Guido PERSOONE
ASSISTENT
LAB. voor OEKOLOGIE
Universiteit 14
GENT

Jean DRAGESCO

CILIÉS MÉSOPSAMMIQUES LITTORAUX

systématique, morphologie, écologie

TOME XII

DES TRAVAUX DE LA STATION BIOLOGIQUE DE ROSCOFF

Nouvelle série

1960

LABORATORIUM VOOR MILIEUTOXICOLOGIE
EN AQUATISCHE ECOLOGIE A90
J. Plateaustraat 22 - 9000 GENT (Belgium)
Tel. (09)264 37 65 - Fax (09)264 41 99
A38

Jean DRAGESCO

Vlaams Instituut voor de Zee
Flanders Marine Institute

CILIÉS MÉSOPSAMMIQUES LITTORAUX

273404

systématique, morphologie, écologie

Laboratorium voor
Biologisch Onderzoek
van Waterverontreiniging
en Marikultuur
Jozef Plateaustraat, 22
B - 9000 GENT
Tel. 091/25.75.71 (post 4106)
C 25

TOME XII

DES TRAVAUX DE LA STATION BIOLOGIQUE
DE ROSCOFF

Nouvelle série

1960

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 11

Première partie

ECOLOGIE DES CILIES MESOPSAMMIQUES 21

I. — Caractères généraux de la microfaune mésopsammique 23

II. — Le sable en tant que milieu écologique 24

III. — Influence des divers facteurs écologiques sur la faune infusorienne interstitielle 26

1. Granulométrie des sables 26
2. Température 35
3. Salinité 36
4. Courants et agitation mécanique des sables 36
5. Teneur en matières organiques 37
6. Conclusions générales 38

Quelques exemples de faunules infusoriennes 49

IV. — L'adaptation des Ciliés au milieu interstitiel 47

1. Introduction 47
2. Adaptations morphologiques 47
3. Adaptations biologiques 50
4. Caractéristiques cytologiques des Ciliés mésopsammiques 52

DEUXIÈME PARTIE

SYSTEMATIQUE ET MORPHOLOGIE DES CILIES MESOPSAMMIQUES 57

— *HOLOTRICHES GYMNOSTOMES* 59

Famille des *Holophryidae* 59
Genre *Holophrya* 59
» *Urotricha* 61
» *Stephanopogon* 63
» *Pseudoprorodon* 63
» *Prorodon* 66
» *Placus* 82
» *Rhagdostoma* 82
» *Helicoprorodon* 83
» *Lacrymaria* 92
» *Chaenea* 102
» *Enchelyodon* 104

Famille des *Trachelocercidae* 107
Genre *Trachelocerca* 110
» *Tracheloraphis* 120
» *Trachelonema* 135

Famille des *Didiniidae* 145
Genre *Mesodinium* 145

Famille des *Colepidae* 147
Genre *Coleps* 147

Famille des *Spathidiidae* 149
Genre *Spathidium* 149
» *Paraspathidium* 149
» *Homalozoon* 151

Famille des *Amphileptidae* 153
Genre *Lionotus* 153
» *Hemiophrys* 157
» *Loxophyllum* 159
» *Hemoinotus* 174
» *Centrophorella* 175

Famille des *Trachelidae* 185
Genre *Trachelius* 185
» *Dileptus* 186
Famille des *Loxodidae* 190
Genre *Loxodes* 190
» *Remanella* 194
» *Ciliofaurea* 222
Famille des *Geleiidae* 227
Genre *Geleia* 227
» *Corlissia* 246
Famille des *Nassulidae* 249
Genre *Nassula* 249
» *Chilodontopsis* 251
Famille des *Chlamydodontidae* 253
Genre *Chlamydodon* 253
» *Chilodonella* 253
» *Cryptopharynx* .....

— *HOLOTRICHES TRICHOSTOMES* 258

Famille des *Plagiopylidae* 258
Genre *Plagiopyla* 258
» *Coelosomides* 259

— *HOLOTRICHES HYMENOSTOMES* 261

Famille des *Frontoniidae* 261
Genre *Frontonia* 261
» *Lembadion* 267
» *Cardiostoma* 268
» *Helicostoma* 271
Famille des *Pleuronematidae* 271
Genre *Pleuronema* 271
» *Cristigera* 279
» *Cyclidium* 280
» *Histiobalantium* 280

— *SPIROTRICHES HETEROTRICHES* 282

Famille des *Metopidae* 282
Genre *Metopus* 282
» *Caenomorpha* 284

Famille des *Spirostomidae* 284
Genre *Spirostomum* 284
» *Gruberia* 286
» *Blepharisma* 288
Famille des *Condylostomidae* 291
Genre *Condylostoma* 291
Famille des *Stentoridae* 301
Genre *Stentor* 301
Famille des *Peritromidae* 301
Genre *Peritromus* 301

— *SPIROTRICHES OLIGOTRICHES* .....

Famille des *Halteriidae* 302
Genre *Strombidium* 302
Famille des *Epalcidae* 306
Genre *Saprodinium* 306

— *SPIROTRICHES HYPOTRICHES* 307

Famille des *Oxytrichidae* 307
Genre *Uroleptus* 307
Genre *Urostrongylum* 308
» *Strongylidium* 308
» *Epiclintes* 310
» *Keronopsis* 310
» *Holosticha* 314
» *Amphisiella* 314
» *Balladyna* 314
» *Trachelostyla* 316
» *Banyulsella* 316
Famille des *Euplotidae* 318
Genre *Diophrys* 318
» *Uronychia* 319
» *Euplotes* 319
» *Discocephalus* 323
« *Swedmarkia* 328
» *Lacazea* 330
Famille des *Aspidiscidae* 332
Genre *Aspidisca* 332

APPENDICE. Liste des Ciliés psammophiles décrits ou signalés dans les sables littoraux 339

RESUME 351

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE 353

I - INTRODUCTION

A la suite des travaux de REMANE sur la microfaune des sables marins de la baie de Kiel, l'attention des protistologistes fut attirée, dès 1926, par l'importance de la faunule infusorienne qui s'y rattache. SPIEGEL (1926) et SAUERBREY (1928) commencèrent donc l'étude morphologique des espèces les plus courantes, tandis que KAHL s'y intéressait pendant trois années consécutives (1930-1933) et y découvrait un grand nombre d'espèces nouvelles ainsi que plusieurs genres inédits, assez extraordinaires d'ailleurs.

Ces précurseurs, qui avaient identifié environ quatre-vingts espèces de ciliés psammiques, remarquèrent aussi que les espèces les plus typiquement interstitielles présentaient des caractères morphologiques et cytologiques particuliers : grand allongement, forte thigmotaxie ciliaire etc... Mais c'est surtout à FAURE-FREMIET (1950, 1951) que nous devons la véritable découverte du monde étonnant que constituent les ciliés du « mesopsammon » (au sens de REMANE, 1932).

Au cours d'observations très précises, portant sur les sables des plages atlantiques (Croisic et Concarneau, en Bretagne, et le Cape Cod aux U.S.A.), notre Maître confirma et précisa les résultats obtenus par ses devanciers, découvrit plusieurs espèces nouvelles intéressantes, qu'il étudia de façon approfondie, à l'aide de méthodes cytologiques, et jeta les bases de l'étude écologique des ciliés psammiques. Son mémoire de 1950 reste le document fondamental pour tous ceux qui ont repris, dernièrement, ces études (FAURE-FREMIET rencontra nombre d'espèces décrites par les auteurs allemands, dans la région de Kiel, et prouva ainsi que leur distribution est tout à fait universelle).

Un peu plus tard, BOCK (1952) publie plusieurs notes dans lesquelles il décrit quelques espèces nouvelles, tout en donnant d'intéressantes listes de distribution et de fréquence des ciliés psammophiles de la région de Kiel, ainsi que quelques précisions écologiques.

Enfin, FJELD (1954), étudiant les sables fins de la plage de Drøbak (Norvège), retrouve les principales espèces de Kiel et de Concarneau et

fait une intéressante tentative pour préciser la systématique de quelques ciliés typiques, tout en étudiant aussi leur écologie. Tout dernièrement encore, FAURE-FREMIET et TUFFRAU ont publié (1954, 1955) plusieurs notes dans lesquelles ils décrivent quelques nouvelles espèces mésopsammiques *.

C'est à la suite des conseils de mon Maître E. FAURE-FREMIET, que je me suis intéressé moi-même à la faunule interstitielle littorale. Mes recherches ont débuté en septembre 1949 et j'ai été, d'emblée, surpris par la richesse faunistique des sables de la région de Roscoff. L'aber de Roscoff, à elle-même, comprend une variété de types de sables absolument extraordinaire et dont la richesse est étonnante. (Mes amis B. SWEDMARK et C. LÉVI ont publié, ces dernières années, de nombreuses descriptions de nouvelles espèces de petites métazoaires interstitiels). Petit à petit, ce travail, qui ne devait constituer qu'une introduction, fut élargi considérablement, mes recherches n'ayant pris fin qu'en 1955. Cantonnées, au début, à la région de Roscoff et de Concarneau, mes observations furent étendues, par la suite, aux sables immergés de la région de Banyuls, aux sables saumâtres du Canet (près Banyuls) et de Camargue, ainsi qu'aux sables dulcaquicoles du lac Léman. De cette manière, des comparaisons intéressantes ont pu être faites au sujet du peuplement de ces trois biotopes différents.

Dès la première année, je me suis rendu compte qu'il était illusoire d'essayer de réaliser un travail en profondeur. La faunule infusorienne interstitielle étant d'une incroyable richesse, il fallait tout d'abord déblayer le terrain, c'est-à-dire, essayer d'étudier cette faune, de la décrire et de la figurer. J'ai donc été entraîné à un long et fastidieux travail de faunistique qui m'a laissé rarement la liberté de pousser, aussi loin que je l'aurais voulu, les études écologiques et cytologiques. La plupart du temps, je me trouvais aux prises avec un si grand nombre d'espèces à décrire, ou déterminer, qu'il me fallait consacrer le minimum de temps à chacune d'elles au profit de l'ensemble.

Ce n'est que dans des cas exceptionnellement favorables que j'ai pu pousser dans le détail cytologique, et j'ai essayé de le faire chaque fois que le matériel le permettait (c'est-à-dire assez rarement, car le nombre d'individus d'une espèce donnée est généralement faible dans le mésopsammon).

Au cours de ce travail, j'ai observé et étudié environ deux cent quarante-cinq espèces de ciliés dont environ cent trente sont nouvelles.

(*) A l'époque où ce manuscrit a été rédigé (1955) nous n'avions pas eu connaissance des récents travaux de RAÏKOV (n. de l'A.).

En tenant compte de toutes celles trouvées par mes devanciers (et que je n'ai pu retrouver), de la fréquence élevée d'espèces inédites que je continue à trouver encore, après six années de recherches, et de tous les biotopes psammiques que personne n'a encore exploré, il ne me semble pas excessif d'affirmer qu'il doit exister plus de sept cents espèces de ciliés interstitiels (dont un certain pourcentage est, évidemment, seulement accidentel dans le sable et donc, sans signification écologique particulière). Le sable constitue donc un des biotopes les plus riches pour l'étude des infusoires ciliés. Je considère donc que le travail que je présente aujourd'hui ne saurait représenter qu'une *introduction* à l'étude faunistique de ce biotope et j'espère pouvoir continuer, à l'avenir, une étude qui s'est montrée fructueuse, et qui devrait être considérée surtout sur le plan cytologique et écologique. Enfin, bon nombre de mes conclusions systématiques, basées surtout sur des observations sur le vivant, resteront sujettes à caution tant que l'on n'arrivera pas à cultiver de façon courante les ciliés interstitiels.

Je suis heureux de pouvoir exprimer ici mon affectueuse reconnaissance à mon Maître E. Faure-Fremiet, Professeur au Collège de France, qui m'a suggéré le sujet de ce travail et qui a guidé constamment mes recherches.

Ma reconnaissance s'adresse aussi à Monsieur le Professeur P. P. Grasse, Membre de l'Institut, qui vient de m'accueillir dans son nouveau laboratoire, et qui a bien voulu juger ce travail, à Monsieur le Professeur M. Prenant qui a accepté de présider le jury de soutenance de thèse, à Monsieur le Professeur G. Teissier, qui m'a reçu si aimablement à la Station Biologique de Roscoff, qui m'a si précieusement aidé par ses conseils et ses critiques, ainsi qu'à Monsieur le Professeur G. Petit, qui m'a donné l'idée d'étudier les sables saumâtres.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon ami B. Swedmark, dont l'expérience en matière de microfaune interstitielle m'a été extrêmement précieuse, ainsi qu'à MM. C. Lévi, C. Delamare-Debouteville et B. Dussart qui m'ont si amicalement aidé dans la réalisation matérielle de mes recherches.

II - MATÉRIEL ET TECHNIQUE

Les sables étudiés, pendant ces six années, proviennent d'un assez grand nombre de stations, que nous allons essayer de résumer comme suit :

1°) Région de Roscoff

Aber de Roscoff : Devant le laboratoire Lacaze-Duthiers, chenal de l'Ile Verte, plagicules au nord de l'Ile Verte, banc de sable à l'embouchure de l'Aber de Roscoff (places « 3 » et « 5 » de B. Swedmark), fond de l'Aber, plage de Roscoff, plagicule le long de la digue d'embarquement, etc.;
Ile de Batz : plages sud et nord de l'île (sable fin).
Plages de Santec : à divers niveaux (sables fins).
Plage de Perharidi : plusieurs échantillons (sables saprobes).
Plage de Sieck : sable blanc, assez fin (pratiquement azoïque).
Port de Roscoff : ancien et nouveau port (sable vaseux).
La Penzée : sable vaseux près d'un des piliers du pont.
Banc du Ledanet (Perharidi) : sable immergé, pur.
Duslen : sable immergé hétérogène.
Plage de Primel : près de la balise (sable fin).
Banc de Pignette : sable immergé (par 5 m de fond).
Parc à huîtres de Carantec : sable fin.
Plage de l'Ile Callot : sable hétérogène.
Grande plage de Goulven : sable assez fin, un peu saumâtre.

2°) Région de Concarneau

Plages E et W de la pointe rocheuse du Mousterlin.
Coulées sableuses entre les rochers W du laboratoire,

3°) Région de Banyuls

Plage de Banyuls : (sable immergé) près du laboratoire.
Plage du Cerbère : cailloutis et sable grossier.

Plage de Collioure : sable grossier, caillouteux.
Plage d'Argelès : sable grossier assez pur.
Plage du Canet : sable assez grossier, pur.
Banc des Paulliles : Dragage sous 10 et 20 m de fond.
Banc à Amphioxus : Dragages divers (sable grossier).
Sable fin du Canet : sables saumâtres (pièce d'eau).
Sable vaseux de l'étang du Canet : eau douce.
Plage de l'étang de Thule (recueilli à Sète).
Plage de Sète : sable assez fin.

4°) Région de Camargue

Sable coquillier du Vaccarès : assez grossier, saumâtre.
Sable coquillier du Fournelet : assez fin, un peu vaseux, saumâtre.
Sable marin de la plage des Saintes-Maries : sable fin, homogène.

5°) Région de Thonon (Lac Léman)

Plage près de l'embouchure du Foron : eau douce (profondeur, 80 cm).
Plage de la Coudrée (ouest) : sable un peu saprobe, sous 5 à 300 cm.
Embouchure du Foron : sable pur, sous un mètre d'eau.
Plage d'Excenevex : sable fin, un peu saprobe, sous 10 cm à 5 m d'eau.

Les échantillons de sable sont généralement prélevés à marée basse, en choisissant de préférence des cuvettes recouvertes de quelques centimètres d'eau. Nous avons adopté la méthode signalée par Remane (1928) et Faure-Fremiet (1950) ainsi que par Swedmark (1950) : on râcle la surface du sable à l'aide d'une cuillère, d'une feuille de rhodoïd ou d'une cuvette émaillée, à bords minces, de manière à prélever une couche de sable n'excédant pas 2 à 3 cm de profondeur. On recueille, ainsi, dans un bocal, 250 à 1 000 g de sable humide.

En Méditerranée, dans les étangs ou dans le Léman, nous avons fait souvent appel au dragage.

Au laboratoire, les échantillons peuvent être conservés dans des cristallisoirs ou des cuvettes avec de l'eau de mer filtrée (on limite l'évaporation de l'eau en recouvrant les récipients à l'aide d'un couvercle de verre). Nous préférons, toutefois, garder les échantillons dans les bocaux de récolte (Swedmark, 1955), car nous obtenons ainsi une concentration de la faunule infusorienne dans un espace limité.

En effet, par suite de la fermentation et de la décomposition organique qui a lieu dans la partie inférieure des récipients, décomposition

accompagnée par un gradient vertical d'O_2 (SWEDMARK, 1955), la microfaune se déplace rapidement et se concentre à la surface libre du sable. Cette migration débute quelques heures après la récolte et continue pendant un assez grand nombre de jours (des espèces gigantesques et lentes, telles l'*Hélicoprorodon maximum* ou le *Loxophyllum vermiforme* ne remontent parfois que quinze jours plus tard). Si le sable est nettement saprobe, on a intérêt à rejeter périodiquement l'eau superficielle et à la remplacer par de l'eau de mer filtrée. De toute manière, l'équilibre des espèces est complètement modifié dans les sables ainsi conservés au laboratoire : certaines (ciliés saprobes, carnassiers) se développent considérablement, tandis que d'autres, plus fragiles, disparaissent complètement en peu de jours. On ne peut donc se faire une idée exacte de la distribution réelle des espèces psammiques que si l'on examine le sable immédiatement après la récolte. Lorsqu'au contraire, on désire obtenir un grand nombre d'individus, en vue de recherches cytologiques, il est toujours préférable d'attendre quelques jours (c'est ainsi que nous avons pu obtenir des quantités énormes de certains ciliés tels *Geleia swedmarki, Remanella minuta* ou *Tracheloraphis phoenicopterus*).

En revanche, chaque fois que nous avons essayé des cultures de ciliés typiquement interstitiels, en partant de quelques individus isolés dans de l'eau de mer filtrée avec du sable lavé, nous avons enregistré des échecs.

Pour l'examen, on prélève quelques centimètres cubes de sable à l'aide d'une pipette à large ouverture et on garnit le fond d'une boîte de Pétri qui est ensuite examinée sous la loupe binoculaire; les ciliés rencontrés doivent être « péchés », un à un, à la micropipette.

Pour les espèces thigmotactiques, on peut essayer le procédé de démasquage de FAURE-FREMIET (1950), en ajoutant quelques cc. d'une solution de chlorure de magnésium à 12,2 % environ. Ce procédé altère toutefois la forme de certaines espèces et rend encore plus fragiles les animaux délicats (FJELD, 1955).

Avec un peu de patience, on arrive souvent à s'en passer complètement et nous ne l'avons presque plus employé ces dernières années.

Certains chercheurs (FJELD, 1955) ont essayé d'imaginer des appareils de triage destinés à concentrer la microfaune dans une très petite quantité d'eau. Nous pensons que toutes ces méthodes restent très critiquables, car si elles facilitent l'étude de quelques espèces, elles éliminent, par contre, presque automatiquement les ciliés très plats et très thigmotactiques qui restent fixés sur les grains de sable ou sur les

parois des récipients (la plupart des *Loxophyllum, Hémionotus,* etc... collent tellement au support qu'ils ne peuvent être enlevés qu'à l'aide de micropipettes bien calibrées et très puissantes). Il suffit de considérer la liste d'espèces donnée par FJELD (à la suite d'un travail pourtant très soigné) pour constater les défauts de son dispositif de triage : une grande partie des espèces, parmi les plus communes dans les sables côtiers, manquent complètement (*Loxophyllum, Remanella, Centrophorella,* etc...). L'observation patiente sous la loupe binoculaire, reste, à notre avis, la seule technique valable permettant de se faire une idée objective sur la distribution réelle des espèces interstitielles. Plus critiquable encore nous semble être la coloration en masse, telle qu'elle est utilisée par FJELD sur le matériel de triage. En effet, il nous semble impossible de pouvoir déterminer des ciliés psammiques, fixés et colorés « in toto ». Des statistiques de fréquence, basées sur de telles déterminations, sont extrêmement sujettes à caution (c'est ainsi que FJELD, entre autres, confond *Hélicoprorodon gigas* avec *Holophrya coronata*).

D'autre part, la discrimination de nombreuses espèces étant très difficile à faire sous la loupe binoculaire, il est souvent nécessaire d'observer *chaque individu isolé* sous le microscope à immersion. Les observations sur le vivant doivent être faites à l'aide de lames très propres ayant *longuement séjourné dans l'eau de mer* (les lames neuves entraînent souvent la cytolyse immédiate des ciliés interstitiels). Afin de pouvoir procéder à une compression réglable à volonté (indispensable pour l'observation des détails cytologiques) nous faisons reposer la lamelle sur quatre petites cales constituées par de la graisse aux silicones. Ces cales sont compressibles à volonté. Pour l'étude du noyau, le vert de méthyle acétique glycériné nous a souvent donné d'excellents résultats. Des préparations définitives ont été exécutées chaque fois que cela a été possible. Nous avons surtout fait appel à l'imprégnation argentique (suivant la méthode de CHATTON et LWOFF) et à la réaction nucléale de FEULGEN, après fixation au sublimé acétique ou au Bouin-Allen, suivant les méthodes classiques et après collage à l'albumine. (La méthode particulièrement compliquée de CHEN, signalée par FJELD, 1955, nous a semblé parfaitement superflue).

Les cils ont été parfois électivement colorés par le bleu d'aniline, après fixation osmiomolybidique (modification d'une méthode de von GELEI mise au point par CANTACUZENE, communication personnelle). Des coupes à la paraffine ont été parfois exécutées, après fixation par les fixateurs de CHAMPY ou de SCHAUDINN. Elles ont été colorées par la fuschine d'ALTMANN, l'Hématoxyline ferrique, le MALLORY ou le MANN.

Des microphotographies instantanées (flash électronique) ont permis de conserver l'allure générale des individus nématomorphes, tandis que des images en contraste de phase ont complété l'analyse de certains détails cytologiques. Des enregistrements micronématographiques nous ont permis de fixer sur la pellicule l'aspect, l'allure générale, la nage et les principaux détails cytologiques des ciliés interstitiels les plus typiques.

Sur le plan écologique, nous avons pratiqué l'étude granulométrique d'un certain nombre d'échantillons de sables. Nous avons utilisé la technique décrite par FAURE-FREMIET (1950) inspirée de celle mise au point par PRENANT (1932). Les pesées ont été réalisées sur une demi-douzaine d'échantillons différents, du même prélèvement, de sorte que les données utilisées pour tracer les courbes représentent des chiffres moyens assez précis. Les résultats numériques ont été exprimés suivant le procédé imaginé par THOULET et utilisé par PRENANT (1932). On obtient ainsi des *courbes cumulatives,* dont la forme est plus ou moins sigmoïde. Tout dernièrement (PRENANT, 1955), des méthodes de représentation plus précises ont été proposées. Des recherches intensives sur la granulométrie des sables de la région de Roscoff (PRENANT et coll., sous presse) sont en cours. La rédaction de ce travail était trop avancée au moment où nous avons eu connaissance de ces recherches, pour que nous puissions avoir la possibilité de modifier notre représentation graphique.

Dans la région de Roscoff, la température de l'eau a été mesurée par notre ami SWEDMARK (1955) avec lequel nous avons souvent récolté nos échantillons. Nous nous reporterons donc à son travail (1955) lorsqu'il s'agira d'interpréter certaines de nos constatations. La salinité des étangs saumâtres a été établie pour nous par les laboratoires dans lesquels ces recherches ont été exécutées.

PREMIÈRE PARTIE

ÉCOLOGIE
DES CILIÉS MÉSOPSAMMIQUES

I. — CARACTERES GENERAUX DE LA MICROFAUNE PSAMMIQUE

REMANE (1933, 1940) et ses élèves, ainsi que de nombreux autres chercheurs (LEVI, 1950; PENNAK, 1951; SWEDMARK, 1955, notamment) ont étudié avec beaucoup de détails l'étonnante microfaune interstitielle littorale. Sur le plan écologique, ces auteurs ont pu tirer quelques conclusions d'ordre général qu'il n'est pas inutile de rappeler ici. REMANE (1933) remarque notamment que chez de nombreuses espèces, l'index $\frac{\text{largeur} \times 100}{\text{longueur}}$ est très faible, la plupart des espèces montrant un très fort allongement du corps (convergence écologique intéressant des groupes variés : Turbéllariés, Gastrotriches. Nématodes, Ciliés). D'un autre côté, il remarque que la taille maximum semble limitée par la grandeur même des interstices, la plupart des métazoaires étant plus petits dans le sable qu'ailleurs. Ceci entraîne l'acquisition d'une forme allongée dès qu'un certain volume est dépassé. La plupart de ces petits métazoaires interstitiels sont entièrement ciliés (la locomotion ciliaire est, de très loin, la plus répandue dans le psammon) et cela même dans des groupes où la ciliature est généralement inconnue (exemples : *Halammohydra,* seul cnidaire cilié et *Psammodrilus,* unique Annélide Polychète entièrement cilié). Ces formes allongées et ciliées montrent, en outre, une grande capacité adhésive, soit par thigmotactisme ciliaire, soit grâce à des organes adhésifs spéciaux. Souvent aussi (surtout chez les animaux de petite taille) on remarque des formes aplaties (Archianelide *Diurodrilus,* Tardigrade *Batillipes,* Gastrotriches *Platydasydae,* etc.) Les déterminismes écologiques sont suffisamment puissants pour entraîner, chez les différents groupes, une convergence de classe. Autre détail curieux : il n'existe pratiquement pas d'animaux sessiles dans le sable. A part quelques semi-sessiles (*Halammohydra schulzei, Psammodrilus*) on observe surtout des espèces vagiles. Plus de la moitié de ces espèces sont appelées par REMANE « haptiche », c'est-à-dire susceptibles de se fixer instantanément (grâce à des tubulures, disques, crochets, glandes adhésives). La densité des espèces est, en général, un peu moins grande dans le sable que dans les algues, mais plus élevée que dans la vase. En

résumé, le milieu interstitiel est un milieu riche en petits métazoaires variés, ayant un certain nombre de caractères communs, dus à une convergence adaptative : petite taille, forme allongée ou aplatie, locomotion ciliaire, capacité de se fixer temporairement à l'aide d'organes adhésifs. NICHOLLS (1935) étudiant les Copepodes psammiques reconnaît que ces animaux ne creusent pas leur gîte dans le substrat, mais nagent dans les espaces compris entre les grains; ils sont réellement interstitiels (fauna des « Luckensystem » de REMANE). Enfin, SWEDMARK (1955) remarque aussi que l'adaptation au milieu interstitiel a entraîné chez divers membres de la microfaune des sables, l'acquisition d'une organisation très particulière, comportant des caractères nettement spécifiques et hautement évolués à côté de regressions très poussées.

