beau développement des Diatomées planctoniques soit dans les cultures aérées, soit dans la lumière jaune et bleue et spécialement dans cette dernière.

6° La fragmentation des bandes de *Fragilaria* dans les cultures aérées.

7° Les différences que présentent les chromatophores du *Fragilaria* dans les diverses lumières.

8° Le changement brusque dans la longueur des cellules de *Fragilaria* sous la lumière bleue dans les solutions Detmer fer au 1/10.

9° La désarticulation des étoiles de l'*Asterionella* sous la lumière jaune.

10° La formation en bande d'*Asterionella* dans le Detmer fer 1/10 pour les cultures à la lumière bleue et les cultures aérées, accompagnée d'étoiles à nombreuses cellules.

11° La résistance de *Cymatopleura*.

12° Le développement des Algues vertes à la lumière et dans les cultures aérées, favorisé par la présence du fer.

13° Les transformations subies par les *Ankistrodesmus*, *Sphaerocystis*, *Cosmarium*.

14° La persistance d'*Oscillatoria* dans le Detmer fer au 1/10 à la lumière naturelle.

CHAPITRE II.

Variations brusques dans la longueur de quelques diatomées planctoniques d'eaux douces

J'ai mentionné dans les pages précédentes la présence de formes raccourcies du *Fragilaria* sous la lumière bleue dans le Detmer fer au 1/10. Il est nécessaire de consacrer un chapitre à l'étude de ces formes anormales. En examinant le produit d'une pêche planctonique faite dans la Limmat à Zurich, le 30 janvier 1918, je suis resté fort embarrassé devant un exemplaire de *Tabellaria fenestrata;* l'étoile ne comptait que trois cellules et, fait curieux, celle du centre était deux fois plus courte que ses deux voisines qui présentaient une valve externe normale, tandis que l'interne était réduite de moitié. Ne pouvant m'expliquer cette formation je mis de côté mes notes et dessins en attendant l'occasion de découvertes d'un même genre. Quelques nouveaux faits se rapportant cette fois-ci à l'*Asterionella* et aux *Fragilaria* me permettent de résoudre ce problème. Les figures ci-jointes me permettront d'être bref dans les descriptions.

Fig. 12. — Exemplaire provenant d'une pêche du 3 janvier 1919 entre le Port-Noir et l'Ariana à la surface du lac de Genève. Une *Asterionella* à 10 cellules, dont une vidée à gauche. La longueur des deux cellules externes est de 65 [1], celle des 7 cellules internes est de 51 ; les deux grandes cellules sont brisées, le chiffre de 65 ne représente donc pas leur vraie longueur. La grande cellule de gauche montre une malformation sur sa valve interne ; le sommet de la cellule voisine est aussi irrégulier ; les autres cellules sont normales mais s'écartent peu les unes des autres, on voit même trois cellules encore réunies par leurs sommets et plus ou moins séparées à la base. La grande cellule de droite présente une valve interne longue de 51, plus courte que l'externe mesurant 65.

Fig. 13. — Pêche du 10 janvier 1919, au même endroit. Cet exemplaire est des plus instructifs, car c'est de son examen que nous pouvons comprendre la formation de ces cellules brusque-

[1] Toutes les mesures sont exprimées en $\mu = 0{,}001$ mm.