Beaucoup d'animaux très mésopsammiques ont une extension géographique considérable. En outre, des espèces trouvées dans des points extrêmement éloignés, sont morphologiquement semblables. D'où la preuve (d'après REMANE et SWEDMARK) d'une lente progression passive de la microfaune le long des rivages. Cette migration serait due à un déplacement des sables eux-mêmes, sous l'action des courants. Ces mêmes auteurs considèrent comme relativement important le transport possible par les oiseaux (échassiers notamment), dont les bandes innombrables recouvrent les grèves, au moment des migrations. SWEDMARK (1955) remarque encore que les stades larvaires de la plupart des animaux psammiques montrent une capacité d'adhérence remarquable (larve d'*Halammohydra* et d'autres animaux), caractéristique commune aussi bien aux œufs qu'aux larves elles-mêmes.

Pour finir, nous devons remarquer que de nombreuses espèces d'animaux interstitiels semblent montrer une distribution extrêmement précise et cela, en dépit des remaniements des sables par les vagues et les courants. L'existence d'une espèce en un lieu bien défini semble régie par un déterminisme écologique précis mais difficile à mettre en évidence (car un sable apparemment identique, mais éloigné de quelques dizaines de mètres, peut en être complètement dépourvu).

II. — LE SABLE EN TANT QUE MILIEU ECOLOGIQUE

Ainsi que le remarque FAURE-FREMIET (1950), du point de vue écologique, la dimension des grains de sable n'est intéressante que par son inverse, c'est-à-dire, par la dimension des interstices, des pores

compris entre ces grains. Ces espaces remplis d'eau de mer constituent le milieu dans lequel vit la microfaune mesopsammique. La forme des grains de sable étant très variée et, le plus souvent, anguleuse ou lamellaire, la valeur des interstices varie considérablement. Si le sable est homogène (Bruce, 1928) la quantité d'eau augmente lorsque la grosseur des grains diminue tandis que si le sable est très hétérogène, une partie des espaces libres est comblée par les grains plus fins du mélange. Ce colmatage peut être complet lorsque le sable est très vaseux. C'est donc, en dernière instance, de la dimension des espaces interstitiels que dépend, en premier lieu, la faunule mésopsammique. La nature chimique du sable semble intervenir très peu, car nous avons souvent trouvé une faune très semblable dans des sables de nature très différente (la même constatation a été faite par Faure-Fremiet, 1950).

Les phénomènes interfaciaux sont très considérables dans les sables et doivent jouer un rôle important. Suivant Stowel (1927), les constituants ioniques des sels dissous dans l'eau de mer sont retenus par les surfaces granulaires dans une assez grande proportion (le contenu salin des espaces lacunaires est de 25 % plus élevé que dans l'eau environnante).

Cette absorption ionique est préférentielle des ions Na^{+} et Mg^{++} (et compensée par une libération de ions Ca^{++}) d'où un enrichissement de l'eau en calcium (avec abaissement du pH). Enfin, ainsi que le remarque Faure-Fremiet (1950), il est tout à fait probable qu'autour des grains de sable s'étend un film de nature organique dont les propriétés peuvent être liées à l'orientation de molécules du type polaire - non polaire (ce qui expliquerait peut-être la grande fragilité de certains ciliés, qui cytolysent au contact du verre ou de l'interface eau-air).

La microfaune des sables est donc fonction, en premier lieu, de la dimension moyenne des espaces intergranulaires. Au delà d'une certaine limite inférieure, le sable n'est plus habitable. C'est ainsi qu'un sable extrêmement fin ou très colmaté par des apports terrigènes peut se montrer presque azoïque. D'autres facteurs encore jouent un rôle très important dans le peuplement faunistique du mésopsammon. Nous signalons, notamment, la teneur du substrat en matière organiques, l'agitation mécanique, la température de l'eau, etc.

III. — INFLUENCE DES DIVERS FACTEURS ECOLOGIQUES SUR LA FAUNULE INFUSORIENNE INTERSTITIELLE

1°) Granulométrie des sables

Dès 1950, Faure-Fremiet établissait un rapport étroit entre la ganulométrie des sables (qui donne une idée assez nette de la valeur des interstices) et le peuplement de ces sables en ciliés. Il distinguait ainsi les sables moyens (selon Thoullet) dont la plupart des grains mesurent de 1,8 à 0,4 mm et dont la faunule infusorienne est appelée *mésoporale* et comporte notamment des espèces de taille moyenne ou petite, nageuses, mais possèdant quelques cirres ou cils thigmotactiques. Les ciliés de cette catégorie comportent un grand nombre d'espèces à répartition mal définie, se rencontrant aussi bien dans les sables fins que grossiers (faunule *euryporale*) et un nombre plus restreint d'espèces plus caractéristiques, mais qui ne montrent pas une adaptation morphologique particulière au milieu interstitiel. Il existe aussi un certain nombre de ciliés non caractéristiques, constitués par des espèces littorales à répartition étendue, qui ne se trouvent qu'accidentellement dans le sable.

Une autre catégorie de sables comporte des grains de classe dominante mesurant de 0,4 à 0,12 mm, correspond aux sables fins de Thoulet et emprisonne, essentiellement, une faunule infusorienne dite *microporale,* constituée surtout par des espèces reptantes de grande taille, nématomorphes ou rubanées, très thigmotactiques et généralement fragiles. Ce sont donc des espèces nettement caractéristiques et à distribution uniquement mésopsammique.

Etendant ses observations au Cape Cod (U.S.A.), Faure-Fremiet (1951) confirme à nouveau ces remarques écologiques et ajoute que, pour les espèces euryporales, la densité des ciliés est très variable d'un endroit à un autre, en fonction de la nourriture (substrat végétal, Diatomées ou Perdiniens). Par la même occasion, il remarque l'existence d'abondantes espèces-type dans les sables saprobes (*Geleia*).

Bock (1952) définit les sables par la taille moyenne des grains. Il subdivise la région de Kiel en différentes zones faunistiques, dont il donne la liste et la fréquence des ciliés rencontrés, sans conclure toutefois, quant à l'influence de la granulométrie sur cette distribution. Il remarque que les sables grossiers sublittoraux (zone à *Halammohydra*) sont moins richement pourvus en ciliés que les sables fins (zone à *Tur-*

banella). C'est dans ce qu'il appelle « l'*Arenicola marina cenose* » que cet auteur trouve la plus grande richesse en ciliés. Bock reconnaît donc l'importance de la granulométrie mais sans donner des précisions. Fjeld (1955) tout en ayant prospecté uniquement une petite aire sableuse de 5 × 5 m (à Drbak, Norvège) s'intéresse beaucoup au problème de la granulométrie. Il réalise donc de nombreuses analyses mécaniques des sables étudiés par lui (par la méthode de sédimentation, Emery, 1938). Il constate ainsi que les grains moyens ont un diamètre variant entre 0,4 et 0,08 mm et qu'ils correspondent aux sables fins, définis par Faure-Fremiet. Ayant étudié ainsi la granulométrie de cette petite aire sableuse, pendant toute une année, Fjeld constate qu'il n'y a pas de profondes modifications des diagrammes d'une mesure à une autre. Il remarque enfin que la granulométrie du sable étudié reste sensiblement constante d'un point à un autre de la plagicule.

Tout dernièrement, Prenant (1955) a repris l'étude systématique de la granulométrie des sables de la région de Roscoff. Ce travail, d'une très grande ampleur (comportant plusieurs centaines de mesures) est encore à l'étude *. Ces graphiques granulométriques de fréquence, établis pour les sables intercotidaux bretons, montrent systématiquement l'existence de quatre maxima en des positions caractéristiques (diamètres des grains 1 mm, 275 μ, 130 μ et 75 μ). Cette propriété discontinue (due probablement au tri par les vagues et courants) fournit une base solide pour l'étude des problèmes écologiques.

En ce qui nous concerne, nous avons étudié la granulométrie de quelques-uns des sables les plus intéressants que nous avons pu recueillir. Nous nous sommes adressés à des sables de finesse très variée, mais dont la faunule infusorienne nous était bien connue.

Les mesures ont été interprétées sous forme de courbes cumulatives, afin de faciliter les comparaisons avec les travaux de Faure-Fremiet.

Etude des courbes

a) *Sables grossiers* (fig. 1).

Courbe I. — Sable immergé à Duslen (dragage). Ce sable, assez grossier, blanc et propre, était pauvre en espèces qui étaient du type euryporal (deux espèces d'*Aspidisca, Lacrymaria coronata, Trachelocerca entzi, Loxophyllum,* etc.).

(*) 1955.

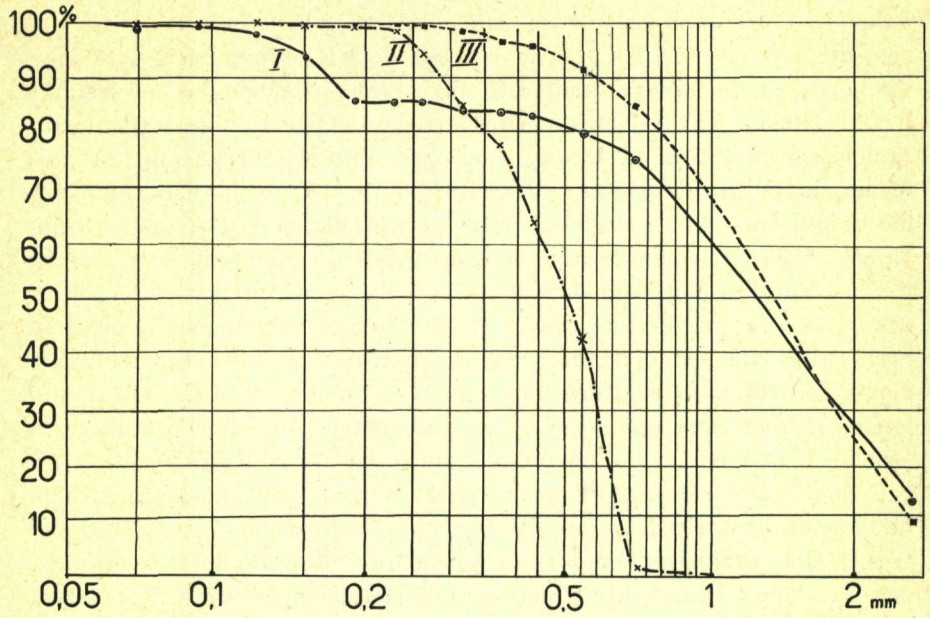

FIG. 1. — *Courbes granulométriques cumulatives de quelques sables grossiers de la région de Roscoff*

Courbe I = Sable immergé de Duslen (dragage) ; Courbe II = Chenal de l'Ile verte (Aber de Roscoff) ; Courbe IIÎ = Aber de Roscoff (devant le laboratoire).

Courbe II. — Sable hétérogène, grossier, un peu saprobe du Chenal de l'Ile Verte. La faunule était plus abondante, mais constituée surtout de ciliés du type mésoporal et euryporal : *Diophrys irmgard, Uronychia transfuga, Frontonia marina, Pleuronema marina, Trachelocerca* sp.

Courbe III. — Sable grossier, jaune et hétérogène de l'Aber de Roscoff (devant le laboratoire Lacaze Duthiers). Faunule mixte méso et microporale : *Uroleptus* sp., *Tracheloraphis phoenicopterus, Remanella margaritifera, Lionotus helus, Loxophyllum setigerum, Frontonia marina, Condylostoma arenarium, Coleps tesselatus.*

b) *Sables moyens* (fig. 2).

Courbe I. — Sable assez fin et très pur du banc de Ledanet (Perharidi). Ce sable, en dépit de sa granulométrie assez favorable, était azoïque.

Courbe II. — Sable assez fin, hétérogène et vaseux du fond du vieux port de Roscoff. Faunule peu abondante, mésoporale : *Trachelocerca, Loxophyllum, Hypotriches* var.

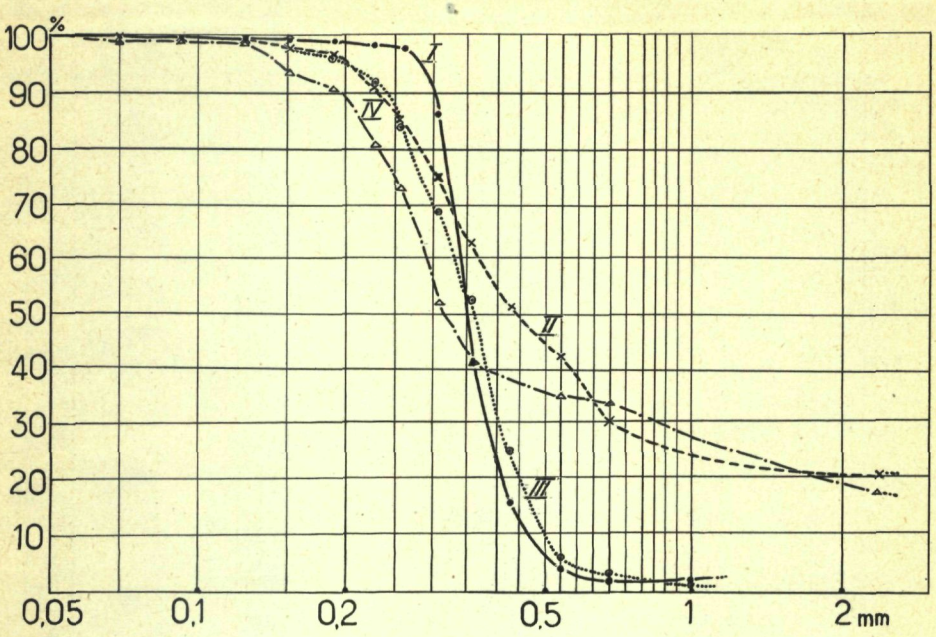

FIG. 2. — *Courbes granulométriques cumulatives de quelques sables moyens ou hétérogènes de la région de Roscoff*

Courbe I = banc de Ledanet (Perharidi) ; courbe II = Fond du vieux port de Roscoff ; courbe III = Aber de Roscoff (devant l'hôpital marin) ; courbe IV = chenal de l'Ile Verte (Aber de Roscoff).

Courbe III. — Sable plutôt fin de l'Aber de Roscoff (au niveau du Sanatorium).

Faunule mixte : *Hélicoprorodon gigas, Lacrymaria acuta, Trachelocerca* sp., *Frontonia marina.*

Courbe IV. — Sable fin, mais hétérogène et sale de l'Aber de Roscoff (chenal de l'Ile Verte). Faunule microporale peu abondante. *Centrophorella fasciolata, Geleia decolor, Trachelocerca* sp.

c) *Sables fins* (fig. 3).

Courbe I. — Sable très fin, jaune et un peu saprobe de l'Aber de Roscoff (devant le laboratoire). Faunule microporale typique : *Remanella multinucleata, Geleia decolor, Centrophorella fasciolata, Loxophyllum vermiforme, Trachelocerca* sp.

Courbe II. — Sable très fin, jaune et riche en matières organiques de l'Aber de Roscoff (devant le Sanatorium). Faunule microporale avec quelques espèces mésoporales : *Centrophorella fasciolota, Geleia decolor,*

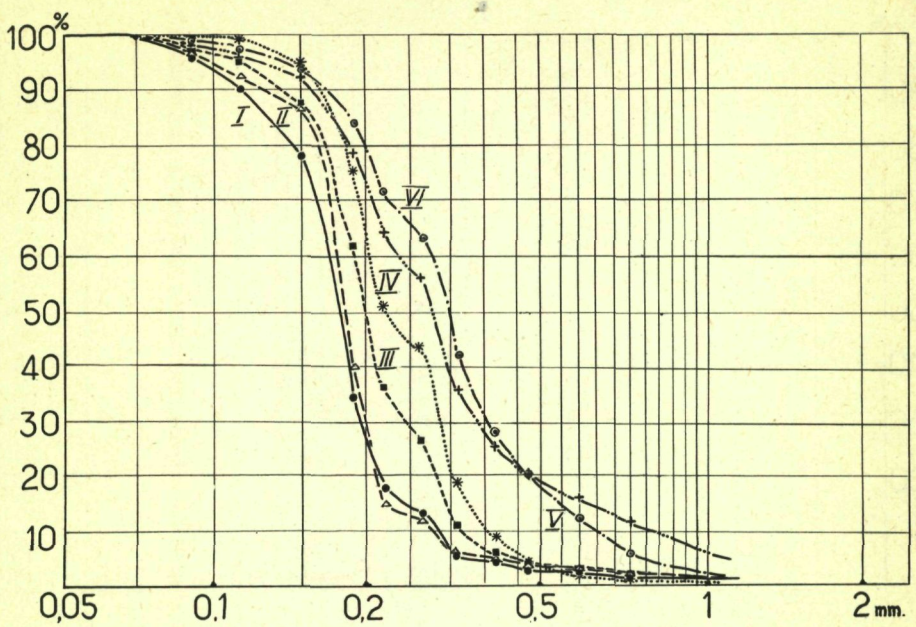

FIG. 3. — *Courbes granulométriques cumulatives des sables fins de la région de Roscoff*

Courbe I = Aber de Roscoff (devant le laboratoire); courbe II = Aber de Roscoff (place « 3 » de Swedmark) à l'ouest de la plage; courbe III = plage de Primel (près de la balise); courbe IV = plage nord de l'Ile de Batz; courbe V = nouveau port de Roscoff; courbe VI = nord de l'Ile Verte (Aber de Roscoff).

Geleia fossatta, Condylostoma remanei, Trachelocerca sp., *Holophrya coronata, Histiobalantium marinum.*

Courbe III. — Sable fin et homogène de la plage de Primel (près de la balise).

Faunule plutôt microporale mais peu abondante : *Remanella rugosa, Lacrymaria caudata, Trachelocerca* sp., *Prorodon* sp.

Courbe IV. — Sable fin et homogène de la plage nord de l'île de Batz. Faunule presque inexistante à part quelques *Trachelocerca.*

Courbe V. — Sable fin, mais un peu hétérogène et vaseux du Port de Roscoff. Faunule riche en nombre d'individus (caractère saprobe). *Remanella minuta, Remanella rugosa, Condylostoma remanei, Gruberia uninucleata, Blepharisma clarissimum* fa., *arenicola, Loxophyllum setigerum, Geleia decolor, Tracheloraphis fasciolatus.*

Courbe VI. — Sable assez fin mais très saprobe (riche en matières organiques) du chenal de l'Ile Verte. Faunule microporale typique :

Centrophorella fistulosa, Centrophorella fasciolata, Remanella multinucleata, Remanella margaritifera, Geleia decolor, Geleia orbis, Gruberia sp., *Loxophyllum setigerum, Loxophyllum helus, Trachelocerca* (plusieurs espèces, etc.).

L'étude de ces divers sables confirme donc les vues de FAURE-FREMIET tout en laissant penser que la subdivision en faunules **meso, eury** et **microporales** n'est pas très tranchée, mais qu'il y a toujours un mélange d'espèces en proportions variables. D'une façon générale, les sables grossiers montrent une faunule peu différenciée (eury- et mésoporale) tandis que les sables fins sont peuplés surtout par des ciliés plus nettement interstitiels. Des échantillons de granulométrie très voisine peuvent montrer des peuplements très différents, sur le plan de la richesse en espèces et en individus, car il intervient alors d'autres facteurs importants, tels la teneur en matières organiques, l'agitation mécanique et la température.

Dans la région de Banyuls, nous n'avons pas eu l'occasion de réaliser des tamisages de sorte que la granulométrie des sables étudiés a été évaluée seulement qualitativement. Nous résumerons ainsi les principaux résultats obtenus (DRAGESCO, 1954) : d'une façon générale, les grandes plages battues par les vagues sont entièrement dépourvues de faunule infusorienne intéressante. Dans les endroits abrités, le nombre d'espèces et d'individus est fonction de la finesse du sable et de la richesse relative en matières organiques. En fait, la plupart des plages, se trouvant entre Cerbère et Sète, se montrent peu intéressantes, le sable étant grossier et souvent azoïque. En revanche, et seule de toute la côte, la plage même de Banyuls est constituée par un sable fin et homogène peu remué et riche en matières organiques. Ce sable est toujours immergé et montre une grande richesse en protistes variés : Péridiniens. Cryptomonadines, Diatomées, Ciliés. Les infusoires sont nombreux et très typiques. Sur 56 espèces étudiées, nous avons trouvé 15 espèces nouvelles, dont certaines très intéressantes. Cette faunule est résolument microporale (avec 8 espèces de *Trachelocerca* et *Tracheloraphis*, 5 espèces de *Remanella*, 4 espèces de *Centrophorella*, 4 espèces de *Geleia*, etc.) avec quelques espèces euryporales venues des algues environnantes (*Prorodons, Lionotus, Frontonia, Pleuronema, Epiclintes ambiguus, Diophrys, Euplotes*, etc.).

Détail intéressant : près de 50 % des espèces trouvées à Banyuls sont *identiques* à celles déjà connues sur les plages de Bretagne ou d'Allemagne (DRAGESCO, 1954).

Des dragages aux Paulilles et dans les sables à *Amphioxus* ont

donné des résultats très variables suivant les échantillons. D'une façon générale, les sables grossiers et hétérogènes se sont montrés pratiquement dépourvus de ciliés, tandis que les sables fins ont permis de retrouver une faunule peu différente de celle que nous venons de passer en revue.

Les sables des étangs saumâtres (Canet, Sète, Camargue) sont généralement peu intéressants, les interstices étant, le plus souvent, colmatés par de la vase ou des débris de coquillages (Vaccarès). Deux petites stations au Canet se sont montrées assez intéressantes. Il s'agit de deux pièces d'eau à peine salée : la « Station 101 » du Professeur PETIT, à salure variant entre 4 et 5 gr de chlorinité, et la « Station 5 » dont la salure varie entre 5 et 10 gr. de chlore par litre. Le fond de ces deux collections d'eau est constituée par du sable fin et homogène souvent recouvert par un feutrage d'algues (Diatomées, Oscillaires). La faunule infusorienne, assez particulière, et constituée partiellement par des ciliés d'eau douce assez communs et dépourvus de signification écologique bien définie (*Prorodon ovum, Prorodon discolor, Spirostomum teres, Coleps hirtus, Nassula ornata, Frontonia leucas*) mélangés à des infusoires marins assez communs, et dont seulement un petit pourcentage est typiquement mésopsammique (*Condylostoma arenarium, Tracheloraphis drachi, Loxophyllum setigerum*). Ceci semble démontrer que la désalure (ces pièces d'eau étaient originairement marines) a détruit la plupart des espèces primitives qui ont été remplacées par des formes plus résistantes, sans rapport écologique démontré avec le milieu interstitiel. Les étangs saumâtres de la Camargue se sont montrés très pauvres du point de vue de faunule infusorienne, à l'exception de quelques échantillons recueillis sur les plages du Fournelet. Il s'agissait d'un sable fin, à peine vaseux et très coquillier, très riche en Foraminifères et en métazoaires divers (Nématodes, Rotifères, Turbellariés). Ce sable fin était peuplé par une douzaine d'espèces de Ciliés, constituant un véritable mélange d'espèces d'eau douce (*Prorodon morgani, Pleuronema crassum, Frontonia leucas*) et d'espèces marines, dont certaines étaient nettement interstitielles (*Remanella rugosa* var., *Condylostoma remanei* var. *oxyoura, Trachelocerca, Strombidium sauerbrayae*). Dans ce cas encore, le même mécanisme a dû jouer : destruction de la plupart des espèces marines et repeuplement progressif en espèces saumâtres et dulcaquicoles. Dans tous ces cas, le rôle de la granulométrie est difficile à préciser, car le nombre des espèces écologiquement significatives est trop faible. Nous devons remarquer pourtant que nous n'avons trouvé des peuplements intéressants que dans les *sables fins*.

Les sables d'eau douce n'ont jamais fait l'objet d'études approfondies concernant la microfaune interstitielle. Lors de deux séjours à la Station Hydrobiologique de Thonon nous avons pu étudier une quarantaine d'espèces de ciliés, dont un pourcentage assez élevé est constitué par des espèces nouvelles. Nombre de ces espèces semblent pouvoir correspondre aux faunules mésoporale et microporale des sables marins en dépit du fait qu'il s'agit, dans tous les cas, de formes beaucoup moins spécialisées et donc difficiles à interpréter du point de vue écologique (fig. 4).

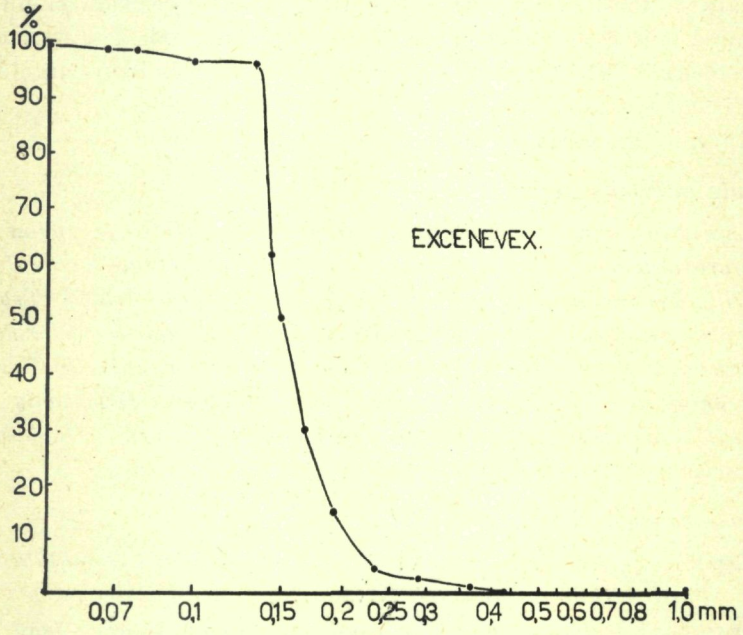

FIG. 4. — *Courbe granulométrique cumulative des sables fins du lac Léman* (plage d'Excenevex).

Remarque intéressante : seuls, les sables fins et homogènes (plage d'Excenevex) nous ont montré une faunule infusorienne riche et variée.

De l'ensemble de ces observations, nous conclurons que la granulométrie des sables joue un rôle assez considérable sur la microfaune infusorienne. En première et grossière approximation, il nous semble prouvé que les sables fins et homogènes sont beaucoup plus richement peuplés par des espèces généralement typiquement interstitielles (*faunule microporale*) accompagnées par un pourcentage variable d'espèces moins significatives. C'est dans les sables fins que l'on trouve les Ciliés les

plus spécialisés, les mieux adaptés au milieu interstitiel, ainsi que l'a si bien précisé FAURE-FREMIET. Les sables grossiers ou très hétérogènes sont peuplés par un mélange d'espèces, dont un assez grand pourcentage correspond aux faunules euryporale et mésoporale avec, toutefois, presque toujours quelques représentants de la faunule microporale. Leur peuplement reste peu abondant.

Bien entendu, toutes ces considérations n'ont qu'une valeur globale et statistique, car il serait illusoire de vouloir classer tous les Ciliés rencontrés dans l'une ou l'autre de ces subdivisions, forcément un peu arbitraires. Il est assez difficile de décider avec précision si un Cilié déterminé doit être classé parmi les espèces microporales, euryporales ou mésoporales. Il faut donc s'adresser à des espèces bien caractérisées et suffisamment abondantes dans des stations variées.

En voici quelques exemples :

Faunule microporale

Espèces typiques : *Pseudoprorodon arenicola, Hélicoprorodon gigas, Hélicoprorodon maximus, Lacrymaria multinucleata, Trachelocerca geopetiti, Tracheloraphis fasciolatus, Tracheloraphis drachi, Trachelonema grassei, Loxophyllum undulatum, Loxophyllum vermiforme, Hemionotus caudatus, Centrophorella fasciolata, Centrophorella fistulosa, Centrophorella longissima, Remanella multinucleata, Remanella gigas, Remanella swedmarki, Ciliofaurea arenicola, Geleia orbis, Geleia gigas, Blepharisma clarissimum* fa., *arenicola.*

Faunule mesoporale

Espèces typiques : *Mesodinium pulex* fa. *pupula, Loxophyllum setigerum, Paraspathidium fuscum, Remanella faurei, Remanella rugosa, Geleia fossata, Geleia decolor, Coelosomides marina, Cardiostoma vermiforme, Gruberia uninucleata, Condylostoma arenarium, Condylostoma remanei, Strombidium sauerbrayae, Discocephalus rotatorius.*

Faunule euryporale

Espèces typiques : *Trachelocerca entzi, Tracheloraphis phoenicopterus, Cryptopharynx setigerum, Histiobalantium marinum, Keronopsis arenivora, Holosticha discocéphalus, Swedmarkia arenicola, Aspidisca fjeldi.*

Espèces non caractéristiques

Lacrymaria olor. var. *marina, Lacrymaria coronata, Coleps pulcher, Holophrya oblonga, Prorodon marinus, Prorodon discolor, Chaenea vorax*

Enchelyodon laevis, Mesodinium pulex, Coleps hirtus, Lionotus lamella, Lionotus anguilla, Loxophyllum helus, Loxophyllum méleagris, Dileptus marinus, Chlamydodon mnemosinae, Frontonia marina, Pleuronema marinum, Pleuronema coronatum, Condylostoma patens, Epiclintes ambiguus, Diophrys scutum, Diophrys irmgard, Uronychia transfuga, etc.

2°) Température

D'une façon générale, la plupart des Ciliés psammiques sont eurythermes, donc peu sensibles à d'assez considérables variations de la température moyenne. Swedmark (1955) a étudié pendant plusieurs années les variations de température se produisant dans les sables de l'Aber de Roscoff. Ayant utilisé les mêmes échantillons de sables pendant une certaine période, nous nous reportons aux chiffres qu'il a publiés pour conclure, avec lui, que les variations annuelles peuvent atteindre à Roscoff, une amplitude de 40°. Les variations diurnes sont fortement influencées par le vent et l'ensoleillement. Un gradiant de température s'établit très rapidement dans la couche supérieure du sable, au début du jusant. D'une façon générale, les changements rapides de température (de 17° à 28° dans l'espace de 2 heures pour l'une de nos mesures dans l'Aber de Roscoff) ne semblent pas avoir une influence sensible sur la faune infusorienne. On remarque, tout au plus, une augmentation du nombre d'individus lorsque l'eau est assez chaude et, au contraire, une diminuiton assez sensible lors des grands froids (migration en profondeur). Il est d'ailleurs incontestable qu'on rencontre beaucoup plus de Ciliés en été (maximum en septembre) qu'en hiver (à la suite d'un mois de février extrêmement rigoureux, nous avons trouvé en 1956, que la plupart des stations de l'Aber de Roscoff montraient une étonnante diminution du nombre d'espèces et des individus). Bock (1952) remarque aussi, dans la région de Kiel, une diminution sensible du nombre des ciliés au cours de l'hiver. Il l'explique, assez paradoxalement, par une migration (?) du sable sous l'action des courants. Fjeld (1955) constate à Drøbak des variations de température moyenne allant de 0,6° à 17,8°. Il remarque aussi que le nombre des ciliés diminue fortement au cours de l'hiver.

Les graphiques publiés par cet auteur (p. 22) sont extrêmement suggestifs, car ils montrent la fluctuation du nombre d'individus des 4 espèces-type étudiées par lui (*Condylostoma remanei, Geleia orbis, Parasphatidium fuscum* et *Sonderia* sp.), en fonction des variations annuelles de salinité et température. On y remarque ainsi qu'au mois

de février 1950, le nombre des *Geleia* et des *Condylostoma* tendait vers 0 (température moyenne + 1°, — 2°), tandis qu'en août de la même année, leur densité atteignait un maximum (température moyenne : + 16-17°).

Nous avons observé des faits analogues dans la région de Roscoff et nous expliquons cette diminution du nombre d'individus, en période de froid, par une migration en profondeur (à 8 ou 10 cm de la surface, la température est déjà plus élevée) accompagnée d'un ralentissement du taux de division (au laboratoire, au contraire, les ciliés se multiplient rapidement, car la température ambiante de 18-20° est évidemment très favorable). B. SWEDMARK (1955) attache une importance considérable à ces migrations verticales de la microfaune qui, d'après lui, peuvent expliquer un certain nombre de faits concernant l'écologie des animaux psammiques.

3°) SALINITÉ

Les variations de salinité peuvent être, localement, très importantes au cours d'un basse mer (écoulement d'eau douce, pluie, évaporation). Suivant LINKE (1939), à Helgoland, les variations peuvent atteindre les limites extrêmes de 37 °/₀₀ à 13 °/₀₀. Toutefois la faunule mésopsammique reste peu sensible à ces variations. En effet, les mêmes animaux se retrouvent aussi bien dans le sud de la Baltique, que dans la Mer du Nord, la Manche ou la Méditerranée, ce qui souligne leur euryhalinité. Cette même conclusion ressort aussi des travaux de BOCK (1952) et FJELD (1955). En ce qui nous concerne, nos études de sables saumâtres nous ont permis de retrouver quelques espèces de la Mer du Nord dans des eaux presque douces (5 °/₀₀ de chlorinité). Il semble donc que nous pouvons considérer que les variations annuelles ou diurnes de la salinité jouent un très faible rôle dans le peuplement des sables par les ciliés.

4°) COURANTS ET AGITATION MÉCANIQUE DES SABLES

L'agitation des sables par les vagues et les courants semble devoir perturber considérablement l'équilibre biologique du mésopsammon. BOCK (1952) affirme que l'un des facteurs limitants de la répartition des ciliés dans les sables est constitué par le brassage des particules sous l'action des courants. D'après lui, les ciliés nageurs peuvent être entraînés par les vagues, ce qui explique que la densité de peuplement d'un sable agité reste obligatoirement faible. SWEDMARK (1955) remarque toutefois qu'en dépit de nombreux remaniements d'ensemble, les

sables d'une localité à *Psammodrilus* de l'Aber de Roscoff gardent toujours leur population, qui reste ainsi localisée dans quelques dizaines de mètres carrés. Ce n'est qu'à la suite d'une violente tempête que l'absence de ces Polychètes s'est fait ressentir et qu'il a fallu attendre deux mois avant d'en retrouver à nouveau. REMANE (1951) pense que les sables côtiers subissent une lente et longue migration le long des côtes sous l'action des courants. Quoi qu'il en soit, les recherches récentes de PRENANT et RULLIER (encore en cours, communication verbale) semblent prouver que la plupart des sables de l'Aber de Roscoff se déplacent constamment mais très peu et très lentement.

En ce qui nous concerne, nous accordons un assez grande importance à l'agitation du sable, car nous n'avons *jamais* trouvé une faunule infusorienne intéressante sur les plages battues par les vagues (Sieck, Argelès, Saintes-Maries, etc.), même lorsque la granulométrie paraissait favorable. En Camargue, même, les quelques endroits relativement riches en ciliés étaient toujours abrités. Les meilleurs stations que nous connaissons (Aber de Roscoff, Plage du Mousterlin, Plage de Banyuls) sont toutes bien abritées et très peu remuées par les vagues. En revanche, des stations qui semblent, à première vue, favorables (plages Nord de l'Ile de Batz, par exemple) sont très peu peuplées, étant exposées au large et périodiquement remaniées. Toutefois, les ciliés sont suffisamment thigmotactiques pour ne pas être sensiblement gênés par une agitation modérée, atteignant uniquement la couche superficielle. La plupart des courants ainsi que les mouvements dus à la marée, sont donc sans effet appréciable. Pour conclure, nous dirons que l'agitation mécanique du sable joue un rôle limitant dans le peuplement du mésopsammon, surtout lorsque cette agitation est violente et continuelle.

5°) TENEUR EN MATIÈRES ORGANIQUES

Un dernier facteur, à notre avis très important, n'a pratiquement pas été étudié. KAHL (1931-1933) semble considérer que la plupart des sables étudiés par lui rentraient dans la catégorie des sables purs.

D'après BOCK (1952), les ciliés psammiques évitent plutôt les sables saprobes, qui ne sont donc peuplés que par des espèces peu significatives, telles *Uronema marinum, Pleuronema* sp. et *Cyclidium* sp. FAURE-FREMIET (1951), tout au contraire, observe dans les sables saprobes (recouverts de bactéries sulfureuses rouges) de nombreux ciliés des genres *Geleia, Centrophorella, Blepharisma, Remanella.*

En fait, et nous l'avons constaté de façon absolument générale, Bock (1952) a parfaitement raison lorsqu'il affirme que l'un des principaux facteurs limitant le développement des ciliés interstitiels est le facteur alimentaire. Un sable très pur, dépourvu de protophytes et de bactériacées ne sera jamais richement peuplé, quelle que soit, par ailleurs, sa granulométrie. Nous avons souvent rencontré des sables parfaitement fins et homogènes qui étaient complètement dépourvus de ciliés, parce qu'éloignés de tout apport biologique, algues ou substrat vaseux. En revanche, chaque fois qu'un échantillon se montrait riche en espèces et en individus, nous étions certains d'y trouver toute une microflore constituée par des Diatomées, des Péridiniens et des Bactéries. Un tel sable se trouve soit au voisinage de collections d'algues importantes soit déposé sur un substrat vaseux considérable (dans l'Aber de Roscoff, les meilleures stations sont celles où le sable fin repose sur une couche considérable de vase noire). Les sables très riches se conservent d'ailleurs assez peu au laboratoire, car ils pourrissent très rapidement et la faune évolue considérablement. D'un autre côté, les sables tout à fait saprobes sont peu intéressants, car peuplés uniquement par des espèces particulières (et notamment des *Geleia*) dont le nombre reste assez restreint. Pour conclure, nous admettrons qu'une certaine quantité de matières organiques favorise beaucoup le développement de la faunule infusorienne, qui a besoin d'une nourriture figurée, constituée par des Bactéries, Diatomées et Flagellés. Ces considérations sont générales et s'appliquent aussi aux sables saumâtres et dulcaquicoles (à Excenevex seuls les sables légèrement saprobes montraient une grande abondance de ciliés).

6°) Conclusions générales

Ainsi qu'on vient de le voir, nos connaissances sur l'écologie des ciliés mésopsammiques sont bien incomplètes et bien superficielles.

En ce qui concerne les sables marins littoraux, nous savons déjà qu'il existe une relation incontestable entre la densité et la composition de la faune intestitielle et les variations des facteurs du milieu. Nous savons notamment que les notions de faunules *micro-*, *méso-* et *euryporale* (Faure-Fremiet, 1950) correspondent à une réalité incontestable. Nous savons encore que les sables fins et homogènes sont les plus propices à abriter une faunule riche en espèces et en individus hautement spécialisés, à condition que d'autres facteurs importants puissent intervenir favorablement. Ces facteurs sont, notamment, l'agi-

tation mécanique des sables (qui doit être aussi faible que possible) et la présence d'une certaine teneur en matières organiques, accompagnées, si possible, d'une microflore (Diatomées, Péridiniens) bien développée. La température joue un rôle plus effacé, mais il semble à peu près certain que le froid inhibe le développement de nombreuses espèces qui ne se multiplient que sporadiquement ou qui émigrent dans les couches les plus profondes du sable. Les variations de salinité ne semblent pas jouer un rôle décelable.

Les sables grossiers et hétérogènes, les sables colmatés par de la vase fine, les sables complètement saprobes et les sables constamment remués par les vagues sont très peu peuplés et souvent pratiquement azoïques.

D'autres facteurs plus discrets peuvent jouer un rôle important : teneur en O_2, teneur exacte en sels de l'eau interstitielle, propriétés inconnues du film de matière organique qui entoure les grains de sable, etc. Des recherches nouvelles, à l'aide de méthodes physico-chimiques, permettront un jour de préciser ces problèmes.

Il ne semble pas y avoir à première vue, chez les ciliés psammiques, des races ou des variétés géographiques, les mêmes espèces se retrouvant, avec les mêmes caractéristiques morphologiques, aussi bien au Helgoland, qu'à Roscoff, au Cape Cod ou à Banyuls.

L'écologie des sables saumâtres et dulcaquicoles pose des problèmes encore plus délicats, car la faunule infusorienne y est plus pauvre et peu différenciée. Nous pensons, toutefois que, là aussi, la granulométrie, l'agitation mécanique et la teneur en matières organiques jouent un rôle prépondérant dans le peuplement du mésopsammon.

7°) Quelques exemples de faunules infusoriennes

Pour finir ce chapitre, nous allons donner ci-dessous quelques listes des faunules infusoriennes qu'on peut rencontrer dans quelques échantillons de sables très typiques.

I. Aber de Roscoff :

a) Petite plage au N. O. du laboratoire (place « 3 » de B. Swedmark), septembre 1953. — Sable fin et assez homogène.

Faune associée (d'après B. Swedmark).

Cnidaria :	*Halammohydra octopodides* Remane
Turbellaria :	*Convoluta* sp.

Gastrotricha :	*Dactylopodalia baltica* Remane
	Thaumastoderma heideri Remane
	Turbanella cornuta Remane
	Aspidiophorus marinum Remane
Archiannelida :	*Protodrilus symbioticus* Giard
	Diurodrilus minimus Remane
Polycheta :	*Psammodrilus balanoglossoïdes* Swedmark
	Exogone gemmifera (Pagenst)
Tardigrada :	*Batillipes mirus* Richters

CILIÉS :

Mesodinium pulex fa. *pupula* ...	Kahl	51	individus
Strombidium arenicola	n. sp.	49	»
Lacrymaria acuta	Kahl	48	»
Lacrymaria coronata	Clap. et Lachm.	41	»
Cyclidium veliferum	Kahl	34	»
Strombidium macronucleatum ...	n. sp.	28	»
Lacrymaria caudata	Kahl	27	»
Remanella rugosa	Kahl	26	»
Pleuronema marinum	Dujardin	26	»
Pleuronema coronatum	Kent	24	»
Condylostoma remanei	Spiegel	24	»
Swedmarkia arenicola	n. sp.	23	»
Ciliofaurea mirabilis	n. sp. .	22	»
Centrophorella fasciolata	Sauerbrey	21	»
Cyclidium sp.	?	21	»
Pleuronema arenicola	n. sp.	18	»
Uronema sp.	?	17	»
Cryptopharynx setigerum	Kahl	15	»
Epiclintes ambiguus	(Müller) Bütschli	15	»
Tracheloraphis drachi	n. sp.	12	»
Diophrys irmgard	Mansfeld	12	»
Tracheloraphis teissieri	n. sp.	10	»
Loxophyllum setigerum var.	?	9	»
Loxophyllum helus	Stokes	7	»
Ciliofaurea ornata	(Dragesco)	7	»
Centrophorella lanceolata	Faure-Frémiet	6	»
Helicostoma notatum	(Möbius)	5	»
Remanella swedmarki	Dragesco	4	»
Holophrya oblonga	(Maupas)	4	»

Helicoprorodon maximus	Dragesco	3	»
Gruberia uninucleata	Kahl	3	»
Helicoprorodon gigas	Kahl	2	»
Lacrymaria olor var. *marina*	Kahl	2	»
Cryptopharynx enigmaticus	Dragesco	2	»
Histiobalantium marinum	Kahl	2	»
Paraspathidium fuscum	Kahl	2	»
Remanella granulosa	Kahl	2	»
Dileptus marinus	Kahl	2	»
Cardiostoma vermiforme	Kahl	1	»
Centrophorella grandis	Dragesco	1	»

II. Aber de Roscoff :

b) Devant le laboratoire Lacaze-Duthiers.

Sable hétérogène mais assez fin, un peu saprobe. Sept. 1953.

FAUNE ASSOCIÉE :

Gastrotricha : *Turbanella hyalina* Schulze,
Dactylopodalia baltica Remane.

Tardigrada : *Batillipes mirus* Richters.

CILIÉS :

Remanella swedmarki	Dragesco	57	individus
Mésodinium pulex	Clap. et Lachm.	26	»
Tracheloraphis teissieri	n. sp.	20	»
Pleuronema marinum	Dujardin	19	»
Histiobalantium marinum	Kent	17	»
Discocephalus ehrenbergi	n. sp.	11	»
Tracheloraphis prenanti	n. sp.	11	»
Loxophyllum helus	Stokes	10	»
Epiclintes ambiguus	(Müller) Bütschli	5	»
Uronychia trasfuga	(O. F. Müller)	5	»
Lacrymaria olor var. *marina*	Kahl	5	»
Lacrymaria coronata	Clap et Lachm.	3	»
Cryptopharynx setigerum	Kahl	3	»
Peritromus faurei	Kahl	2	»
Strombidium arenicola	n. sp.	2	»
Diophrys scutum	Dujardin	2	»
Remanella multinucleata	Kahl	2	»
Frontonia marina	Fabre-Domergue	2	»
Centrophorella fasciolata	Sauerbrey	2	»

III. **Petite plage au nord de l'Ile Verte.** Mars 1955.

Sable fin, homogène (niveau accessible seulement pendant une grande marée).

FAUNE ASSOCIÉE (d'après SWEDMARK, orig.) :

Cnidaria :	*Psammohydra nanna* Schulz,
	Halammohydra octopodides Remane.
Gastrotricha :	*Macrodasys affinis* Remane,
	Macrodasys caudatus Remane,
	Turbanella cornuta Remane,
	Turbanella armoricana Swedmark,
	Dactylopodalia baltica Remane,
	Dactylopodalia typhle Remane,
	Thausmastoderma heideri Remane,
	Chaetonotus atrox Wilke,
	Aspidiophorus marinus Remane.
Archiannelida :	*Protodrilus* sp.,
	Diurodrilus minimus Remane.
Tardigrada :	*Batillipes mirus* Richters.
Echinodermata :	*Leptosynapta minuta* Becker.

CILIÉS :

Helicoprorodon gigas	Kahl	xxxxxx
Condylostoma remanei	Spiegel	xxxxx
Frontonia marina	Faure-Domergue	xxxxx
Trachelocerca drachi	n. sp.	xxxx
Loxophyllum setigerum	Quenn.	xxxx
Pleuronema marinum	Dujardin	xxx
Pleuronema coronatum		xxx
Lacrymaria coronata	Clap. et Lachm.	xxx
Tracheloraphis fasciolatus	Sauerbrey	xxx
Cryptopharynx setigerum	Kahl	xxx
Cryptopharynx enigmaticus	Dragesco	xxx
Remanella multinucleata	Kahl	xx
Mesodinium pulex	Clap. et Lachm.	xx
Histiobalantium marinum	Kahl	xx
Tracheloraphis inaudatus	Kahl	xx
Aspidisca fjeldi	n. sp.	xx

(Les signes x, xx, xxx..., xxxxxx, indiquent la fréquence relative des espèces.)

IV. **Plage de Banyuls** (tout près de la digue du laboratoire Arago).

Sable fin et un peu saprobe (immergé sous 40 cm d'eau). Mai 1953.

CILIÉS :

Banyulsela viridis	Dragesco	xxxxxx
Lacrymaria delamarei	Dragesco	xxxxx
Mesodinium pulex fa. *pupula*	Kahl	xxxxx
Lacrymaria trichocystus	Dragesco	xxxx
Trachelocerca gracilis	Dragesco	xxxx
Loxophyllum setigerum (var. ?) ..	?	xxx
Pleuronema marinum	Dujardin	xxx
Centrophorella fasciolata	Sauerbrey	xxx
Loxophyllum helus	Stokes	xxx
Coleps pulcher	Spiegel	xxx
Coleps similis	Kahl	xxx
Lacrymaria coronata	Clap et Lachm.	xx
Tracheloraphis phoenicopterus ...	Cohn	xx
Paraspathidium fuscum	Kahl	xx
Tracheloraphis aragoi	Dragesco	xx
Remanella faurei	Dragesco	xx
Uronychia transfuga	U. F. Müller	xx
Diophrys scutum	Dujardin	xx
Diophrys irmgard	Mansfeld	xx
Condylostoma remanei	Spiegel	xx
Peritromus faurei	Kahl	xx
Geleia fossatta	Kahl	xx
Centrophorella fistulosa	Faure-Frémiet	xx
Geleia gigas	Dragesco	x
Prorodon trichocystus	Dragesco	x
Tracheloraphis drachi	n. sp.	x
Trachelocerca entzi	Kahl	x
Trachelocerca lacrymariae	Dragesco	x
Helicoprorodon barbatus	Dragesco	x
Remanella caudata	Dragesco	x
Remanella rugosa	Kahl	x
Centrophorella faurei	Dragesco	x
Cryptopharynx setigerum	Kahl	x
Cardiostoma vermiforme	Kahl	x
Swedmarkia arenicola	Dragesco	x
Euplotes elegans fa. *littoralis* ...	Kahl	x

V. **Plage d'Excenevex** (près de Thonon) sur le lac Léman.

Sable *très* fin et homogène un peu saprobe (profondeur 10-100 cm).

FAUNE ASSOCIÉE : inconnue.