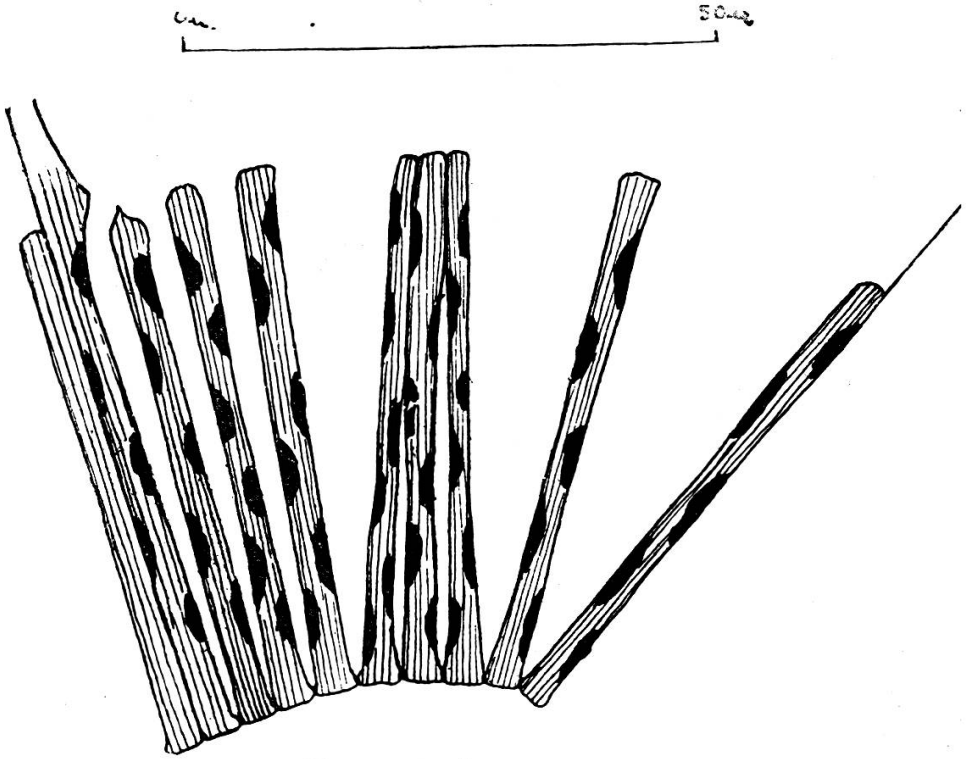


Fig. 12 (d'après photographie).

ment raccourcies chez les Diatomées. Ici nous avons une *Asterionella* à 8 cellules groupées 4 par 4. Dans le groupe de droite on constate que deux grandes cellules sont séparées sur leur plus grande longueur, restant soudées au sommet seulement

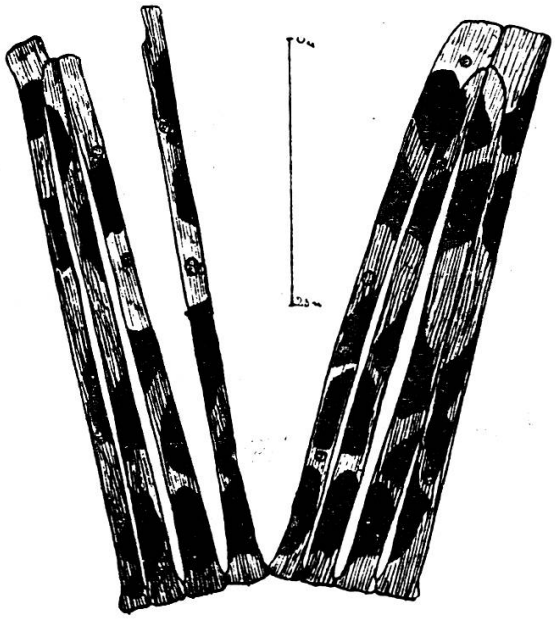


Fig. 13.

sur une longueur de 5 et déjà une nouvelle division s'est effectuée, mais d'une façon aberrante; les nouvelles cloisons, au lieu d'atteindre le sommet de chaque cellule, vont se rejoindre au point où la première division s'était arrêtée. Finalement, comme le montre le groupe de gauche, les séparations s'effectuent et nous avons entre deux grandes cellules deux cellules réduites. Dans cet exemplaire on passe de la longueur de 62 à 57. Remarquons aussi que pour les grandes cellules il y a plutôt rupture de la cloison médiane que simple division. Il ressort de ce cas que le raccourcissement des cellules est dû à un arrêt dans la division longitudinale. Les cellules courtes continuant à se diviser normalement, on aura des formations analogues à celle représentée à la fig. 12.

Fig. 14. — Pêche du 15 février 1919, à la Jetée des Eaux-Vives, Genève.

A gauche et à droite de deux grandes cellules dont une valve au moins est restée intacte, se trouvent des cellules plus courtes. Dans les deux cas précédents la formation des cellules courtes était due à un arrêt de division localisé au sommet de certaines cellules; ici nous avons affaire à deux types de cellules raccour-