CILIÉS :

I) *Août 1955*

Loxodes magnus	Stokes	xxxxx
Loxodes rostrum	O. F. Müller	xxxxx
Homalozoon caudatum	Stokes	xxxx
Loxodes penardi	n. sp.	xxxx
Coleps hirtus	Nitzch	xxxx
Frontonia leucas	Ehrenberg	xxx
Fontonia bullingtoni	n. sp.	xxx
Paramecium bursaria	(Ehr.) Fock	xxxx
Uroleptus rattulus	Stein	xxx
Prorodon nucleolatus var. *magnus.*	n. var.	xxx
Dileptus mucronatus	Penard	xx
Trachelius ovum	Ehrenberg	xx
Pseudoprorodon protrichocystus .	n. sp.	xx
Cristigera phoenix	Penard	xx
Urotricha armata	n. sp.	xx
Blepharisma multinucleata	n. sp.	xx
Metopus lemani	n. sp.	xx
Lacrymaria caudata var. *lemani* ..	n. var.	xx
Metopus spiralis	Smith	xx
Pleuronema crassum	Dujardin	xx
Condylostoma nigra	n. sp.	x
Lacrymaria pupula	O. F. Müller	x
Saprodinium dentatum	Lauterborn	x
Balladyna euplotes	n. sp.	x
Condylostoma tardum	Penard	x
Caenomorpha capucina	Kahl	x
Euplotes patella (var. ?)	Müller	x
Loxodes penardi	n. sp.	x
Chilodenella cucullulus	O. F. Müller	x
Amphisiella oblonga	Schewiakoff	x
Blepharisma steini	Kahl	x

II) *Janvier 1956*

Uroleptus rattulus	Stein	
Pleuronema grassei	n. sp.	xxxx
Nassula elegans	Ehrenberg	xxxx
Coleps elongatus	Ehrenberg	xxxx
Spirostomum filum	(Ehr.) Penard	xxxx
Dileptus thononensis	n. sp.	xxxx
Frontonia leucas	Ehrenberg	xxxx
Loxodes magnus	Stokes	xxx
Stentor polymorphus	(Müller) Ehr. Stein	xxx
Prorodon deflandrei	n. sp.	xxx
Lionotus dussarti	n. sp.	xx
Prorodon teres var. *lemani*	n. var.	xx
Spathidium chlorelligerum	Kahl	xx
Prorodon vermiforme	n. sp.	xx
Chilodontopsis vorax	Kahl	xx
Spathidium moniliforme	Bathia	xx
Dileptus aculeatus	n. sp.	xx
Prorodon diaphanus	n. var.	x
Lembadion bullinum var. (?)	Perty (?)	x
Homalozoon caudatum	Stokes	x
Spirostomum intermedium	Kahl	x
Hémiophrys rotunda	Kahl	x
Spirostomum ambiguum	(Müller) Ehr.	x
Loxophyllum meleagris	Dujardin	x
Trachelius ovum	Ehrenberg	x
Dileptus anser	O. F. Müller	x

VI. **Plage sud de l'étang du Fournelet** (Camargue).

Sable assez fin très coquillier (eau saumâtre). Avril 1955.

FAUNE ASSOCIÉE : inconnue.

Pleuronema marinum	Dujardin	xxxx
Prorodon morgani	Kahl	xxx
Condylostoma remanei var.*oxyoura*	n. var.	xxx
Strombidium sauerbrayae var. *fourneleti*	n. var.	xx
Frontonia marina	Fabre-Domergue	
Remanella rugosa (var.) ?	?	

Trachelocerca schulzei	n. sp.	x
Blepharisma sp.	?	x
Hemiophrys fusidens	Kahl	x

(Les signes x, xx, xxx ... xxxxx, indiquent la fréquence relative des diverses espèces.)

IV - L'ADAPTATION DES CILIÉS AU MILIEU INTERSTITIEL

I. — INTRODUCTION

Ainsi que l'avait remarqué REMANE, dès 1933, on doit considérer les sables marins comme constituant un biotope particulier et n'admettre, au titre de faune interstitielle proprement dite, que des espèces spécialisées, montrant des caractères adaptatifs très nets. Nous avons vu, plus haut, quelques-uns de ces caractères, communs à toute une série de métazoaires interstitiels : alongement du corps, petite taille, locomotion ciliaire, organes de fixation très différenciés, etc. Les ciliés ne font pas exception à cette règle et les formes microporales les plus typiques montrent toute une série de caractères adaptatifs (ce terme étant compris *dans son sens le plus large*) se retrouvant dans tous les principaux groupes d'infusoires nageurs. Cette adaptation n'est d'ailleurs pas incompatible avec une certaine diversification spécifique (FAURE-FREMIET, 1950). Toutefois, il existe un très grand nombre d'espèces (*faunule mésoporale*), de petites dimensions, dont l'adaptation n'est pas perceptible. Il s'agit généralement de ciliés habitant les sables grossiers. Dans les sables fins, les interfaces étant très développées, les effets de capillarité, absorption, diffusion, etc., prennent une grande importance et compliquent le déterminisme écologique, de sorte que l'on aboutit à la *faunule microporale* type qui, elle, est hautement différenciée (FAURE-FREMIET, 1950, p. 34).

II. — ADAPTATIONS MORPHOLOGIQUES

REMANE (1933 et 1940) ayant comparé entre eux de nombreux métazaires interstitiels à des espèces voisines, vivant à l'extérieur du sable,

avait conclu que l'une des modifications adaptatives les plus typiques, liée à la vie interstitielle, consistait dans une diminution de la taille. En effet, la plupart des petits métazoaires mésopsammiques sont très petits (il nous suffit de rappeler que des Echinodermes comme *Leptosynapta* et des Annelides comme *Diurodrilus* atteignent seulement quelques millimètres ou même quelques centaines de microns de longueur). En ce qui concerne les ciliés qui, de toute manière, sont toujours de petite taille, cette constatation n'est pas valable. Tout au contraire, les ciliés psammophiles sont plutôt de très grande taille, un grand nombre d'espèces atteignant et dépassant le millimètre (*Helicoprorodon maximum* Dragesco peut même mesurer 4 mm !). Toutefois, la taille moyenne des plus gros ciliés reste encore inférieure à la taille habituelle d'une grande partie des métazoaires psammiques. Mais, considération autrement intéressante, Remane remarque aussi que la plupart des métazoaires psammiques ont une forme effilée, très allongée, de manière à pouvoir s'insinuer facilement entre les grains de sable. Cette constatation est tout à fait générale et nous la retrouvons chez tous les ciliés dont la masse dépasse une certaine limite supérieure, incompatible avec la vie dans les faibles interstices des sables fins. D'où l'existence d'un grand nombre d'espèces nématomorphes, souvent très contractiles (il nous suffira de rappeler que toute la famille des *Trachelocercidae,* entre autres, est constituée par des ciliés filiformes, sans oublier les *Hélicoprorodon,* une bonne partie des *Geleia* et quelques autres encore).

Remane remarque aussi que d'autres métazoaires interstitiels (de taille plus petite généralement) acquièrent une forme légèrement aplatie, qui va de pair avec l'existence de puissants organes adhésifs. C'est ce que nous constatons aussi chez les Ciliés où l'aplatissement du corps devient une des caractéristiques les plus typiques, aussi bien chez des formes de petite taille (*Strombidium sauerbrayae,* divers *Loxophyllum,* petites *Remanella, Cryptopharynx, Ciliofaurea,* etc.) que chez les formes très allongées qui deviennent ainsi de véritables rubans, rampant et épousant les contours des grains de sable (*Centrophorella,* grandes *Remanella,* etc.). Les formes aplaties sont, le plus souvent, ciliés sur l'un des côtés du corps seulement et leurs cils sont alors très fortement thigmotactiques. On peut voir dans cette disposition une adaptation favorable empêchant les animaux d'être entraînés par l'eau qui circule librement entre les interstices (mouvements de la marée, courants, vagues, etc.). Il est possible que cet aplatissement du corps constitue le terme final d'une assez longue évolution, car nous trouvons dans la

famille des *Trachelocercidae* une véritable orthogénèse qui nous mène, graduellement, depuis les *Trachelocerca,* espèces de section circulaire, uniformément ciliées, jusqu'au *Trachelonema,* où les espèces sont rubanées et ciliées sur l'une des faces seulement. On peut imaginer ainsi toute une série d'étapes d'une longue évolution ayant modelé, petit à petit, cette faunule, de manière à l'adapter morphologiquement au milieu interstitiel. Suivant cette manière de voir, on débute par des ciliés de petite taille, globuleux et à symétrie axiale, nullement thigmotactiques et impossible à distinguer des ciliés qui vivent dans l'eau de mer ambiante (*Prorodon, Lacrymaria, Mésodinium*). Deux évolutions seraient ensuite possibles : dans l'un des cas, on obtiendrait des ciliés de taille moyenne, de forme souvent assez élargie, mais montrant un fort aplatissement du corps, dans l'autre cas, on aboutirait à des infusoires de section à peu près circulaire, mais de forme extrêmement allongée (ce qui leur permet d'atteindre des longueurs assez considérables). Il existe enfin une troisième formule composite, qui, à notre avis, est la plus évoluée et concerne les ciliés rubanés (longs, mais aplatis) qui constituent d'ailleurs une bonne partie des espèces les plus caractéristiques de la faunule microporale : toutes les *Centrophorella,* la plupart des *Remanella, Blepharisma clarissimum, Hémionotus caudatus, Loxophyllum vermiforme,* etc.

Une telle conception est renforcée par ce que nous connaissons au sujet des sables dulcaquicoles. Nos recherches sur les sables du Léman nous ont montré l'existence d'une faunule assez variée mais peu différenciée. Les sables d'eau douce, peu abondants et très localisés, sont d'origine assez récente. Les faunules qui s'y sont développées n'ont pas pu arriver à la diversification et à la spécialisation que l'on observe dans le mésopsammon marin. Pourtant, on remarque, même dans le Léman, une évolution dans la même direction. En effet, un assez grand nombre d'espèces montrent un allongement considérable du corps accompagné parfois d'un assez fort aplatissement (*Holomazoon caudatum, Uroleptus rattulus, Spirostomum filum, Dileptus aculeatus,* etc.).

Nous connaissons même tout un genre (*Loxodes*) qui est extrêmement voisin des *Remanella* (nous remarquerons ici, en passant, qu'aucun des sept genres-types de la faunule microporale : *Trachelocerca, Tracheloraphis, Trachelonema, Remanella, Geleia, Centrophorella* n'est représenté dans les sables d'eau douce).

La tendance à l'allongement est souvent accompagnée chez les Ciliés arénicoles d'un prolongement caudal grêle, étiré souvent en pointe.

III. — ADAPTATIONS BIOLOGIQUES

REMANE (1933, 1940) avait été le premier à signaler l'absence presque totale d'animaux fixés dans le milieu interstiel. FAURE-FREMIET (1950) attire l'attention, à son tour, sur l'absence de ciliés sessiles dans le mésopsammon. En revanche, la grande majorité de ces formes vagiles (métazoaires ou ciliés) ont la possibilité de se fixer temporairement, lorsque la nécessité se fait sentir car, pratiquement, toutes les espèces interstitielles possèdent soit des organes adhésifs soit, comme chez les infusoires, une ciliature thigmotactique très efficace. De sorte que ces animaux peuvent circuler librement, à la recherche d'une nourriture qui n'est pas tellement abondante, tout en pouvant se fixer, temporairement, aux grains de sable, de manière à ne pas être entraînés par l'eau, lorsque le sable est agité. On peut donc y voir là encore, un phénomène d'adaptation.

D'autre part, REMANE remarque, avec justesse, que la grande majorité des métazoaires psammiques ont une locomotion ciliaire, même dans les groupes qui ne sont jamais ciliés (*Halammohydra*). Il est donc évident que les ciliés ont été favorisés dans ces conditions.

BOCK (1953) a étudié avec soin les divers problèmes que pose la locomotion chez les ciliés interstitiels. Il distingue trois types de locomotion, d'où trois catégories de ciliés : *rampeurs, nageurs* et *marcheurs*. Les espèces qui rampent (formes aplaties et très thigmotactiques, généralement) constituent, d'après lui, environ 60 % de la faunule mésopsammique. Les ciliés marcheurs s'observent surtout parmi les Hypotriches et peuvent se déplacer, aussi bien dans le sable qu'ailleurs (ils sont rarement spécialisés au milieu interstitiel). Les ciliés nageurs, qui sont généralement les plus petits, ont une locomotion rapide et sont assez peu différenciés. Enfin, quelques espèces particulières (*Strombidium*) ont un mode de locomotion intermédiaire entre la nage et le glissement.

En ce qui nous concerne, nous estimons que le mode de locomotion le plus typiquement interstitiel est constitué par une nage lente au contact constant avec le support, nage qui se remarque chez toutes les grandes espèces rubannées (*Remanella, Geleia, Centrophorella, Blepharisma clarissimum, Condylostoma, Loxophyllum, Hemionotus,* etc.) et qui correspond à ce que BOCK appelle locomotion rampée (« Kriechende Formen »).

Les ciliés allongés et plats montrent, en outre, une grande souplesse et peuvent se replier sur eux-mêmes ou se tordre en hélice, de façon très curieuse et très typique. Lorsqu'ils s'entortillent autour des grains de sable, il est très souvent difficile de les apercevoir sous le binoculaire, même lorsque leur taille dépasse le millimètre.

En ce qui concerne l'alimentation, REMANE trouve que dans les sables grossiers, il existe davantage d'animaux se nourrissant de Diatomées. FAURE-FREMIET (1951) remarque aussi que la population de ciliés peut varie considérablement d'un endroit à un autre, très voisin, et pense que cela ne peut s'expliquer que par une abondance irrégulière de Diatomées ou Bactéries, se développant localement sous l'influence d'une différence d'intensité lumineuse ou d'agitation. En ce qui nous concerne, nous avons déjà mentionné l'importance que nous accordons à l'existence d'un support végétal pour le bon développement d'une riche faunule infusorienne. En outre, il nous a semblé que la grande majorité des espèces typiquement microporales peuvent être considérées comme étant *macrophages*. Les infusoires psammiques sont généralement des prédateurs se nourrissant presque toujours d'autres ciliés (des grandes *Remanella* peuvent s'attaquer aux petites *Remanella*) des Péridiniens, des Flagellés verts et des Diatomées. Le nombre des microphages reste toujours faible et les histophages sont limités à quelques espèces communes (*Coleps, Chaenea, Hélicostoma*) qu'on peut considérer comme accidentelles. Les bactéries n'étant pas très nombreuses dans les sables purs, il n'est pas étonnant de constater qu'il y ait un rapport direct entre la nourriture du type macrophage et la vie dans le milieu interstitiel.

Une des caractéristiques les plus typiques des ciliés psammophiles, réside dans leur étonnante fragilité. Particulièrement accusée chez les espèces microporales (FAURE-FREMIET, 1950), cette fragilité se traduit par une cytolyse souvent très rapide de « proche en proche », ou littéralement « explosive » des individus isolés de leur milieu naturel. Cette cytolyse a surtout lieu lorsque les animaux entrent en contact avec l'interface eau-air, ou eau-verre (les lames neuves sont, à cet égard, plus nocives que des lames ayant séjourné longtemps dans l'eau de mer). Nulle chez les petites espèces euryporales, cette fragilité particulière devient extraordinaire chez certaines espèces rubannées dont l'étude est, par cela même, hérissée de difficultés. Certaines espèces, nouvelles, très intéressantes, n'ont *jamais* pu être étudiées à fond, car elles avaient cytolisée avant même que nous ayons pu mettre au point notre microscope; d'autres ont exigé des heures de recherches avant de nous per-

mettre d'en obtenir une image valable. Cette curieuse propriété (il serait excessif de parler dans ce cas d'adaptation) est certainement liée aux conditions physico-chimiques qui règnent dans le milieu interstitiel et semble se limiter aux espèces marines.

IV. — CARACTERISTIQUES CYTOLOGIQUES DES CILIES MESOPSAMMIQUES

La grande majorité des ciliés typiquement interstitiels (faunule microporale) montre toute une série de particularités cytologiques inédites, qui se retrouvent dans des groupes très différents et qui apparaissent donc comme constituant un phénomène de convergence (Faure-Fremiet, 1950), dont nous ignorons la signification.

Remarquons, avec Faure-Fremiet, que l'appareil nucléaire de la plupart des espèces peu différenciées ne montre aucune particularité inédite : que ce soit chez des petites espèces comme *Pleuronema, Histiobalantium, Coelosomides* ou des grandes espèces comme *Pseudoprorodon, Hélicoprorodon, Condylostoma* ou *Blepharisma,* les macronuclei simples ou fragmentés, montrent une structure classique, masses assez volumineuses à contenu granulaire très riche en acide thymonucléique (réaction nucléale de Feulgen et vert de méthyle acétique).

Tout au contraire, chez un grand nombre d'espèces, typiquement interstitielles, la masse du macronucleus (unique, double ou multiple) semble très faible par rapport à la masse totale du corps. En outre, ces petits macronuclei sphéroïdaux (dont le diamètre dépasse rarement 7 μ) sont très peu chromatiques, ne contenant dans une masse acidophile, que quelques granules de nature thymonucléique (remplacés parfois par un réseau faiblement colorable par la réaction nucléale de Feulgen). Les micronucleii, en revanche, sont toujours intensément colorés. Une telle structure est bien connue chez la plupart des *Trachelocercidae,* ainsi que chez les *Centrophorella, Remanella, Geleia,* et de nombreux autres ciliés interstitiels marins (dans l'eau douce, seuls les *Loxodes* montrent une structure un peu semblable).

C'est à Faure-Fremiet (1950) que nous devons la découverte de cette structure si particulière, dont la signification écologique reste encore entièrement indéterminée. Nous l'avons revue, très régulièrement, chez toutes les espèces des genres cités plus haut et l'avons retrouvée chez de nombreux autres ciliés, dont l'aspect n'est nullement némato-

morphe ou rubané, mais qui semblent bien faire partie de la faunule microporale : *Ciliofaurea, Cryptopharynx,* etc. En revanche, de nombreux genres ne montrent jamais cette structure, même chez des espèces assez typiquement microporales (*Hélicoprorodon, Lacrymaria, Loxophyllum, Condylostoma,* etc.).

Il serait évidemment très intéressant de pouvoir suivre le devenir de ces noyaux particuliers au cours de la division cellulaire; de telles recherches sont extrêmement difficiles à réaliser car on ne sait pas encore cultiver de façon prolongée les ciliés psammobies.

Toutefois, FAURE-FREMIET (1954) a réussi à obtenir de nombreuses réactions nucléales de Feulgen, sur des *Loxodes* et des *Centrophorella* en division. Ces recherches ont montré l'existence d'une réorganisation du type endomixique. Chez *Loxodes rostrum* (*Loxodes magnus,* suivant notre interprétation) FAURE-FREMIET constate que, suivant les idées de BÜTSCHLI, les macronuclei ne se divisent jamais. Il s'agit donc d'une caryostérose qui est compensée par un processus d'endomixis, ayant pour résultant la transformation d'un certain nombre de micronuclei en macronuclei.

Chez *Centrophorella fistulosa,* on ne remarque aucun aspect de division nucléaire. Les images observées laissent supposer l'existence d'un noyau polynergide qui se fragmente, pendant la période d'interdivision, en plusieurs subnuclei. Ces derniers peuvent évoluer suivant deux directions, certains donnent naissance à des macronuclei, tandis que d'autres correspondant aux micronuclei, s'accroissent par endomitose pour reconstituer le noyau initial, polyploïde, et polyénergide. Chez *Remanella multinucleata,* on observe aussi de nombreux aspects, pouvant correspondre à la transformation des micronuclei en macronuclei (tandis qu'on ne remarque aucun aspect de division des macronuclei). Quelques observations que nous avons pu faire sur des préparations de *Remanella swedmarki* et *Tracheloraphis fasciolatus* nous permettent de penser que ces curieux phénomènes nucléaires caractérisent toute une série de formes, typiquement psammobies *.

Nous signalons, pour finir, que chez plusieurs espèces de *Trachelocerca* et *Tracheloraphis,* les macronuclei emprisonnent un ou plusieurs gros cristalloïdes géométriques qui restent incolores après action du vert de méthyle acétique. Il faut remarquer aussi que chez de nom-

(*) Depuis la rédaction de ce chapitre, les travaux de RAIKOV ont apporté de nouvelles lumières sur la structure et l'évolution de ces types de noyaux, étudiés notamment chez les *Trachelocerca.*

breuses espèces des genres *Geleia, Trachelocerca* et *Centrophorella,* les noyaux (macro et micronuclei) se trouvent enfermés dans une sorte de capsule transparente qui les isole complètement du reste du cytoplasme.

Signalons, pour finir, que les micronuclei des *Trachelaercidae* nous ont montré au moment de la conjugaison de très beaux et volumineux chromosomes (voir fig. 59).

Parmi les autres caractéristiques cytologiques, assez typiques, chez les ciliés psammobies, nous devons encore considérer l'importance des inclusions de nature calcique, que de nombreuses espèces emprisonnent dans leur cytoplasme. C'est en 1950 que nous avons soupçonné la nature minérale des baguettes squelletiques, intracytoplasmiques, des *Remanella.* Par la suite, des réactions histochimiques, des études au microscope polarisant et au microscope électronique, des spectres de diffraction des électrons, etc., nous ont prouvé qu'il s'agissait d'une trame protéique imprégnée de calcaire amorphe.

Tout dernièrement, Faure-Fremiet (communication personnelle) a pu prouver, de façon extrêmement précise, la nature calcique de nombreuses inclusions (de forme variée), abondamment répandues chez les ciliés psammobies. Il est curieux de constater, par ailleurs, que le genre d'eau douce voisin, *Loxodes,* est complètement dépourvu des baguettes calciques caractéristiques des *Remanella.* Il n'est donc pas interdit de penser qu'il peut y avoir un rapport entre l'abondance des inclusions calciques, caractéristiques des *Remanella* et la richesse en calcium de l'eau interstitielle (Stowell, 1927). Une caractéristique assez fréquente chez les ciliés interstitiels (*Geleia, Trachelocerca, Hélicoprorodon*), est la contractibilité extrême de ces animaux. Elle se traduit sur le plan cytologique, par l'existence de puissantes myonèmes intercinétiques (entraînant une contraction asymétrique chez les *Trachelo-raphis,* dont la ciliature est partiellement regressée). Ces myonèmes, faciles à étudier sur coupes, sont du type habituel (voir fig. 124).

Un très grand nombre de ciliés mésopsammiques sont abondamment pourvus de protrichocystes, généralement intercinétiques. La plupart du temps, il s'agit de petits corpuscules (diam. < 1 µ) ovalaires ou allongés, sous-cuticulaires, assez faiblement réfringents. Certains d'entre eux explosent sous l'action des réactifs (acide acétique notamment) mais ne donnent pas naissance à un nuage muqueux. Dans d'autres cas (il s'agit surtout des *Geleia* et de certaines *Trachelocercidae* et *Condylostoma,* etc.) les protrichocystes sont plus volumineux, fortement réfringents, ou même teintés par un pigment brun et éjectent, après explosion, un mucilage assez abondant. D'autres encore sont tellement volumi-

neux que nous ne savons plus s'il s'agit vraiment de protrichocystes ou plutôt de trichocystes.

Toutes ces formations semblent être très constantes chez une espèce donnée et doivent constituer, à notre avis, de bons éléments de détermination.

Signalons, en passant, l'existence de toute une série d'espèces porteuses de bactéries épizoïques de nature souvent différente : petites bactéries courbes chez *Parablepharisma pellitum* et *Sonderia labiata*, grosses caulobactéries réfringentes chez les *Centrophorella* (pour plus de détails, voir FAURE-FREMIET, 1950, 1951, 1952, 1954).

Une dernière particularité cytologique mérite encore d'être citée : les anciens auteurs (KAHL, 1930, 1933) avaient signalé, sans y attacher de l'importance, l'existence de grains de sable intracytoplasmique chez plusieurs espèces psammobies. Au cours de nos recherches sur la morphologie des ciliés interstitiels, nous avons été amenés à constater que de nombreuses espèces possèdaient régulièrement des grains de sable intracytoplasmique. Nous avons pensé tout d'abord à une ingestion accidentelle, mais nous avons constaté, rapidement, que cette curieuse propriété semblait rigoureusement spécifique : certains ciliés montraient toujours du sable ingéré, d'autres n'en montraient jamais.

Ce sable ne peut, en fait pénétrer dans le cytoplasme autrement que par la bouche. Il s'agit donc bien d'ingestions. Mais, alors comment se fait-il que la masse de sable ingéré reste grossièrement constante ? Il doit donc exister un équilibre entre le rythme d'ingestion et celui d'élimination du sable déjà ingéré. Par ailleurs, on peut se demander parfois comment cette ingestion a bien pu se faire : chez *Trachelocerca gracilis*, par exemple, le sable ingéré est constitué, le plus souvent, par des grains *immenses* dont la taille dépasse considérablement la largeur maxima de la bouche du cilié. Il est curieux aussi de constater que ce sable ingéré reste en contact avec le cytoplasme sans aucun préjudice pour la vie du cilié. Or, on sait que le quartz est souvent extrêmement toxique pour les cellules (recherches de POLICARD et de ses élèves sur la silicose) qui sont tuées assez rapidement. Il nous faut donc admettre, soit une résistance particulière des ciliés aux poussières quartziques, soit à des propriétés non toxiques spéciales de ces grains de quartz, qui sont certainement d'ailleurs recouverts d'un film protéïque qui peut jouer un rôle protecteur.

DEUXIÈME PARTIE

SYSTÉMATIQUE ET MORPHOLOGIE DES CILIÉS MÉSOPSAMMIQUES

HOLOTRICHES GYMNOSTOMES

Famille des HOLOPHRYIDAE (Perty) 1852

Genre HOLOPHRYA Ehrenberg, 1831

Le genre *Holophrya* n'est représenté dans le sable que par deux espèces qui ne sont d'ailleurs pas strictement microporales et dont l'intérêt écologique et biologique est donc assez restreint.

Holophrya oblonga (Maupas)

(fig. 5)

Cette grande et belle espèce, bien connue par suite de son ubiquité, a été trouvée, très régulièrement, dans des échantillons variés de sables fins et homogènes de l'Aber de Roscoff. En dépit de son allure nématomorphe cette espèce ne se trouve dans le sable qu'occasionnellement, car on l'a décrite dans les milieux les plus divers. KAHL (1930) avait cru bon de déplacer cette espèce pour en faire une *Trachelocerca*. Ce changement nous semble, absolument injustifié, car ce cilié ne montre aucune des caractéristiques du genre *Trachelocerca*.

Nos observations sont en parfait accord avec celles de MAUPAS (1883) et de MORGAN (1923-1925). Nous avons pu toutefois préciser quelques points nouveaux : ciliature serrée, constituée par 144 à 146 cinéties à cinétosomes doubles (imprégnations argentiques), existence d'un argyrome et d'une structure superficielle fibrillaire du type *Pleuronema* et *Paramecium,* appareil nucléaire constitué par 40 à 60 macronucléi (en chapelet) et 60 à 90 micronuclei sphériques, bouche apparemment non armée, mais probablement soutenue par de très fines fibrilles (coloration par le Mallory), protrichocystes intercinétiques, pigment jaune-brun. La taille des animaux observés (contractiles) variait entre 700 et 1 600 µ. Nous devons signaler ici que l'*Holophrya oblonga* n'est nullement un cilié essentiellement mésopsammique, mais que nous l'avons rencontré par milliers dans des bacs ayant contenu diverses espèces d'hydraires (Obelia et espèces voisines).

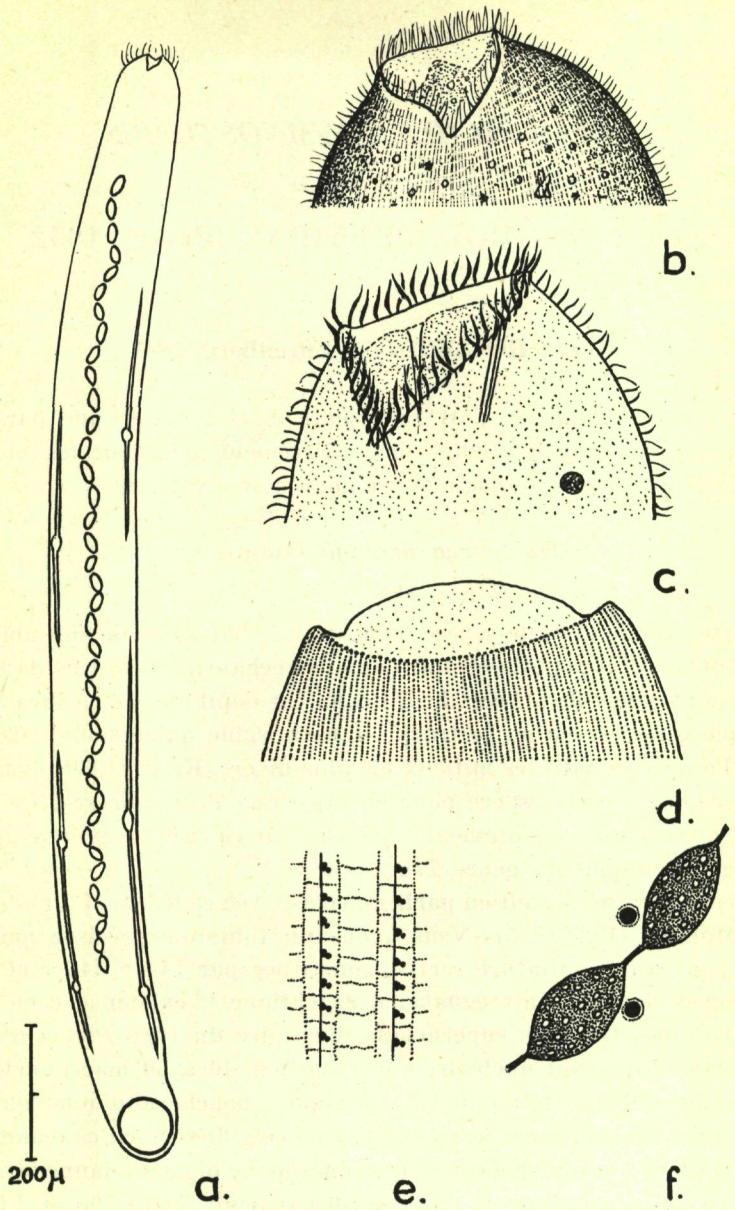

FIG. 5. — *Holophrya oblonga* (Maupas)

a) Aspect schématique, sur le vivant; b) détail de la bouche (sur le vivant); c) structure de la bouche après coloration par le MALLORY; d) cinéties de la région apicale (imprégnation argentique); e) argyrome et cinétosomes (imprégnation argentique); f) détail de l'appareil nucléaire (réaction nucléale de Feulgen).

Holophrya vorax n. sp.

(fig. 6)

Cette petite espèce a été trouvée dans un échantillon de sable, moyennement fin, de l'Aber de Roscoff. De forme ovalaire et de volume

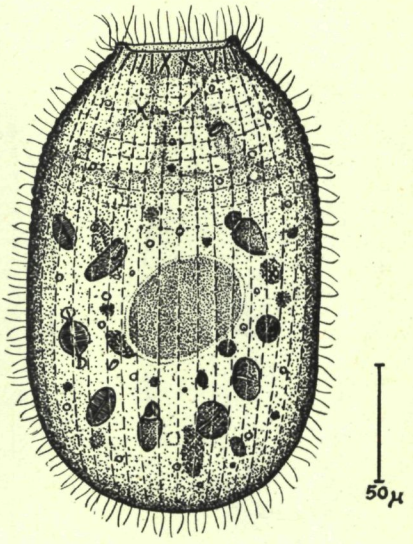

FIG. 6. — *Holophrya vorax* n. sp.
Aspect général, sur le vivant.

assez considérable (longueur = 200 µ) *Holophrya vorax* possède une cuticule épaisse et montre une apparence de striation perpendiculaire (cinétosomes très gros et cils assez puissants). La bouche, apicale et très simple, est garnie de quelques trichocystes. Le macronucleus est ovalaire et le micronucleus sphérique. Le cytoplasme très vacuolaire (type *Trachelius*) est encombré d'inclusions et d'ingesta (Diatomées et Flagellés variés).

Genre UROTRICHA Clap. et Lachm., 1857

Urotricha armata n. sp.

(fig. 7)

Une des petites espèces (L = 80 µ) les plus abondantes dans les sables fins d'Excenevex (Lac Léman) était, en janvier 1956, une *Urotricha* qu'il nous a été impossible d'assimiler à l'une des espèces con-

nues du genre. Nous en faisons donc une espèce nouvelle, que nous appelons *U. armata,* et que nous décrivons comme suit :

De forme sphérique ou légèrement ovoïde, *U. armata* est un cilié transparent, mais dont le cytoplasme est bourré d'inclusions variées, très réfringentes et accumulées dans la zone apicale (qui paraît très

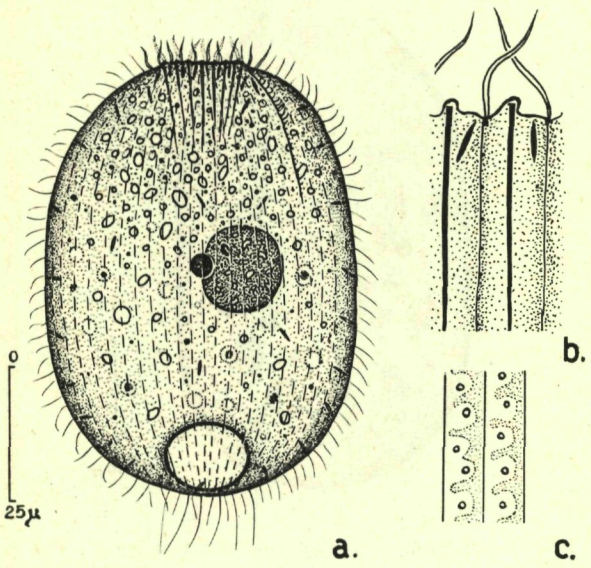

FIG. 7. — *Urotricha armata* n. sp.
a) aspect général, sur le vivant; b) portion de la région buccale montrant les lèvres festonnées, les cils élargis, les trichites et les trichocystes; c) protricocystes intercinétiques.

sombre sous la loupe binoculaire). Les cinéties sont méridiennes et leur nombre n'a pas pu être déterminé. Les espaces intercinétiques montrent des plis ectoplasmatiques (l'animal est légèrement contractile) garnis de protrichocytes peu nombreux. La bouche est tout à fait apicale et l'ouverture buccale est considérable. Les lèvres sont festonnées et montrent des crêtes tandis que les cils péribuccaux naissent dans les creux et ont l'allure de vraies membranelles (ils sont assez longs et très élargis). La bouche est armée de longues trichites rigides épaisses et aussi de trichocystes toxiques (?) en forme de navettes allongées. Ces mêmes trichocystes peuvent être observés, en petit nombre, sur tout le pourtour du corps. Le macronucleus est sphérique et englobe, partiellement, un gros micronucleus globulaire. La vacuole pulsatile est terminale. Les cils sont assez courts et il existe une touffe de 5 à 7 soies caudales plus

longues. Une rangée de courtes soies particulières (börsten) couvre un tiers du méridien, à partir de la bouche.

Genre STEPHANOPOGON Entz. sen., 1884

Stephanopogon colpoda Entz.

Ce n'est qu'après beaucoup d'hésitations que nous nous sommes décidé à assimiler ce cilié au *Stephanopogon colpoda*. Trouvé dans le sable fin et homogène de Primel, cet infusoire semblait être intermédiaire entre le *S. colpoda* et *S. mesnili*. Il s'en distingue du premier par sa forme globulaire, son macronucleus arrondi (du type *Trachelocerca*) et son « cou » très court et du deuxième, par l'existence de trois lèvres (dents) proéminentes qui ornent la bouche (bien connues chez *S. colpoda*) et d'une touffe de cils plus longs, entourant la base de l'ouverture buccale.

Nous pensons qu'il doit s'agir, en fait, d'une variété interstitielle de *S. colpoda*.

La taille varie entre 65 et 80 µ et nous avons observé trois vacuoles contractiles.

Genre PSEUDOPRORODON Blochmann, 1886

Pseudoprorodon arenicola Kahl.

(fig. 8)

Cette grande espèce a été trouvée d'abord par Kahl dans un seul échantillon de sable près de Schilksee (Kiel) et reétudiée d'abord par Faure-Fremiet (1950), qui l'a observée dans les sables fins de la région de Concarneau et, enfin, par Bock (1952) dans diverses stations des environs de Kiel.

Ces différents auteurs ont précisé les principales caractéristiques morphologiques de ce cilié : corps vermiforme, cylindrique et allongé, légèrement contractile, région antérieure se terminant par une bouche en fente oblique, ligne de suture des cinéties sur l'appex du corps, macronucleus constitué par un chapelet d'articles ovoïdes, trichocystes péribuccaux, vacuole contractile terminale et vacuoles satellites tout le long des parois du corps.

Nous avons retrouvé cet animal dans divers échantillons de sable fin de l'Aber de Roscoff et en assez grand nombre d'exemplaires. Nos

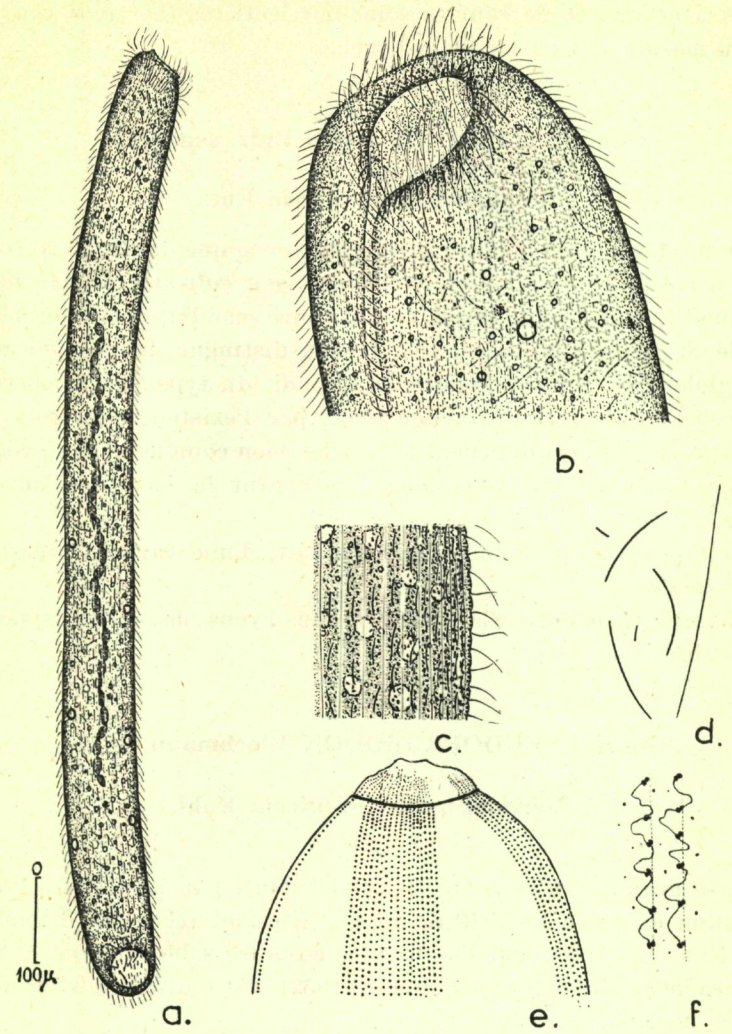

FIG. 8. — *Pseudoprorodon arenicola* Kahl

a) Aspect général, sur le vivant; b) Partie antérieure, vue sous légère compression (bouche, souture apicale, trichites et trichocystes); c) Portion du corps montrant trichocystes et protrichocystes intercinétiques; d) éléments fibrillaires après cytolise : trichites de soutien, trichocystes courbes et petits batonnets énigmatiques; e) Partie antérieure, après imprégnation argentique (schématique) montrant l'entonnoir pharyngien, dévaginé par la compression; f) Détail de l'infraciliature (Imprégnation à l'argent).

spécimens mesuraient 800 à 1 200 microns contre 800 μ (KAHL), 500-650 μ (FAURE-FREMIET) et 870 μ (BOCK). Nos observations nous ont permis d'apporter quelques précisions supplémentaires concernant la structure de ce cilié :

Les cinéties sont très nombreuses (environ 180) et viennent s'infléchir dans l'ouverture buccale. Elles sont accompagnées d'un argyrome peu développé. Les cils sont insérés au milieu d'une alvéole cuticulaire très distincte. L'ectoplasme est garni de petits trichocystes courbes disposés entre les cinéties et pouvant se dévaginer en un filament toxique. Il existe, en outre, de nombreux protrichocystes cuticulaires en forme de petites baguettes. Le cytoplasme est très alvéolaire et montre de nombreuses vacuoles. La bouche est garnie de trichocystes toxiques et de longues trichites droites. La zone de suture apicale est bien visible et pourvue de cils plus gros. Enfin, les ingestas sont constitués par des Flagellés et des algues.

L'invagination des cinéties dans l'entonnoir pharyngien est fort bien visible sur certaines imprégnations argentiques dans lesquelles la compression de l'animal a fait ressortir à l'extérieur ce qui reste normalement caché à l'observateur (voir fig. 8).

Pseudoprorodon protrichocystus n. sp.

(fig. 9)

Trouvé dans plusieurs échantillons de sable fin du Lac Léman (plage d'Excenevex), ce nouveau *Pseudoprorodon* est une grande espèce (L = 270 à 400 μ) de forme allongée, cylindrique, mais arrondie postérieurement et recourbée en banane (en forme « d'aubergine » pour être plus exact). La bouche est grande, légèrement aplatie latéralement et armée de plusieurs faisceaux de longues et puissantes trichites. Le plateau buccal est assez distinct et montre une petite lèvre circulaire garnie de cils puissants. Détail très caractéristique : la cuticule est double et emprisonne (dans l'espace libre, ainsi constitué) de puissants protrichocystes en forme de navette allongée, visibles même au niveau de la bouche. Le macronucleus apparaît généralement sous la forme d'un long ruban moniliforme d'aspect sinueux. La plupart du temps, une observation plus attentive montre qu'il s'agit, en fait, de la coalescence de plusieurs macronuclei cylindriques (4 à 8 éléments, plus ou moins longs) intimement accolés par leurs bouts. Ces macronuclei ont une structure nucléolaire normale et sont accompagnés par 5 à 8 micronuclei sphéroïdaux, assez petits, Les cinéties sont au nombre de 80 environ et portent des cils plutôt courts. La vacuole pulsatile est terminale et

s'accompagne, le plus souvent, de vacuoles satellites. Le cytoplasme est incolore mais encombré par des granulés refringents (dans la région antérieure et autour de la vacuole pulsatile) ainsi que par des faisceaux de trichites, diversement orientées.

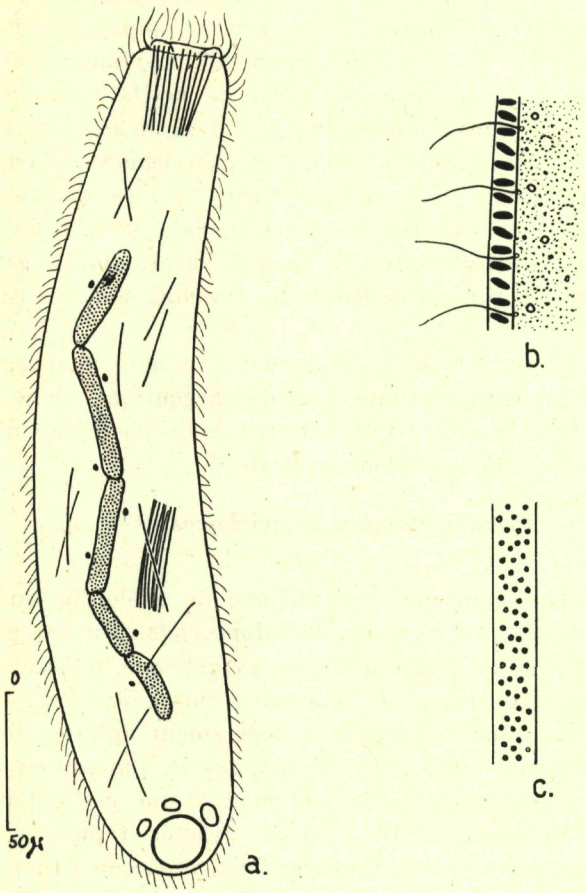

FIG. 9. — *Pseudoprorodon protrichocystus* n. sp.
a) aspect général, sur le vivant (dessin schématique, simplifié);
b) protrichocystes vus de profil; c) protrichocystes vus de face.

Genre PRORODON Ehrbg., 1833; Blochmann, 1895; Kahl, 1927

Ce très important genre de ciliés gymnostomes est assez bien représenté dans le mésopsammon, aussi bien par le nombre d'espèces que,

parfois, par le nombre d'individus. Toutefois, la plupart des Prorodons rencontrés ne peuvent être considérés comme spécifiques du milieu interstitiel, mais plutôt comme des hôtes accidentels.

Prorodon marinus Clap. et Lachm.

(fig. 10)

Cette espèce a été trouvée, à diverses reprises, dans un sable fin mais un peu saprobe de l'Aber de Roscoff. Notre description (fig. 10) correspond assez bien au dessin publié par Möbius et assimilé par cet auteur au *P. marinus* Clap. et Lachm. A vrai dire, Kahl (1930) n'admet pas cette détermination tout en ne se prononçant pas au sujet de cette observation. D'autre part, la figure de Claparede et Lachmann (1858) est tellement insuffisante que nous préférons admettre que le *Prorodon* que nous allons décrire est assimilable au *Prorodon marinus* de Möbius, ainsi qu'a celui figuré par de Morgan (1925), en dépit de certaines divergences entre ces diverses observations.

Cette espèce de grande taille (L = 200 μ) a une forme cylindrique assez régulière et est entièrement recouverte de cinéties bi-polaires (la cuticule est épaisse et montre une structure superficielle quadrillée). La bouche apicale est très simple et constituée par une simple ouverture, bordée par des lèvres irrégulières et garnies de cils plus longs. Il n'existe ni trichites ni fibrilles squelettiques soutenant les parois de la bouche. En revanche, on remarque de nombreux trichocystes (toxiques ?) intercinétiques, assez courts, implantés perpendiculairement à la pellicule. De Morgan (1925) ne semble pas avoir vu ces organites.

L'appareil nucléaire est constitué par un assez petit macronucleus sphérique, richement pourvu en nucléoles (le micronucleus n'a pas été observé). La vacuole contractile est terminale et assez volumineuse. Le cytoplasme, assez vacuolaire (surtout dans la moitié antérieure), emprisonne des inclusions variées dont de nombreux cristalloïdes réfringents. Les ingestas sont constitués par des Dinoflagellés et des Cryptomonadines. Une imprégnation argentique montre l'existence de 52 à 54 cinéties ainsi que d'une structure superficielle fibrillaire centrée sur chaque cil (comme chez *Pleuronema*).

Prorodon penardi Dragesco

(fig. 11)

Cette assez grande et nouvelle espèce a été trouvée dans plusieurs échantillons de sables fins de l'Aber de Roscoff et sa taille varie entre

135 et 180 µ. Elle ressemble beaucoup au *Prorodon nucleolatus* Penard, par son aspect général, mais le macronucleus est différent et il n'existe pas de trichocystes toxiques ectoplasmatiques. Elle rappelle aussi le *Prorodon trichocystus* Dragesco par sa forme et son appareil nucléaire,

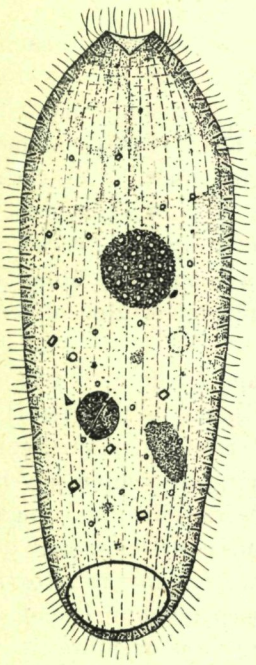

FIG. 10. — *Prorodon marinus* Clap. et Lachm.
Aspect général, sur le vivant.
(figure de gauche)

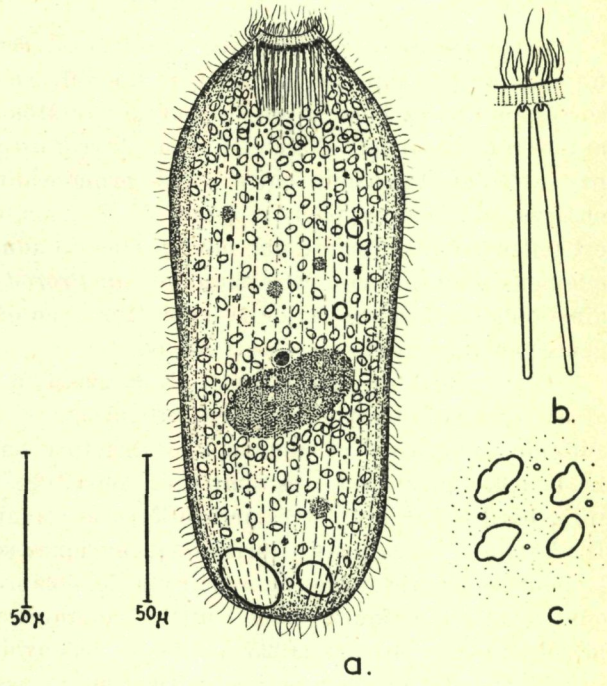

FIG. 11. — *Prorodon penardi* Dragesco
a) aspect général, sur le vivant; b) trichites buccales; c) inclusions.
(figure de droite)

mais s'en différencie par son absence de tricocystes et protrichocystes. Ce cilié semblerait plus proche encore de *Prorodon abietum* Penard, mais il ne montre pas de cils caudaux plus longs et sa distribution est marine.

Prorodon penardi est un infusoire cylindrique, recouvert d'une trentaine de cinéties bi-polaires portant des cils assez courts. La bouche est apicale et assez caractéristique, entourée de cils plus longs et de sortes de petites membranelles élargies, et armée d'une espèce de nasse dont les

éléments sont constitués d'une petite pièce rectangulaire et de deux trichites pouvant éjecter un long filament (toxique ?). L'appareil nucléaire est constitué par un macronucleus ovalaire à nucléoles et un micronucleus adjacent. La vacuole contractile est postérieure et a tendance à se fragmenter en plusieurs éléments. Le cytoplasme est bourré de nombreuses inclusions réfringentes de formes très particulières et dont nous ignorons la nature.

Prorodon ovum Ehrbg.-Kahl

(fig. 12*a*)

Cette espèce d'eau douce a été trouvée dans un échantillon de sable fin saumâtre (faible salure). Nous l'assimilons provisoirement au *Prorodon ovum* dont il a la forme et la taille (150 µ) mais nous précisons que les cils nous ont semblé moins longs que ne le figure KAHL (1930) et que le macronucleus ne nous a pas montré un corps central.

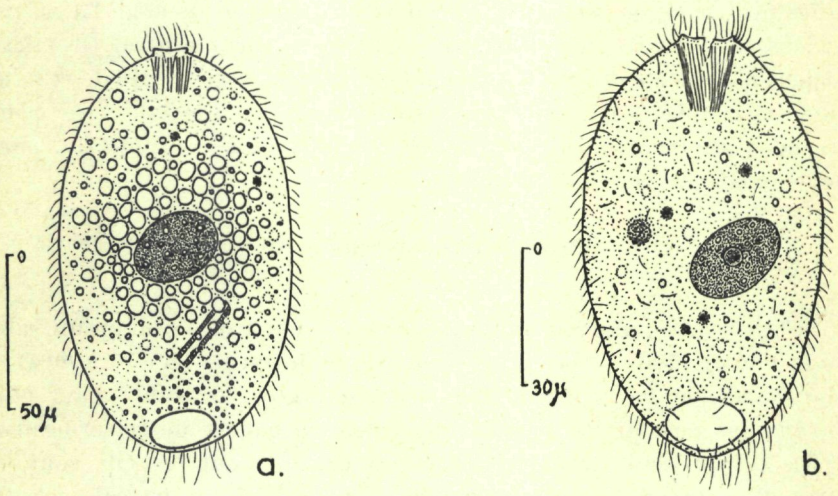

FIG. 12.

a) *Prorodum ovum* Ehrbg, Kahl; b) *Prorodon discolor* Ehrbg, Blochm, Schewiakoff (figures schématiques simplifiées).