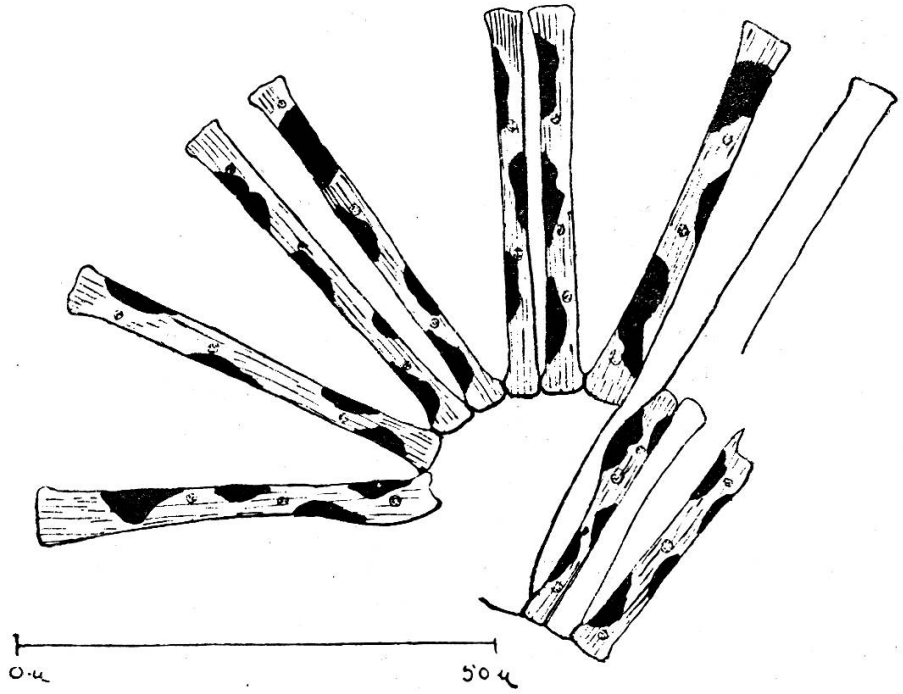


Fig. 14 (d'après photographie).

cies. Les trois petites cellules de droite (dont l'une a perdu son contenu) sont placées à la base de la grande cellule; la transformation est du même type que dans les deux premiers cas, mais ici elle est fortement exagérée; on passe en effet d'une longueur de 66, qui est celle des deux grandes cellules, à la longueur de 30 pour les trois petites cellules. Le second type est fourni par les 7 cellules de gauche; là, la division anormale a dû se produire à la base de certaine cellule; ce type est donc le complément des précédents; les cellules ainsi formées mesurent 40. Si dans le premier type la conservation de la forme étoilée se comprend aisément vu que la partie basale a été respectée, par contre il est très intéressant de voir se continuer la formation en étoile dans le second type, car elle est ici une néo-formation. Cet exemple tendrait à démontrer que la polarité dans les cellules d'*Asterionella* n'a pas un caractère de fixité absolue; la formation d'*Asterionella* en chaînes zigzagantes en fournissait déjà une preuve jusqu'ici.

L'étude des trois cas ci-dessus nous permet de comprendre facilement comment se produisent ces variations de longueur. Si la cause primordiale de ces phénomènes nous échappe encore, nous en voyons clairement les effets. Nous assistons ainsi à une variation brusque, une véritable mutation; les individus nouveaux sont immédiatement stables; remarquons en passant que ces mutations ont toujours lieu dans le sens d'une réduction de la forme primitive. Par de nouvelles divisions, ces individus réduits donneront naissance à des étoiles plus petites que les formes normales. Ces mutations, quoique peu observées jusqu'ici, devront être prises en considération dans l'explication des variations de longueur dans nos Diatomées planctoniques.

Le phénomène décrit sous le nom de mutasion par O. Müller[1] chez les Melosira me semble assez problématique; il s'agit sans doute de phases évolutives.

Pour terminer avec les cas concernant ces *Asterionella*, je dois dire que par leurs longueurs primitives oscillant de 62 à 66, elles doivent être considérées comme appartenant à l'*Asterio-*

[1] Müller, O. Sprungweise Mutation bei Melosireen. *Ber. d. d. bot. Ges.*, *1903*, t. XXI, p. 326.

nella gracillima, var. *biformis* Lozeron, variété se présentant comme on sait, soit en étoiles, soit en chaînes en zig-zag. Jusqu'ici je n'ai pas observé dans la nature un phénomène semblable se rapportant aux *Fragilaria.* Les exemples qui vont suivre proviennent des cultures dans les solutions Detmer fer au 1/10 sous lumière bleue 60 jours après l'inoculation du

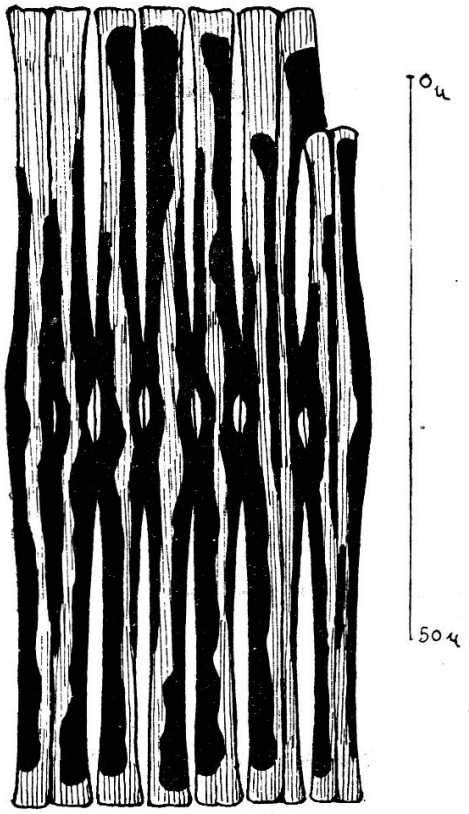


Fig. 15.