Cette espèce se caractérise par sa forme ovalaire, ses cinéties bipolaires (au nombre de cinquante env.), sa bouche très simple, ses cils caudaux plus longs, son macronucleus elliptique pourvu de nucléoles, ses fins protrichocystes intercinétiques et son ectoplasme pouvant se plisser lors des contractions. Les ingestas sont constitués de Diatomées et le cytoplasme emprisonne des inclusions réfringentes.

Prorodon discolor Ehrbg.-Blochm.-Schewiakoff

(fig. 12*b*)

Cette espèce, assez fréquente dans les eaux douces, a été trouvée dans un sable fin saumâtre (station « 5 » du Canet, près Banyuls) dont la chlorinité varie entre 5 et 10 g de sel par litre.

Nos observations correspondent très bien aux descriptions des auteurs et, notamment, au dessin publié par KAHL (1930). Nous ne le décrirons donc que très rapidement, insistant sur quelques points particuliers :

De forme ovalaire (légèrement plus pointu postérieurement) *P. discolor* mesure entre 90 et 110 µ (KAHL : 120 µ). Il est entièrement recouvert de cinéties bipolaires pourvues de cils fins, plus longs postérieurement (64 cinéties d'après nous, jusqu'à 50 suivant KAHL). La bouche, simple, est garnie de longues trichites assez épaisses. Entre les cinéties, on observe des trichocystes assez sporadiques (signalés aussi par KAHL) et des protrichocystes en navette, enfermés dans une vacuole. La macronucleus est ovalaire et montre un volumineux corps central (le micronucleus n'a pas été observé). La vacuole contractile est terminale et assez volumineuse. Les ingesta sont constitués par des Flagellés. Ce même *Prorodon* semble avoir été vu par BOCK (1952) dans le sable fin, purement marin, de la région de Kiel.

Prorodon vacuolatus n. sp.

(fig. 13)

Cette espèce, assez difficile à classer, a été trouvée dans un sable fin et homogène de l'Aber de Roscoff. De petite taille (L : 70 à 80 µ) ce cilié ressemble beaucoup à *Plagiocampa multiseta* Kahl, mais nous n'avons pas pu voir les clapets, qui ornent la bouche de cette dernière espèce (et qui sont caractéristiques du genre), dont les cils sont, en outre, plus longs, et qui ne montre pas de trichites buccales. Notre cilié ressemble aussi à *Prorodon luteus* Kahl, mais ce dernier montre des cils immenses, très peu de cinéties et une forme du corps cylindrique. *Prorodon vacuolatus* se caractérise par sa forme ovalaire, ses cils fins et assez courts, ses soies caudales longues, sa bouche en fente (armée de quelques trichites), son macronucleus ovalaire (flanqué de deux micronuclei sphérique), sa vacuole contractile terminale, montrant des canaux collecteurs et surmontée d'une vaste zone vacuolaire.

Prorodon arenarius Dragesco

(fig. 14)

Cette nouvelle et grande espèce (L : 200 µ) a été trouvée dans le sable fin de la plage de Banyuls-sur-Mer. Quoique assez proche de *Prorodon marinus* (suivant Möbius), ce nouveau cilié se caractérise par la présence d'une série de courtes mais volumineuses « papilles » par-

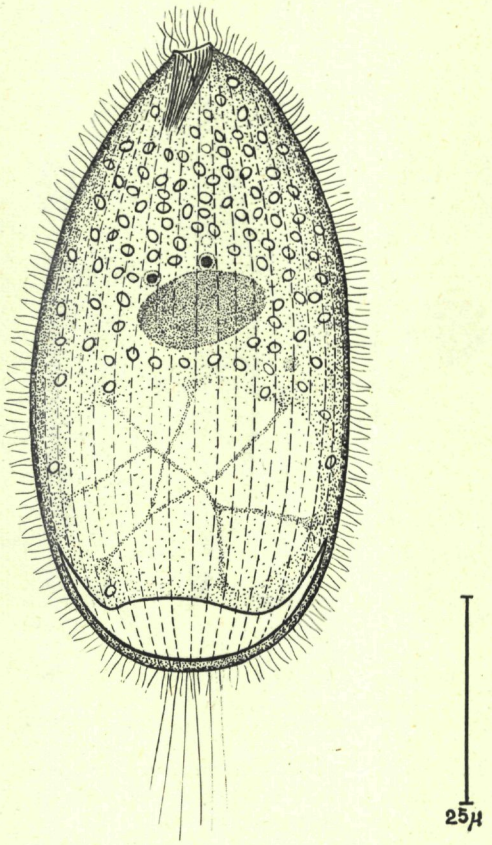

Fig. 13. — *Prorodon vacuolatus* n. sp.
Aspect général, sur le vivant.

tant de la bouche et suivant un des méridiens longitudinaux sur une longueur de 25 à 30 µ. Cette caractéristique, ainsi que la présence de petits trichocystes péribuccaux et l'existence de deux vacuoles contractiles (une postérieure et une autre moyenne) nous permet de différencier aisément ce cilié de *P. marinus* Clap. et Lachm. et du *P. simplex* n. sp.

Par ailleurs, la structure est simple : forme allongée, cinéties bipolaires assez nombreuses, cils courts, bouche ornée de quelques cils élargis (pseudo-membranelles), macronucleus sphérique, micronucleus globulaire, cytoplasme bourré d'inclusions refringentes. Il n'y a pas de protrichocystes intercinétiques et les ingesta sont constitués par des Diatomées (cytopyge presque terminale). Partie postérieure du corps assez vacuolaire. Nage assez lente.

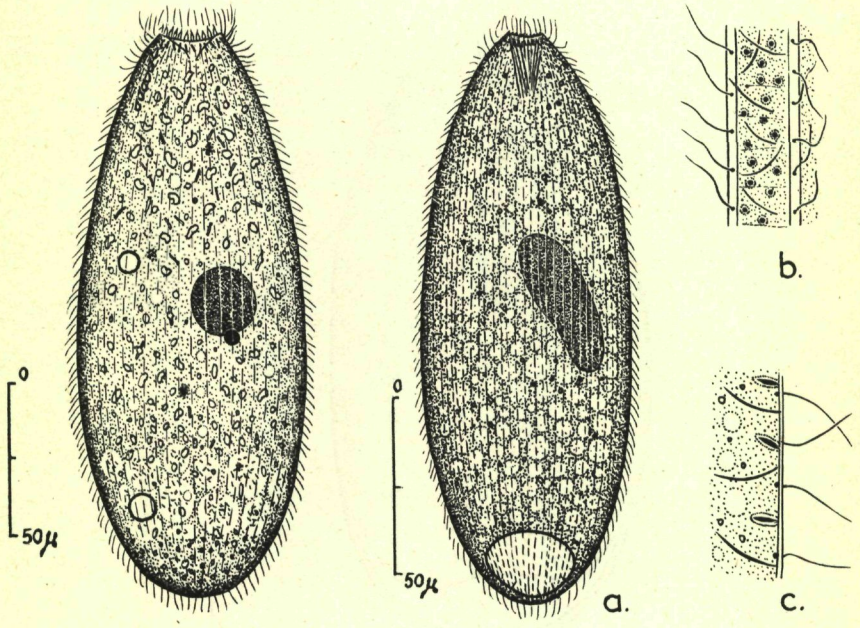

FIG. 14. — *Prorodon arenarius* Dragesco
Aspect général, sur le vivant.
(figure de gauche)

FIG. 15. — *Prorodon trichocystus* Dragesco
a) aspect général, sur le vivant; b) et c) trichocystes et protrichocystes.
(figure de droite)

Prorodon trichocystus Dragesco

(fig. 15)

Cette grande et curieuse espèce, trouvée en 1953 dans un sable fin et saumâtre du Canet (près Banyuls), pose un problème systématique assez délicat : ce cilié ressemble très étroitement au *Prorodon nucleolatus* Penard, mais s'en différencie par un caractère très important : le macronucleus est allongé et dépourvu de *corps central.* Or, comme ce

corps central constitue la caractéristique principale de *P. nucleolatus*, il devient très difficile de conclure. Comme, par ailleurs, l'ouverture buccale de notre cilié est plus simple, nous préférons considérer que nous avons affaire à une nouvelle espèce. *Prorodon trichocystus* est très riche en formations fibrillaires : trichites buccales complexes, trichocystes toxiques intercinétiques, très gros protrichocystes en navette. Le macronucleus est allongé et comporte de très nombreux petits nucléoles. Les cinéties sont au nombre de 70 environ et les cils sont courts. La vacuole contractile, terminale, peut se fragmenter en deux éléments. La taille est légèrement plus grande que celle du *P. nucleolatus* (180 à 200 µ contre 120 à 160 µ).

Prorodon multinucleatus Dragesco

(fig. 16)

Cette énorme et très curieuse espèce, typiquement microporale, a été trouvée, dès 1951, dans un sable coquillier rougeâtre et très grossier, dragué sous 25 mètres de fond, à l'ouest de la base de Bloscon (Finistère). Quoique nous n'ayons pu trouver que trois individus de cette nouvelle espèce, il nous a été possible de la photographier et de l'étudier en détail. Les variations entre les trois individus étaient insensibles (la longueur variait entre 450 et 550 µ).

Très différent de tous les Prorodons connus : forme très allongée, nématomorphe, appareil nucléaire constitué par 30 à 45 macronuclei sphériques (mesurant env. 5 µ de diamètre) et nombreux petits micronuclei, taches pigmentaires orangées (une antérieure, près de la bouche, et l'autre, plus pâle, terminale). En dépit de ces caractéristiques aberrantes, le *Prorodon multinucleatus* montre une bouche typique du genre, mais dépourvue de trichites ou de pseudonasse. Les autres caractéristiques morphologiques de cette nouvelle espèce sont les suivantes : corps légèrement contractile, finissant en une pointe terminale, cinéties bipolaires assez serrées (au nombre de 40 environ) pourvues de cils fins et courts, cytoplasme brunâtre encombré d'inclusions réfringentes et cristalloïdes losangiques, vacuole pulsatile terminale (entourée de grains pigmentaires). La nage est lente et la division se fait par une constriction moyenne du corps. Ce cilié est peut-être identique à une *Holophrya oblonga* de Morgan, à partie postérieure pointue (et assimilée, à tort, par Kahl à *Trachelocerca oblonga*), mais nous n'avons pas vu les canaux collecteurs de la vacuole pulsatile et les macronucleus de notre cilié sont moins nombreux et plus grands. Comme, d'autre part, nous avons trouvé aussi l'*Holophrya oblonga* type et que sa bouche est assez diffé-

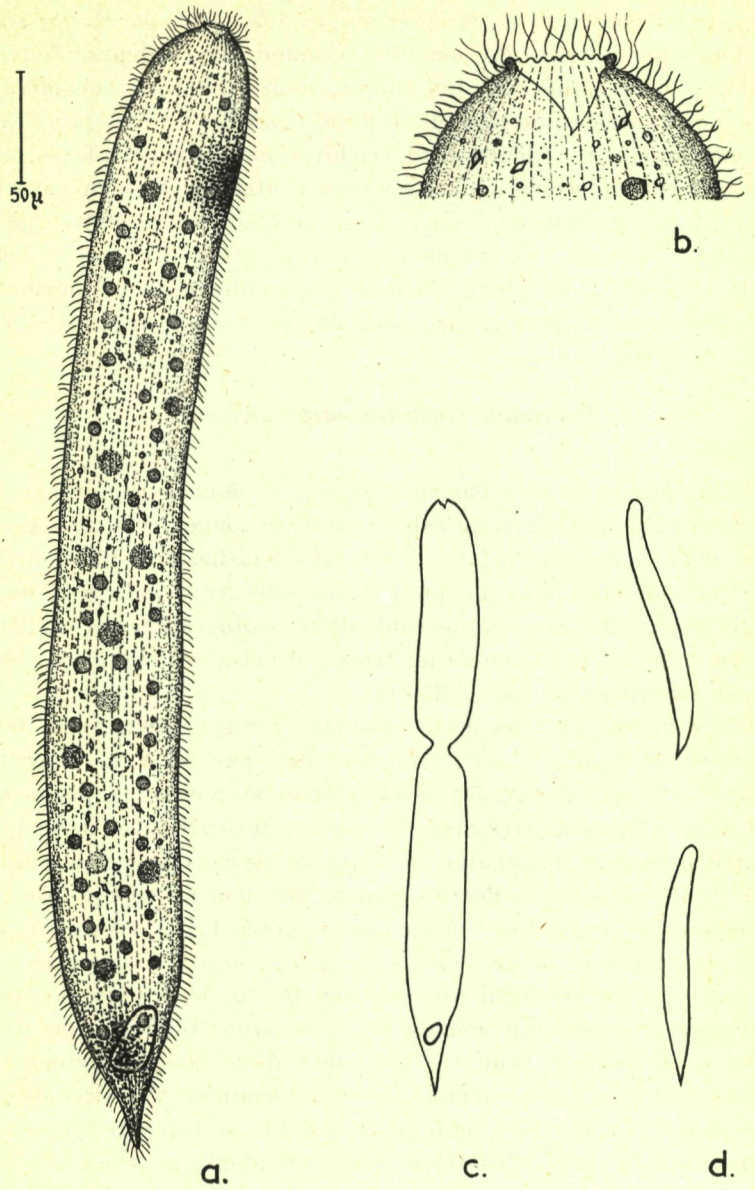

FIG. 16. — *Prorodon multinucleatus* Dragesco
a) aspect général, sur le vivant; b) la bouche, sur le vivant; c) figure de division (très schématique); d) aspects pendant la nage.

rente au point de vue forme (plus dissymétrique), nous pensons pouvoir assimiler le cilié que nous venons de décrire au genre *Prorodon*.

Prorodon deflandrei n. sp. (1)

(fig. 17)

Un des ciliés les plus représentatifs de la microfaune microporale des sables fins d'Excenevex (Lac Léman) était un beau *Prorodon*, dont l'identification avec l'une des nombreuses espèces du genre s'est avérée

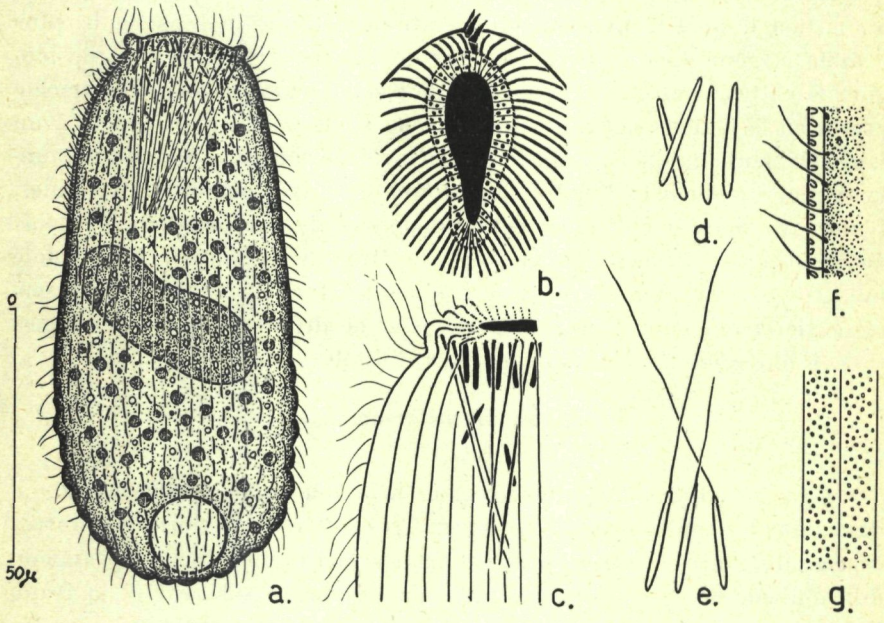

FIG. 17. — *Prorodon deflandrei* n. sp.
a) aspect général, sur le vivant; b) ouverture buccale vue obliquement (schéma); c) diagramme schématique montrant cinéties, trichites et trichocystes dans la région buccale; d) trichocystes à l'état quiescent; e) trichocystes après explosion; f) protrichocystes cuticulaires vus de profil; g) les mêmes. vus de face.

impossible. Il s'agit donc d'une espèce nouvelle que nous appelons *Prorodon deflandrei* (1) et que nous décrivons comme suit :

Assez volumineux (L = 100 à 150 µ), *P. deflandrei* a la forme d'un cylindre, légèrement rétréci vers l'avant, arrondi postérieurement et dont la section est ovalaire, par suite d'un assez sensible aplatissement du corps. Détail très caractéristique de l'espèce, la moitié inférieure de la

(1) Dédié à G. DEFLANDRE, protistologue et micropaléontologiste français.

cellule (qui est, souvent, légèrement renflée) est recouverte de protubérances irrégulières, constituant de véritables boursouflures du corps et donnant aux cinéties une allure sinueuse (une légère compression de l'animal fait disparaître rapidement cette structure). En d'autres termes, le cilié semble être recouvert de verrues irrégulières. Les cinéties, au nombre d'une cinquantaine, sont méridiennes et portent des cils fins et assez courts. Dans les espaces intercinétiques on observe de très nombreux protrichocystes incolores.

La bouche est apicale et constituée par une sorte de plateau épaissi, au milieu duquel s'ouvre une fente allongée (dans le sens de la plus grande largeur du corps) limitée par des lèvres striées, armées de longues trichites, constituant une sorte de pseudo-nasse creuse et de trichocystes en bâtonnets pouvant éjecter, sous l'action de divers réactifs, un long filament toxique. L'appareil nucléaire est constitué par un volumineux macronucleus en boudin emprisonnant de très nombreux nucléoles. L'animal nous a semblé entièrement dépourvu de micronucleus (en dépit de nombreuses colorations au vert de Méthyle acétique). La vacuole pulsatile est terminale et peut se fragmenter facilement. Le cytoplasme est entièrement bourré de zoochlorelles et de divers inclusions et ingestas, ce qui rend les observations très difficiles.

Prorodon vermiforme n. sp.

(fig. 19)

Ce beau cilié, à l'aspect nettement nématomorphe, était assez abondant dans les sables fins d'Excenevex. Très différent de toutes les autres espèces du genre, *P. vermiforme* est un des rares ciliés du mésopsammon dulcaquicole dont la forme allongée, l'adhésion au substrat et la fragilité soient du même ordre que chez les formes équivalentes marines.

De forme très allongée, mais de taille assez faible (L = 120 à 160 μ) *P. vermiforme* est, en fait, un cylindre assez régulier, arrondi postérieurement. La bouche est apicale, assez grande et de structure classique : simple ouverture conique, entourée par une lèvre circulaire garnie de cils plus longs et armée de trichocystes (toxiques ?) mesurant 5 μ (ces mêmes organites existent aussi, épars, dans le cytoplasme). Les cinéties méridiennes, au nombre de 40 environ, emprisonnent de nombreux petits protrichocystes réfringents. Le macronucleus est un long ruban cylindrique souvent assez sinueux et plus ou moins replié sur lui-même. Le micronucleus n'a pas été observé. La vacuole pulsatile est terminale et assez volumineuse. Le cytoplasme est transparent et incolore (parfois, légèrement jaunâtre). Les ingestas n'ont pas été observés.

Prorodon teres Ehrenberg ***var. lemani*** n. var.

(fig. 18)

Dans les mêmes échantillons de sable, on trouvait aussi un autre

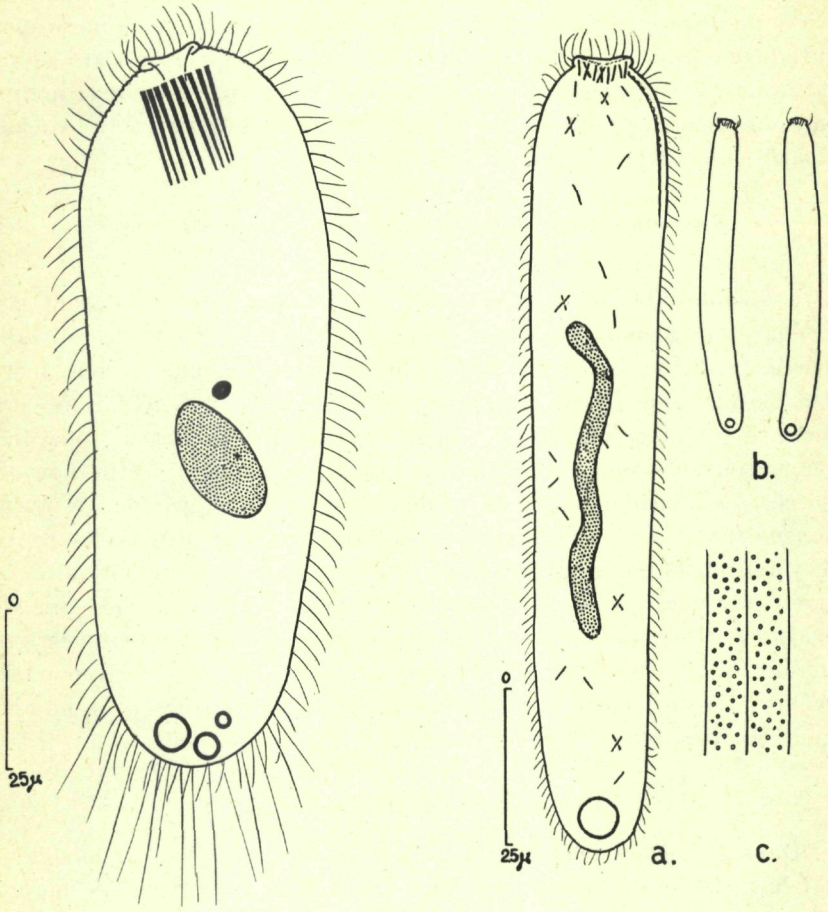

FIG. 18. — *Prorodon teres* var. *lemani* n. var.
Aspect général, sur le vivant (figure schématique, très simplifiée).
(dessin de gauche)

FIG. 19. — *Prorodon vermiforme* n. sp.
a) aspect général, sur le vivant (figure très simplifiée);
b) forme générale en extension; c) protrichocystes.
(dessin de droite)

petit *Prorodon* (L : 100 µ) qui rappelle beaucoup le *P. teres* par sa forme générale, sa pseudo-nasse à baguettes épaisses et la forme ovalaire du

macronucleus, mais en diffère par sa taille plus faible, le nombre beaucoup plus petit des cinéties (36 contre un peu plus de 100 !), la longueur plus grande de ses cils, le nombre de soies caudales, l'absence des protrichocystes. Ce cilié, que nous considérons, pour le moment, comme une variété du *Prorodon teres,* mais qui constitue probablement une espèce nouvelle possède, en outre, des alvéoles cuticulaires circulaires entourant la base de chaque cil. Le cytoplasme est très transparent et montre admirablement les mitochondries superficielles ovalaires. La vacuole pulsatile terminale est souvent composite.

Prorodon nucleolatus Penard ***var. magnus*** n. var.

(fig. 20)

Les sables fins de la plage d'Excenevex (Lac Léman) étaient peuplés par une abondante population de *Prorodon.* Parmi les diverses espèces que nous avons eu la possibilité d'étudier, une grande forme (L = 280-320 μ) a retenu plus particulièrement notre attention. Très proche, à première vue, du *P. nucleolatus* (que nous connaissons bien, l'ayant souvent rencontré dans la région parisienne), cette nouvelle variété s'en distingue par sa taille beaucoup plus grande, sa forme allongée (parfois plus encore que nous ne l'avons figuré) et les protrichocystes, en bâtonnets, qui garnissent les espaces intercinétiques. Les autres caractères sont ceux de l'espèce type : bouche armée par des trichites à allure de nasse, assez forts trichocystes intercinétiques, gros macronucleus sphéroïdal renfermant un « corps central » avec micronucleus adjacent, vacuoles pulsatiles caudales, cils assez courts. Le nombre de cinéties atteint 160 environ.

Prorodon nucleolatus Pénard

Dans les mêmes échantillons co-existait l'espèce type *P. nucleolatus,* dont la taille ne dépassait pas 140 μ. Par ailleurs, les trichites buccaux étaient plus courts chez cette espèce, tandis que la forme générale du corps était plus ramassée.

Prorodon diaphanus n. sp.

(fig. 21)

A peine visible sous le binoculaire, *P. diaphanus* se distinguait des autres espèces des sables du Léman par sa petite taille (L = 50 μ) et par sa grande transparence. De forme ovoïde assez régulière, *P. diaphanus* est recouvert par une cuticule assez épaisse renfermant des petits

protrichocystes incolores. Les cinéties sont au nombre de 22 ou 24 et portent des cils très fins, moyennement longs. La bouche est apicale et assez large. Elle est garnie de cils plus longs et plus denses et armée de trichocystes plutôt courts (les mêmes trichocystes peuvent être observés un peu partout, sous la cuticule, mais leur densité générale reste faible).

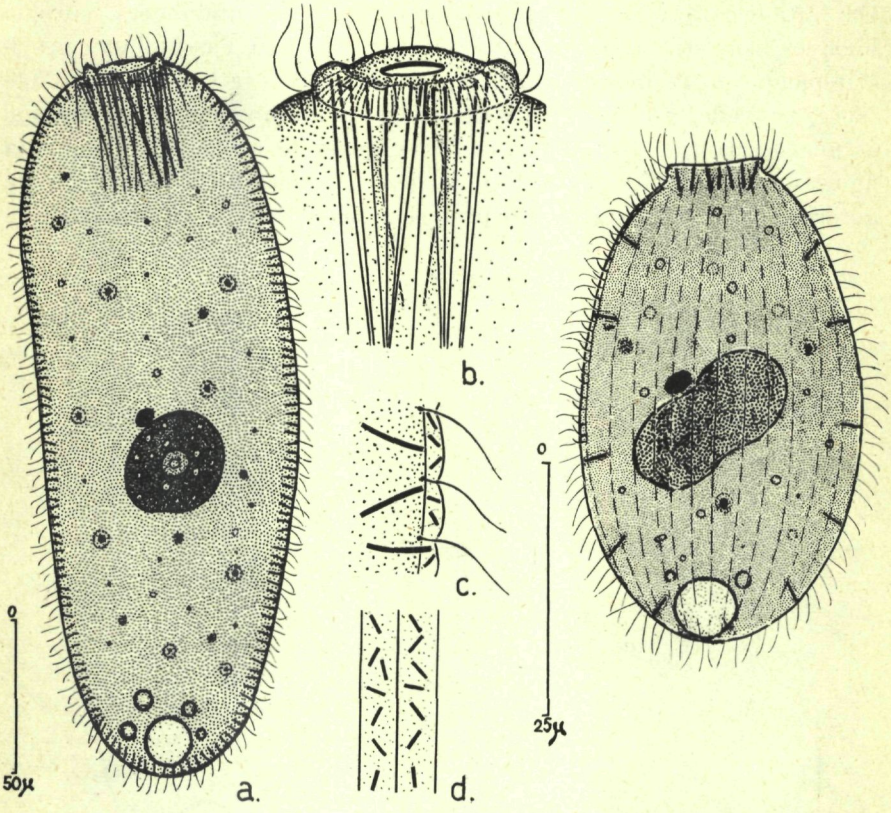

FIG. 20. — *Prorodon nucleolatus* Pénard var. *magnus* n. var.
a) aspect général, sur le vivant (figure schématique); b) schéma de la région buccale; c) trichocystes et protrichocystes, vus de profil; d) protrichocystes, vus de face.
(dessin de gauche)

FIG. 21. — *Prorodon diaphanus* n. sp.
Aspect général, sur le vivant.
(dessin de droite)

Le macronucleus est volumineux, vaguement cylindrique et montre une constriction médiane. Le micronucleus, sphérique ou ovalaire, est assez volumineux. La vacuole pulsatile est terminale et montre souvent des vacuoles satellites.

Prorodon morgani Kahl.

(fig. 22 A)

Assez fréquent dans les sables saumâtres de l'étang du Fournelet (Camargue) ce grand *Prorodon* (L = 280-350 µ) nous semble intermédiaire entre le *P. morgani* et le *P. moebiusi,* décrits par Kahl (1930). En fait, le cilié observé par nous, présentait des différences morphologiques sensibles avec ces deux espèces. Tout en l'assimilant, provisoirement, au *P. morgani,* nous pensons qu'il s'agit peut-être d'une espèce nouvelle, et nous croyons utile d'en donner une figure schématique et une description succincte : la forme générale rappelle beaucoup la figure donnée par Kahl (1930, p. 78) pour *P. moebiusi* : cylindre renflé antérieurement et assez pointu postérieurement (aplati au niveau de la

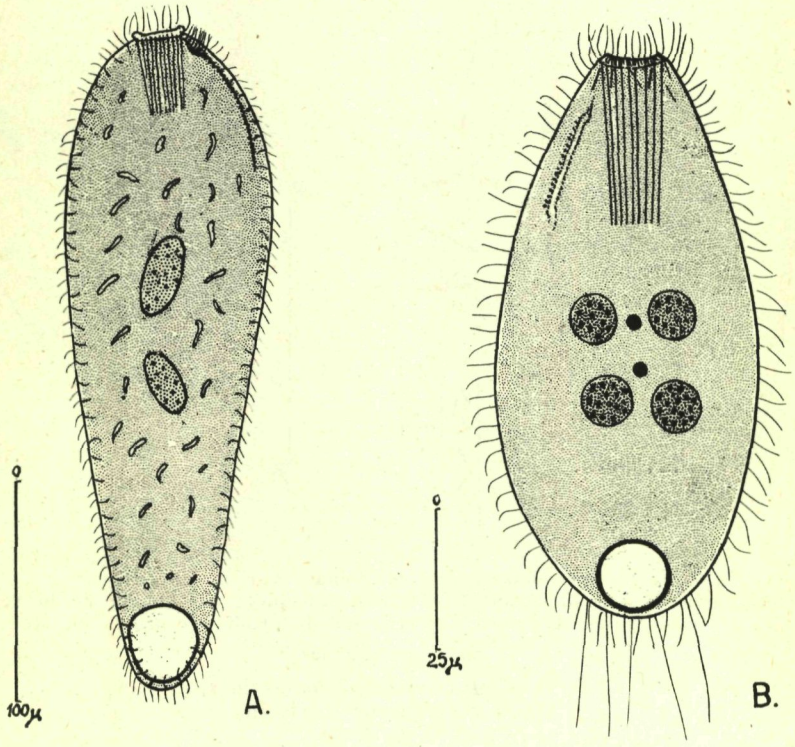

Fig. 22. — A) *Prorodon morgani* Kahl (?)
Figure schématique montrant la forme générale, les trichites et trichocystes, l'appareil nucléaire et la vacuole pulsatile.
B) *Prorodon* sp. (1)
Aspect général sur le vivant (schématique).

vacuole pulsatile). Les cinéties, au nombre d'une centaine, emprisonnent des protrichocystes ovalaires et des trichocystes (toxiques ?) longs et recourbés en banane. La bouche est relativement petite, circulaire et ne montre pas de « lèvre » bien développée. Armée de longs trichites, peu réfringents, l'ouverture buccale est frangée de petites membranelles élargies (cils modifiés ?) tandis que le plateau buccal est strié radiairement. A partir de la bouche, et suivant un des méridiens, se développe, sur une assez courte longueur, une cinétie particulière portant d'abord des cils plus longs (issus d'une sorte de gouttière recourbée) et ensuite des papilles cuticulaires (« börsten », des auteurs allemands ?). L'appareil nucléaire est constitué par deux macronuclei ovalaires (disposition qu'on n'observe chez aucune des deux espèces de KAHL, signalées plus haut) tandis que le micronucleus n'a pas été observé. La vacuole pulsatile est terminale. Le cytoplasme, alvéolaire et fibreux, semble toujours bourré d'inclusions refringentes de forme particulière (allongée ou en banane).

Prorodon sp.

(fig. 22 B)

Assez fréquent dans les sables fins de la plage d'Excenevex, ce petit *Prorodon* (L = 95 µ) ressemblait un peu au *P. elegans* de KAHL (1930) mais s'en distinguait aisément par son aspect pyriforme, son appareil nucléaire constitué par quatre macronuclei et deux micro- toujours bourré d'inclusions refringentes de forme particulière allongées.

Prorodon sp.

Deux autres espèces assimilables vraisemblablement au genre *Prorodon* ont été aussi observées :

Une première espèce a été trouvée dans le sable coquillier grossier, dragué par 25 m de fond à l'ouest de la base de Bloscon.

Elle ressemble vaguement à *Prorodon dubius,* mais ses cils sont beaucoup plus courts et son corps est recourbé en banane. La bouche est une simple ouverture apicale dépourvue de trichites, l'appareil nucléaire est constitué par deux macronuclei ovalaires, la vacuole contractile est terminale et le cytoplasme est chargé en inclusions refringentes et en cristalloïdes allongés. Les cils sont assez courts et il existe une touffe de soies caudales. Nous ne pensons pas qu'il s'agisse d'une nouvelle espèce, mais qu'elle est plutôt identifiable à un *Prorodon* marin que nous avons observé à Villefranche-sur-Mer, et qui rappelle

le *Prorodon elegans,* (Kahl), lequel, malheureusement, possède un macronucleus unique et allongé.

Une autre espèce a été trouvée dans le sable fin et homogène de l'Aber de Roscoff. Elle aussi est difficilement assimilable à l'une des espèces existantes, et nous avons été tenté de la considérer comme étant une nouvelle espèce : *Prorodon simplex.* Cet animal ressemble un peu à *Prorodon elegans* (Kahl) mais le noyau est sphérique au lieu d'être allongé et les soies caudales beaucoup trop courtes. Les autres caractéristiques morphologiques de cette espèce sont assez banales : forme allongée fuselée, bouche apicale simple et dépourvue de trichites, macronucleus sphérique ou ovalaire, vacuole contractile terminale, protrichocystes intercinétiques très fins et peu abondants, cytoplasme très opaque, bourré d'inclusions et rempli de zooxanthelles vert-bleu. La taille de ce cilié oscille autour de 90 μ.

On observe dans les sables bien d'autres *Prorodons,* petits ciliés se ressemblant beaucoup entre eux, et dont la détermination est impossible sans une étude complète, individu par individu, ce qui est évidemment fastidieux, à la longue. Nous pensons donc que nous n'avons pas épuisé la liste des espèces de Prorodon, qu'on peut rencontrer dans le sable.

Genre PLACUS Cohn, 1866

Placus (Thoracophrya) luciae Kahl

Trouvé dans le sable fin, recueilli devant le laboratoire Lacaze Duthiers, *Placus luciae* correspondait assez bien à la description de Kahl. Toutefois, le macronucleus nous apparut plus volumineux que ne le figure cet auteur, et la vacuole contractile nous a semblé être tout à fait terminale. L = 45-50 μ.

Genre RHAGDOSTOMA Kahl, 1926

Rhagdostoma roscoffensis n. sp.

(fig. 23)

Assez abondant dans un des sables fins de l'Aber de Roscoff, riche en Foraminifères, *Rhagdostoma roscoffensis* est un petit cilié assez proche de la *R. completum* Kahl. Il se distingue, toutefois, assez facilement, car il est dépourvu de trichites et sa forme générale est plus globuleuse. *R. roscoffensis* est donc un infusoire ovoïde, à bouche api-

cale très simple (ouverture circulaire, bordée d'une petite lèvre garnie de cils plus longs) armée de trichocystes (protrichocystes ?) en forme de navette. Les cinéties sont méridiennes et supportent des cils assez courts. L'appareil nucléaire est constitué par un macronucleus ovalaire allongé, contenant des nombreuses nucléoles, flanqué par deux micronuclei elliptiques adjacents. Comme chez les autres espèces du genre, *R. roscoffensis,* se pare d'une longue touffe de soies caudales. Les vacuoles pulsatiles sont au nombre de deux et longent un des méridiens

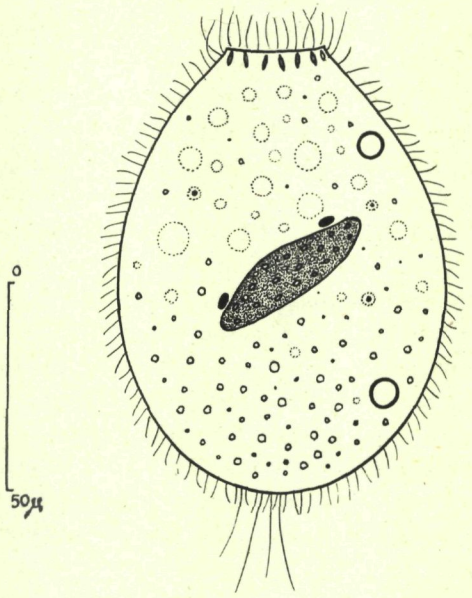

FIG. 23. — *Rhagdostoma roscoffensis* n. sp.
Aspect général sur le vivant (figure schématique).

de la cellule. Le cytoplasme est extrêmement chargé en inclusions (boules rougeâtres et globules, vraisemblablement lipidiques). La longueur moyenne oscille autour de 110 µ.

Genre HELICOPRORODON Fauré-Fremiet, 1950

Ce genre, créé en 1950 par FAURE-FREMIET pour mieux situer l'espèce *Chaenea gigas* Kahl, se caractérise par le fait que les cinéties longitudinales s'incurvent vers la droite, en remontant vers le cou, tandis que l'une d'entre elle s'incline plus fortement encore pour décrire deux

tours de spire, le long du bourrelet superficiel péristomien. Cette sorte de spire adorale est garnie de cils plus longs et plus serrés. Les cinéties situées à droite de cette rangée ciliaire viennent buter contre la spire adorale avec une obliquité croissante.

Plusieurs espèces de ce genre, spécifiquement mésopsammique, se rencontrent assez fréquemment dans les sables marins.

Helicoprorodon gigas (Kahl)

(fig. 24)

Cette grande et relativement banale espèce a été découverte par Kahl (1933) et re-étudiée par Faure-Fremiet (1950) ainsi que par Bock (1952). Elle a été retrouvée aussi par Fjeld (1955) qui l'a confondue avec *Holophrya coronata* Maupas. Nous l'avons observée, assez régulièrement, dans les sables fins de l'Aber de Roscoff. Sa structure générale correspond bien aux descriptions des auteurs précédents : long cilié, vermiforme et très contractile, à cinéties longitudinales s'incurvant vers la droite dans la partie antérieure (voir plus haut), bouche apicale armée de longs trichites, appareil nucléaire constitué par 15 à 30 macronuclei en chapelet et un assez grand nombre de micronuclei, grosse vacuole contractile terminale, etc. Nous avons constaté, en outre, la présence de protrichocystes sphériques intercinétiques. La seule divergence entre les observations des auteurs et les notres, concerne la taille de l'animal : 1 000 µ pour Kahl, 600 à 800 µ pour Faure-Fremiet; 1 200 µ pour Bock et seulement 350 à 450 µ pour les individus de Roscoff. Nous avons, toutefois, observé plusieurs fois à Roscoff des individus atteignant 2 000 µ et morphologiquement identiques (sauf, peut-être, une structure fibreuse du cytoplasme). Il semble donc que cette espèce peut montrer d'assez grandes variations de taille qui, la contractilité aidant, peuvent jouer entre 220 µ et 2 000 µ (d'une façon générale, la taille chez les grandes espèces nématomorphes et contractiles est une valeur essentiellement relative).

Helicoprorodon barbatus Dragesco

(fig. 25)

Cette curieuse espèce a été trouvée en 1950 dans un sable assez fin, mais hétérogène et sale de l'Aber de Roscoff. Nous l'avons ensuite retrouvée périodiquement, aussi bien à Roscoff que dans les sables fins de la plage de Banyuls-sur-Mer.

De grande taille (400 à 2 000 µ) *Helicoprorodon barbatus* est presque identique à l'espèce précédente : aspect vermiforme, cinéties s'incur-

vant vers la droite, macronuclei en chapelet, vacuole contractile terminale, protrichocytes intercinétiques, etc. Sous le binoculaire ou sous

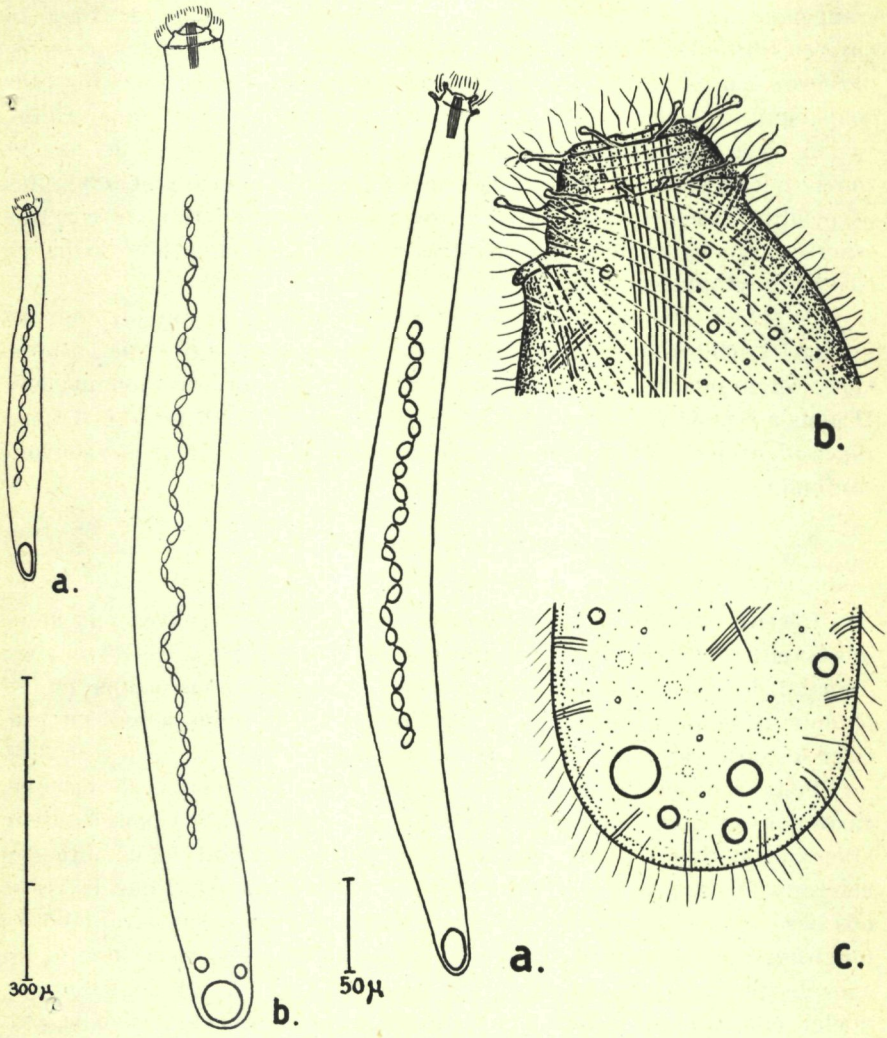

FIG. 24. — *Helicoprorodon* (Kahl)
a) forme de petite taille; b) forme géante (dessins schématiques).
(figure de gauche)

FIG. 25. — *Helicoprorodon barbatus* Dragesco
a) aspect général (schématique); b) partie antérieure montrant les appendices ornant la spire adorale; c) partie terminale (schématique).
(figure de droite)

un faible grossissement, ce cilié est impossible à différencier de l'*Helicoprorodon gigas* Kahl. Ce qui constitue la grande originalité de cette

nouvelle espèce, ce sont de curieuses « barbules » ornant, à intervalles réguliers, la spire adorale. Ces excroissances très fines et capitées (rappelant les tentacules des acinétiens) sont au nombre de 10 à 16 environ (difficiles à compter, exactement vu leur fragilité et leur transparence). En outre, *Helicoprorodon barbatus* montre des trichites plus épais, qui rappellent les pseudo-nasses de certains *Prorodons*. Enfin, sur de gros individus, nous avons pu observer l'existence de fins et courts trichocystes (toxiques ?) groupés en petits faisceaux et implantés perpendiculairement à la cuticule (explosant sous l'action de certains réactifs). Quelques individus montraient aussi des chapelets de bactéries intracytoplasmiques.

Ce grand cilié est bourré d'inclusions refringentes qui lui donnent un aspect sombre (laiteux par réflexion). Moins contractile que l'espèce-type, cet animal est assez résistant et peut être observé longuement. Il nous a semblé plus abondant que le *H. gigas* et, vu la taille et l'apparence identiques, il est probable que ces deux espèces aient été souvent confondues.

Helicoprorodon minutus Bock

(fig. 26)

Décrite par Bock, en 1952, cette espèce a été retrouvée par nous, une année plus tard, dans le sable fin de la « place 5 » de Swedmark (dans l'Aber de Roscoff). Quoique peu abondant, nous avons pu en obtenir de bonnes préparations microscopiques, et nous avons pu préciser les observations de l'auteur allemand.

Pour commencer, remarquons qu'il existe un désaccord marqué, entre nous et Bock, concernant la taille de l'animal (150 µ pour l'auteur allemand et 300 µ pour nous !), ainsi que concernant le nombre des macronuclei (2 à 5 pour Bock et 10 à 14 pour nous). Pour le reste, nos observations concordent : forme cylindrique assez massive, cinéties longitudinales s'incurvant vers la droite pour constituer une spire adorale, presque perpendiculaire à l'axe du corps, 5 à 9 petits micronuclei. cils caudaux plus longs, nage lente et paresseuse, vacuole pulsatile latérale (antérieure, d'après Bock et plutôt postérieure pour nous). Nous pouvons, en outre, apporter les précisions supplémentaires suivantes : la bouche est garnie de longues et fines trichites, les cinéties sont au nombre de 50 environ, il existe des trichocystes (de taille très variable), plus fins et plus petits que les trichites, distribués un peu partout, dans le cytoplasme, ainsi que des protrichocystes assez gros intercinétiques. Le cytoplasme est fibreux et alvéolaires et emprisonne

des inclusions diverses. Après fixation, ou sous l'action du vert de méthyle acétique, les protrichocystes éjectent, vers l'extérieur, un magma muqueux abondant. Les cils caudaux sont fortement thigmotactiques.

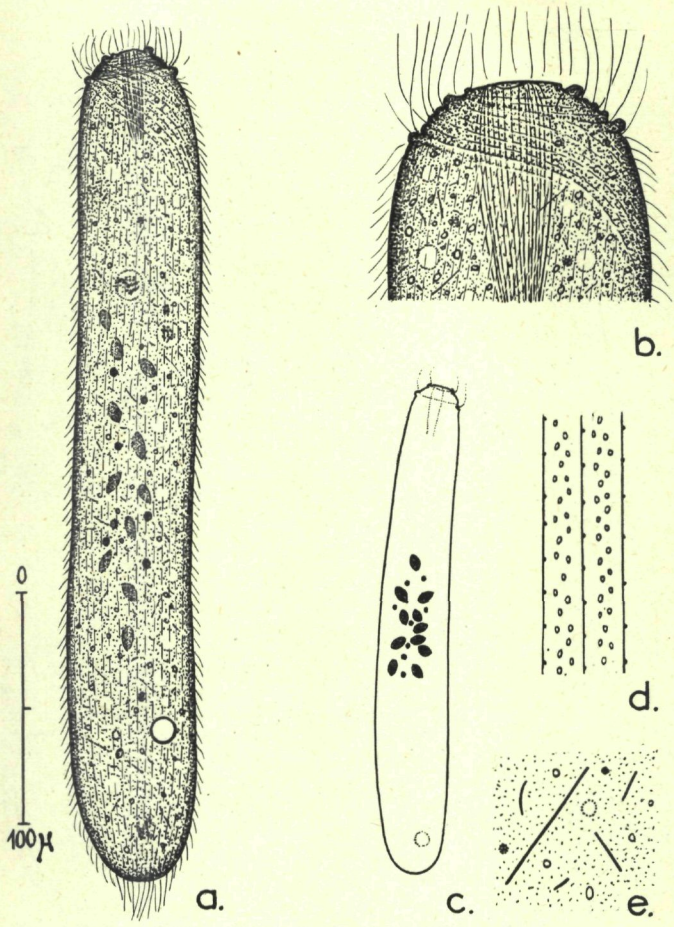

FIG. 26. — *Helicoprorodon minutus* Bock
a) aspect général, sur le vivant; b) partie antérieure, sur le vivant; c) appareil nucléaire (FEULGEN); d) protrichocystes; e) baguettes intra-cytoplasmiques (sur le vivant).

Helicoprorodon multinucleatum n. sp.

(fig. 27)

Cette grande espèce, assez difficile à différencier de celle que nous décrivons plus loin, se retrouve assez régulièrement dans le sable fin

de l'Aber de Roscoff. Vermiforme et peu contractile (longueur moyenne : 1 400 µ) cet *Helicoprorodon* ressemble beaucoup à l'espèce-type (*H. gigas*) mais s'en distingue facilement car son appareil nucléaire

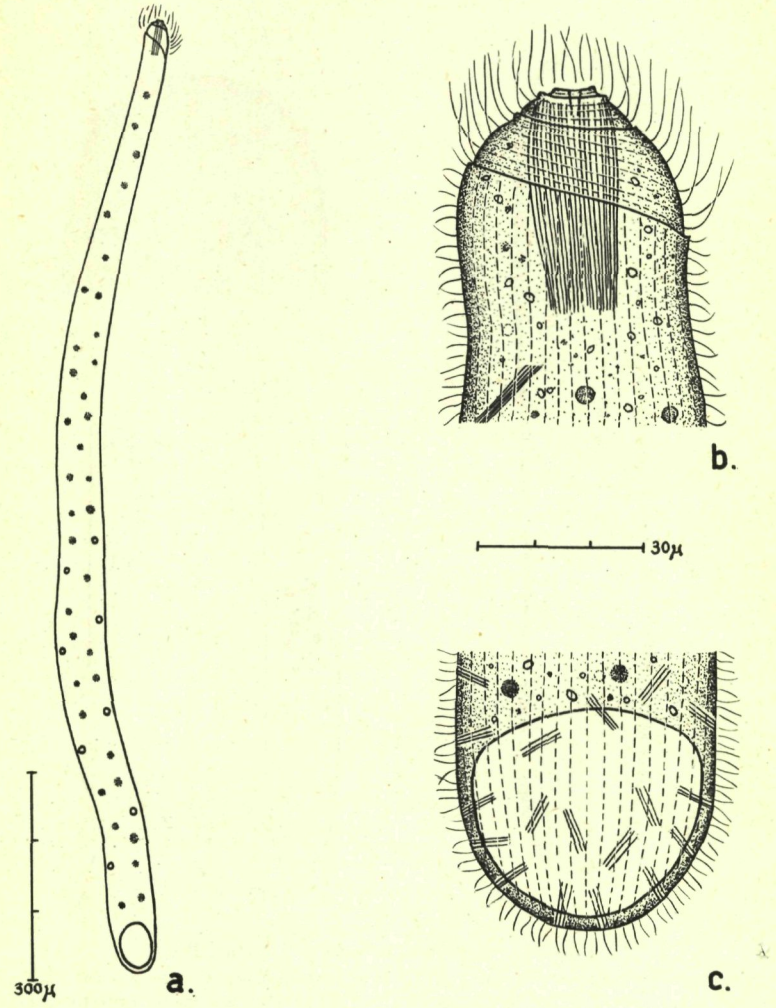

FIG. 27. — *Helicoprorodon multinucleatum* n. sp.
a) aspect général (schématique); b) partie antérieure; c) partie postérieure.

est constitué par une quantité de petits macronuclei sphériques et autant de micronuclei minuscules. La bouche est à peu près identique à celle que nous connaissons chez les espèces précédentes, mais la spire

adorale est peut-être un peu moins inclinée. Les trichites sont longs et nombreux et encombrent aussi le cytoplasme en faisceaux très denses. La vacuole contractile est terminale, mais il existe aussi toute une série de très petites vacuoles satellites. Des petits paquets de trichocystes toxiques peuvent être observés dans la partie postérieure du corps. Le cytoplasme est encombré d'inclusions variées qui sont à l'origine de la coloration brune de l'animal.