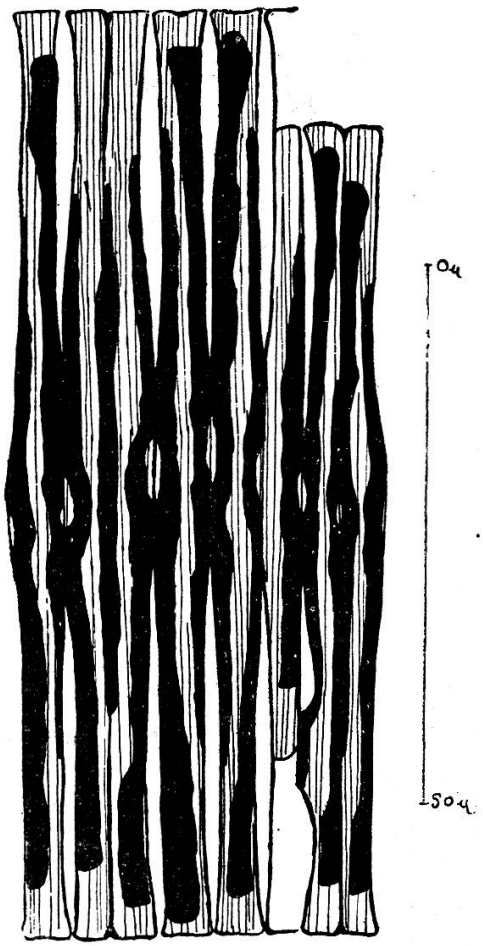


Fig. 16.

18 décembre 1918 (voir pages 326-331). Les figures 15, 16, 17 ne représentent que les parties intéressantes des bandes de *Fragilaria crotonensis.* Remarquons en premier lieu que les individus réduits sont toujours à l'extrémité d'une bande; je n'ai jamais rencontré jusqu'ici de petites cellules encadrées par des individus normaux comme ce fut le cas pour certaines *Asterionella,* fig. 12 et 13, par exemple.

Fig. 15. — Cet exemplaire du *Fragilaria* est comparable à celui de l'*Asterionella* de la fig. 13 en ce qui concerne le groupe de gauche, mais ici la grande cellule qui devait être à droite s'est complètement détachée. Dans ce cas on passe de la longueur de 70 pour les grandes cellules à 62 pour les cellules réduites.

Fig. 16. — A côté des grandes cellules de 78 on trouve deux

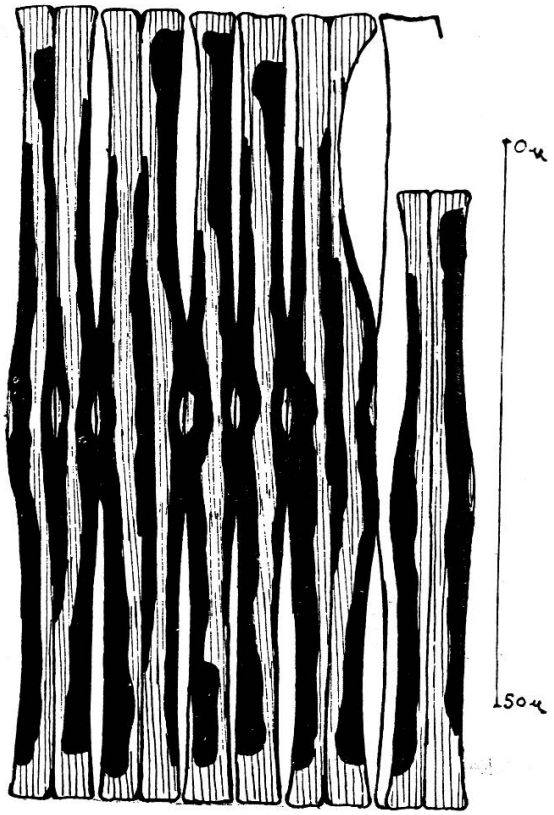


Fig. 17.

cellules de 69, dont l'interne montre une malformation sur une de ses valves. Contre la valve de la cellule qui a donné naissance aux deux individus de 69, s'est formée une autre cellule de 54 qui occupe une situation centrale.

Fig. 17. — Dans cet exemple on passe d'une longueur de 70 à 54. La cellule précédant celle qui a produit les deux petites cellules présente une malformation dans le fait qu'une de ses valves se creuse démesurément.

Comme on le voit, le phénomène étudié chez ces *Fragilaria* est identique à celui décrit pour *Asterionella*. Il est certain que de semblables faits se retrouveront un jour ou l'autre dans la nature pour les *Fragilaria* et pour d'autres genres sans doute. Ainsi ce phénomène de mutation chez les Diatomées planctoniques pourra se généraliser. Ce phénomène est d'autant plus remarquable à constater chez ces algues que jusqu'ici on leur a toujours attribué une fixité presque absolue due en grande partie à leur forte carapace silicifiée.

(A suivre).