Helicoprorodon maximus Dragesco

(fig. 28)

Ce cilié extraordinaire, le plus gros que nous ayons jamais vu, a été trouvé dans le sable fin de l'Aber où il est assez fréquent dans certains échantillons (telle la place « 3 ») à *Psammodrillus balanoglossoïdes* de B. SWEDMARK. Il n'est jamais très abondant, mais on peut l'obtenir à coup sûr en cherchant un peu. On le prendrait d'ailleurs plutôt pour un ver tant sa taille est gigantesque (jusqu'à 4 000 µ de long sur 150 µ de large) et son aspect laiteux et opalescent, très caractéristique. Extrêmement voisin de l'*Helicoprorodon multinucleatum,* il n'est pas toujours facile à différencier de ce dernier. La différence la plus caractéristique est le fait que *H. maximus* est très contractile et montre un ectoplasme pouvant se plisser comme chez les *Trachelocera.* Le nombre de cinéties est certainement plus grand (environ 120) et la spire adorale s'infléchit très brutalement pour devenir presque perpendiculaire (de sorte que la partie apicale du cilié montre l'existence de trois bourrelets garnis de cils plus longs et plus denses). Les trichites buccales sont très longues aussi (35 µ) et forment des paquets très denses répartis en quantité prodigieuse, dans tout le cytoplasme. Ces trichites éjectent, à l'occasion, un long filament. Il existe, en outre, des trichocystes plus courts (14 µ) implantés perpendiculairement à la cuticule et groupés en petits paquets. Ces bâtonnets éjectent, à leur tour, vers l'extérieur un fin filament toxique. La bouche est, en outre, armée par une sorte de nasse fibrillaire dont l'aspect, après fixation rappelle ce que l'on voit chez *Trachelocerca entzi* Kahl. Il existe enfin de petits protrichocystes intercinétiques, en forme de navette. L'appareil nucléaire est constitué par plusieurs centaines de petits élémennts sphériques mesurant 1,6 à 1,9 µ (plus petits et plus nombreux que chez *H. multinucleatum*) ainsi que d'innombrables et minuscules micronuclei (∅ : 0,5 µ). La vacuole pulsatile est terminale et de très grande taille. Le cytoplasme, fibreux, est bourré d'inclusions réfringentes et montre aussi des bactéries symbiontes et des petits bâtonnets (L : 7 µ) mystérieux. Les mitochondries,

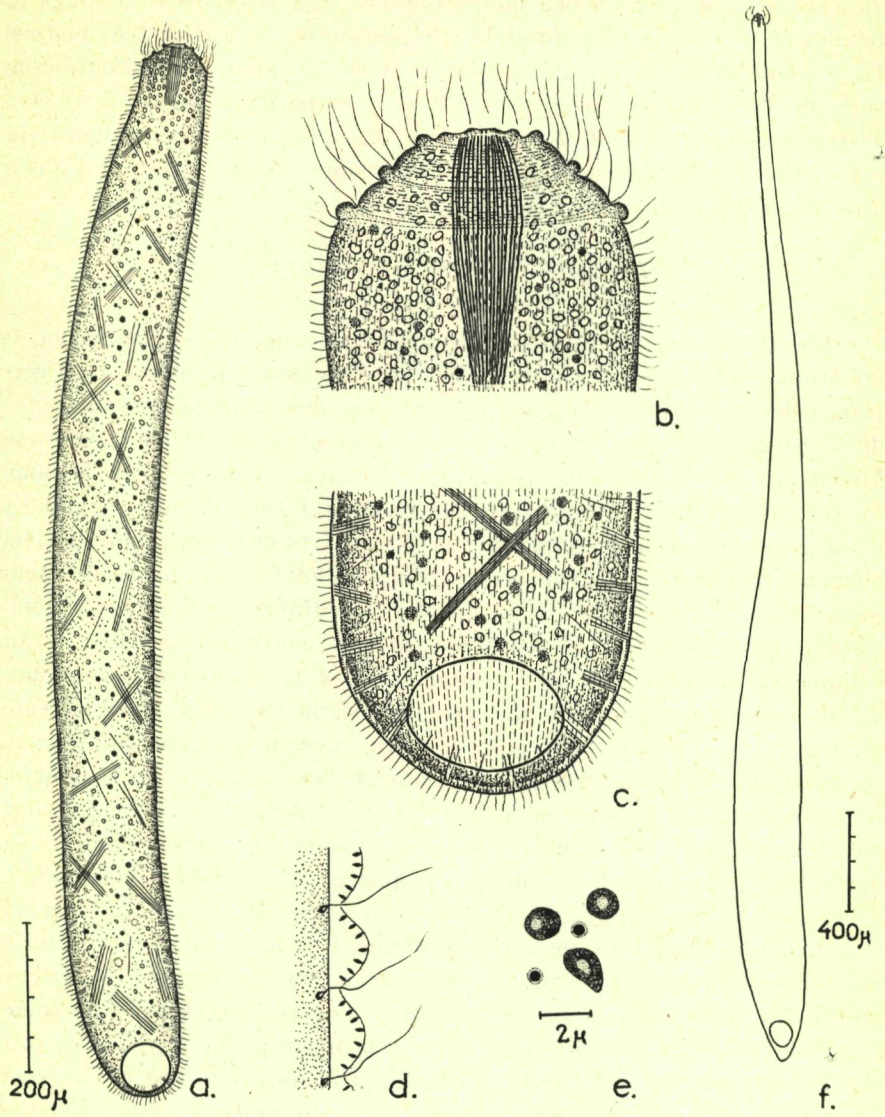

FIG. 28. — *Helicoprorodon maximus* Dragesco

a) aspect général, sur le vivant (légèrement contracté); b) bouche, sur le vivant; c) partie terminale sur le vivant; d) cuticule plissée à protrichocystes; e) quelques noyaux (réaction de FEULGEN); f) extension maxima.

ovalaires ou en haltères, sont superficielles. L'ectoplasme est transparent et se plisse en bourrelets lors de la contraction de l'animal.

Helicoprorodon sp.

En dehors des espèces que nous venons de décrire, nous avons rencontré dans les sables fins de l'Aber de Roscoff deux ciliés, assez difficiles à classer et qui représentent, peut-être, des espèces nouvelles. Leurs caractéristiques panachées nous inquiètent un peu et nous nous contenterons, pour le moment, de signaler leur existence :

Une première espèce est tout à fait voisine de l'*Hélicoprorodon gigas* Kahl : même forme du corps, bouche, appareil nucléaire, vacuole contractile, etc... Ce cilié est toutefois beaucoup plus grand (jusqu'à 2 000 µ) et montre une particularité cytologique que nous avons rencontrée seulement chez *H. maximus,* à savoir des faisceaux de trichocystes implantés perpendiculairement à la caticule. Les ingesta semblent être constituées par des *Remanella* (!).

Une autre espèce est très voisine de *Hélicoprorodon multinucleatum,* mais sa taille est très faible (200 à 300 µ) et on ne peut compter que 26 cinéties (au lieu de 80 environ). En outre, la bouche semble être armée d'une pseudo-nasse, tandis que la cuticule se plisse comme chez *H. maximus.*

Systématique et écologie des *Helicoprorodon*

La systématique des *Helicoprorodon,* telle qu'elle résulte de nos travaux, n'est pas sans nous inquiéter quelque peu. Si, d'un côté, des espèces comme *H. gigas, H. minutus* et *H. maximus* sont extrêmement bien définies, et faciles à déterminer, il ne reste pas moins vrai que la position systématique des espèces comme *H. multinucleatum* et *H. barbatus* semble moins solide et repose sur des caractères dont nous ignorons la valeur systématique exacte. Si l'on envisage, en outre, les deux dernières espèces que nous venons de décrire ainsi que tous les individus, observés seulement en passant, qui présentaient souvent des caractères panachés, on peut se demander si certaines espèces ne sont pas très plastiques. Toutefois, ce n'est qu'à l'aide de cultures et des études quantitatives prolongées qu'on pourra préciser avec certitude l'étendue des variations possibles de ces espèces.

Du point de vue écologique toutes les espèces du genre semblent parfaitement adaptées au milieu interstitiel et nous les considérons comme étant caractéristiques de la faune microporale (au sens de Faure-Frémiet, 1950).

Genre LACRYMARIA Ehrenberg, 1830

Ce genre, important et très caractéristique, est un des plus fréquents dans les sables et présente des formes qui semblent être particulières à ce biotope.

Lacrymaria coronata Clap. et Lachm.

Cette très banale espèce marine se retrouve à peu près constamment dans les échantillons les plus divers de sables fins un peu saprobes. Ce prédateur, qui a été trouvé aussi par Bock (1952) à Kiel, n'est nullement spécifique et provient certainement de l'eau de mer recouvrant la couche sableuse. Trouvant dans certains sables de nombreux petits ciliés dont il se nourrit, *L. coronata* peut se développer rapidement en milieu confiné.

Lacrymaria olor. O.F.M. var. *marina* Kahl

Cette variété, trouvée par Kahl en 1933, est très fréquente dans les milieux marins, les plus divers, se retrouve régulièrement dans le sable (Faure-Frémiet, 1950 et Bock, 1952) et nous l'avons rencontrée un peu partout dans l'Aber de Roscoff. Il s'agit, là aussi, d'une espèce dépourvue de signification écologique particulière.

Lacrymaria acuta Kahl

(fig. 29*b*)

Cette jolie espèce a été décrite par Kahl (1933) qui l'a trouvée dans les sables de Kiel. Cet auteur pense qu'elle avait déjà été vue par Bütschli (qui l'aurait assimilée à *L. coronata*). Nous l'avons retrouvée dans le sable fin et homogène de l'Aber de Roscoff. Les individus observés par nous correspondaient très bien à la description de Kahl, mais nous leur avons trouvé une taille sensiblement plus grande : 450 µ contre 200 à 300 µ. L'animal est toutefois très contractile et les mesures restent assez malaisées.

Cette grande espèce se caractérise par sa forme très pointue vers l'arrière (l'animal entier ressemble assez bien à un fuseau). La ciliature est constituée par 32 à 34 cinéties spiralées, emprisonnant des fins protrichocystes sphériques. La bouche est typique du genre et garnie de trichites. L'appareil nucléaire est constitué par un gros macronucleus

ovalaire et un petit micronucleus aplati. Une vacuole contractile terminale s'avance dans l'extrême pointe caudale.

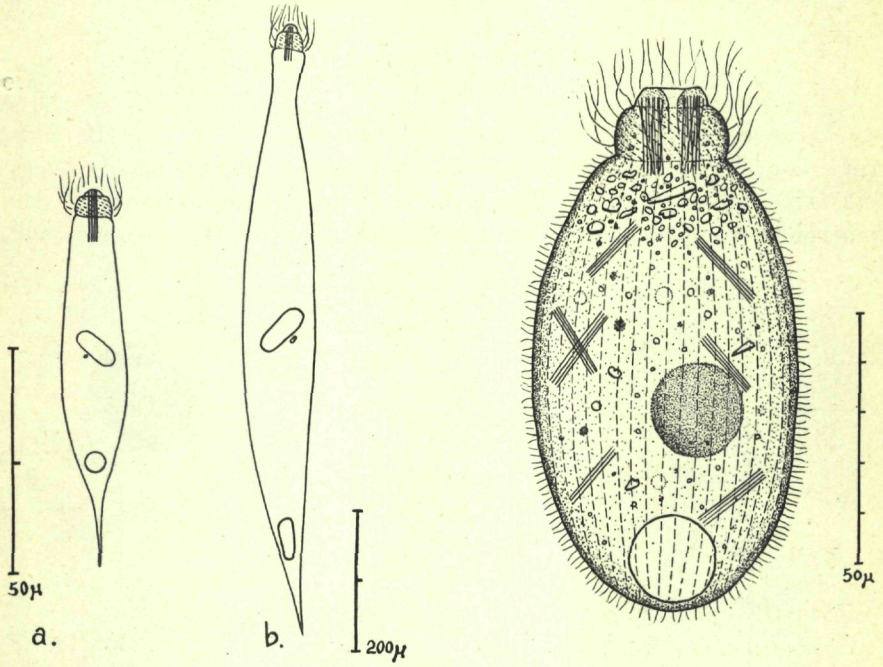

FIG. 29
a) *Lacrymaria caudata* Kahl, schématique; b) *Lacrymaria acuta* Kahl, schématique. (dessin de gauche)

FIG. 30. — *Lacrymaria rotundata* Dragesco. Aspect général, sur le vivant. (dessin de droite)

Lacrymaria caudata Kahl
(fig. 29*a*)

Découverte par KAHL (1932) dans le sable de Kiel, cette jolie espèce a été retrouvée par BOCK (1952) et par nous-même vers la même époque (dans un sable grossier et hétérogène de l'Aber de Roscoff).

Elle correspond bien à la description donnée par KAHL mais les individus observés par nous étaient légèrement plus petits (60 à 80 µ contre 80 à 100 µ) tandis que leur extrémité caudale pointue était légèrement plus longue. Cette espèce ressemble à *Lacrymaria coronata* Clap. et Lachm. mais s'en distingue très facilement, grâce à la pointe terminale très effilée. Assez contractile, sa structure est simple : cinéties

légèrement spiralées, bouche typique du genre, garnie de longues trichites, macronucleus allongé, vacuole pulsatile terminale, nombreux granules réfringents antérieurs.

Lacrymaria delamarei (1) Dragesco
(fig. 31)

Trouvée en 1953 dans le sable fin de la plage de Banyuls, cette nouvelle espèce, assez abondante par ailleurs, est voisine de *Lacrymaria coronata* Clap. et Lachm. mais s'en distingue surtout par son macronucleus sphérique. Elle rappelle aussi beaucoup *Lacrymaria cohni*

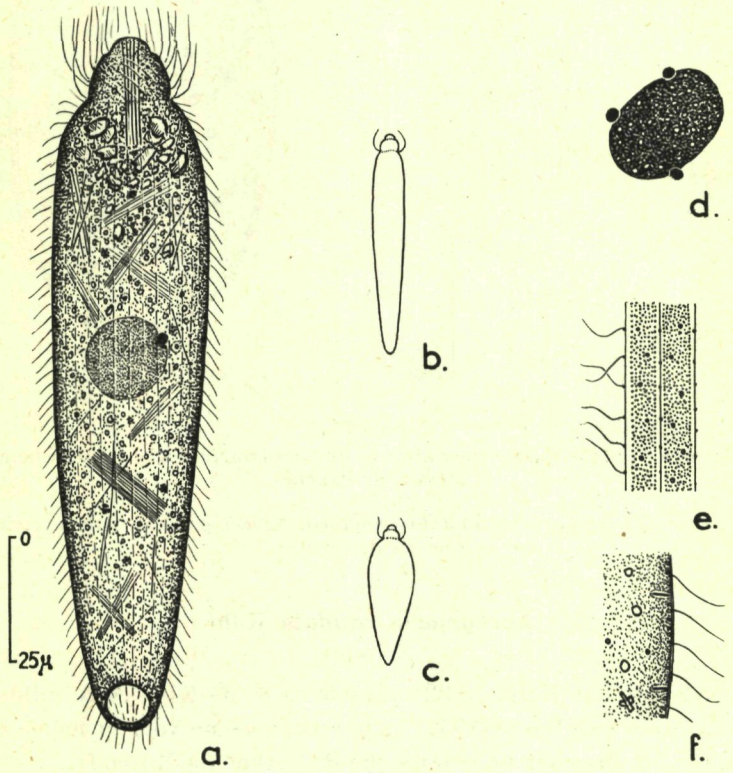

FIG. 31. — *Lacrymaria delamarei* Dragesco
a) Aspect général, sur le vivant; b) extension maxima; c) contraction maxima; d) Appareil nucléaire (FEULGEN); e) fragment du cuticule (montrant protrichocystes et trichocystes); f) cuticule (vue latérale schématique — montrant protrichocystes et trichocystes.)

(1) Dédiée à C. DELAMARE-DEBOUTEVILLE, zoologiste français.

Kahl, mais la description de cette dernière espèce est insuffisante pour nous permettre une identification précise. En effet, la caractéristique essentielle de *Lacrymaria delamarei* ne peut être observée que sous l'objectif à immersion : cette espèce, fort banale par son aspect général montre, en effet, de fins et courts trichocystes, implantés perpendiculairement à la pellicule. Cette *Lacrymaria* est assez contractile, de forme plutôt cylindrique et sa taille varie entre 140 et 180 µ. La bouche, typique du genre, est armée de longues trichites, qui peuvent être aperçues aussi, éparses, dans le cytoplasme. Le macronucleus est sphérique et deux à trois micronuclei, très petits, lui sont accolés. Les cinéties sont bipolaires et droites et les espaces intercinétiques sont garnis de très fins protrichocystes transparents (ainsi que des fameux trichocystes, signalés plus haut). La vacuole contractile est terminale et montre parfois des vacuoles satellites. Des inclusions variées et des grains de sable (ingérés) encombrent le cytoplasme, dans sa moitié antérieure.

Lacrymaria rotundata Dragesco
(fig. 30)

Nous avons trouvé cette jolie espèce, en 1950, dans un sable fin et homogène de la baie de Primel (Finistère).

Les trois individus que nous avons étudiés mesuraient, respectivement, 80, 100 et 150 µ de longueur. Très caractéristique par son corps arrondi et sa bouche relativement volumineuse cette espèce montre, entre autres, un macronucleus sphérique sans équivalent chez les autres espéces du genre. Les cinéties (au nombre d'une trentaine environ) sont bipolaires, droites et garnies de cils courts. Entre les cinéties, on peut observer des fins protrichocystes incolores. La bouche montre un volumineux entonnoir buccal; elle est garnie de longues trichites, dont les paquets denses encombrent aussi le cytoplasme. La vacuole contractile, postérieure, peut atteindre un volume assez considérable. Le cytoplasme est incolore et transparent, mais encombré d'inclusions et grains de sable, notamment dans la région antérieure du corps. La nage est assez lente.

Ce cilié ne montre aucune des particularités morphologiques des espèces constituant la faune microporale typique sauf, peut-être, la présence de sable intracytoplasmique (ingéré ?).

Lacrymaria trichocystus Dragesco
(fig. 32)

Cette nouvelle et grande espèce (L. env. 500 µ) a été trouvée en assez

grand nombre d'exemplaires, dans le sable fin de la plage de Banyuls-sur-Mer.

Sa taille et sa forme allongée, ainsi que sa pointe terminale, la rendent très typique et facile à reconnaître. Assez contractile, cette

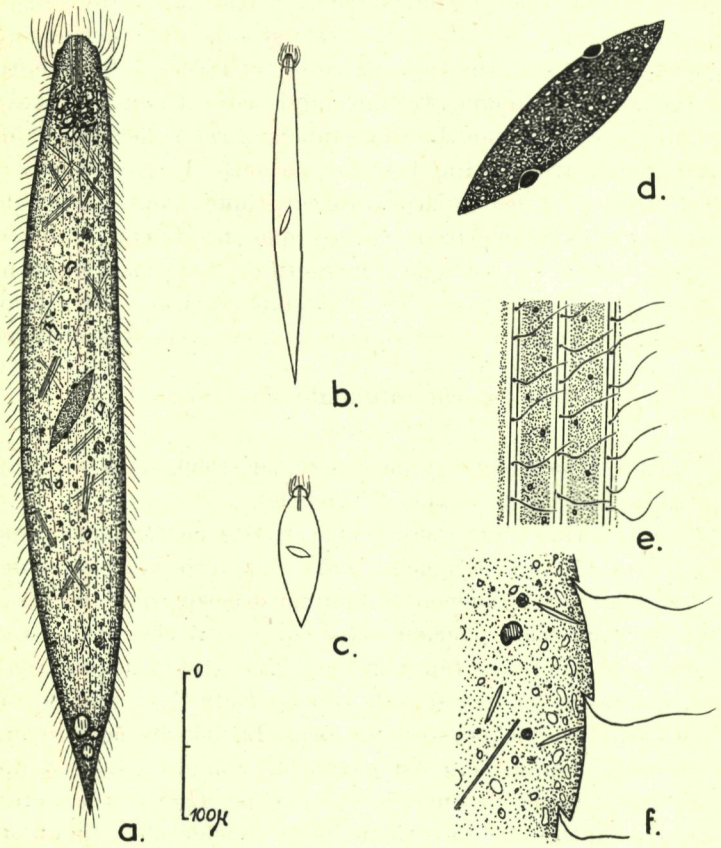

FIG. 32. — *Lacrymaria trichocystus* Dragesco
a) Aspect général, sur le vivant; b) extension maxima; c) contraction maxima; d) Appareil nucléaire (FEULGEN); e) Protrichocystes et trichocystes intercinétiques; f) portion de cuticule (contraction) montrant les trichocystes, les protrichocystes, les mitochondries et les inclusions.

espèce a de nombreux points communs avec la *L. delamarei* Dragesco, mais sa taille, la forme de son noyau et sa pointe terminale enlèvent toute incertitude quant à sa détermination.

Les cinéties, au nombre de 38 environ, sont bi-polaires, droites (pouvant se spiraliser légèrement au moment de la contraction). La

bouche est typique du genre, garnie de longs cils flexueux et armée de trichites allongées, qu'on peut observer aussi, un peu partout, dans le cytoplasme.

Entre les cinéties, on peut observer deux sortes d'éléments : des protrichocystes extrêmement fins et très nombreux et des trichocystes assez volumineux (L. : 7-8 µ) pouvant dévaginer vers l'extérieur un long filament (toxique ?), comme la plupart des trichocystes des ciliés carnassiers. L'appareil nucléaire est aussi assez particulier : macronucleus en forme de lentille bi-convexe et deux à trois micronuclei ovalaires, encastrés dans des logements prévus dans le macronucleus. La vacuole contractile terminale peut se fragmenter en plusieurs éléments. De nombreux grains de sable (ingérés ?) encombrent la région apicale (au-dessous de la bouche). Le cytoplasme est incolore et chargé d'inclusions réfringentes.

Dans les mêmes échantillons de sable, nous avons trouvé un cilié presque identique comme aspect : très allongé, partie terminale pointue, sable ingéré, macronucleus lenticulaire, une quarantaine de cinéties, grande taille (500 µ). Toutefois, il nous a été impossible de retrouver sur cette espèce des trichocystes sous-cuticulaires et nous ne savons pas expliquer cette différence (stade physiologique particulier ou espèces différentes ?).

Lacrymaria multinucleata Dragesco
(fig. 34)

Cette nouvelle espèce a été trouvée, dès 1950, dans un sable propre mais grossier de Duslen (sable immergé) et aussi dans l'Aber de Roscoff. La souche la plus commune est de forme allongée (Fig. 34*a*), mais nous avons trouvé aussi bien des souches courtes et trapues (fig. 34*c*) que de souches encore plus allongées (fig. 34*d*). La contractibilité normale de l'espèce est d'ailleurs incapable d'expliquer de pareilles différences (la masse moyenne du cilié reste à peu près constante, mais la longueur varie entre 250 µ et 600 µ, la moyenne étant environ 350 µ). *Lacrymaria* typique, à tous points de vue : bouche, cinétome (environ 30 cinéties) protrichocystes, vacuole contractile terminale, etc... cette espèce ressemble beaucoup à *L. coronata* (Clap. et Lachm.) telle qu'elle a été décrite par E. Faure-Frémiet (1924), mais s'en différencie aisément par la taille plus grande et, surtout, par son appareil nucléaire, constitué par une quarantaine de très petits macronuclei, accompagnés de nombreux micronuclei (l'espèce décrite par Faure-Frémiet, en 1924, serait d'ailleurs plutôt la *L. cohni* de Kahl ou même une espèce nouvelle).

Lacrymaria balechi (1) Dragesco
(fig. 33)

Cette nouvelle et extraordinaire espèce a été trouvée dans un seul échantillon de sable fin de l'Aber de Roscoff. Très différente de toutes les autres espèces du genre, et nettement aberrante, cette *Lacrymaria* vermiforme est de très grande taille (L : 700 µ en moyenne). Les cinéties sont bipolaires et les espaces intercinétiques sont garnis de gros protrichocystes. La bouche, apicale, montre un court vestibule en entonnoir. Elle est garnie de quelques trichites (qu'on peut observer aussi, un peu partout, dans le cytoplasme). Comme dans toutes les espèces du genre, les cinéties deviennent obliques dans la région péribuccale. Dans cette région, de gros cinétosomes donnent naissance à d'énormes cils particuliers qui ont tendance à se replier vers le bas dans leur région moyenne (constituant une sorte « d'articulation »). Particularité inédite chez une *Lacrymaria,* l'appareil nucléaire est constitué par un chapelet de formations ovalaires(les micronuclei n'ont pas pu être observés). La vacuole contractile est terminale et très allongée.

Cette nouvelle *Lacrymaria* est très fragile et nous n'avons pas eu la possibilité de l'étudier aussi complètement que nous l'aurions désiré. Tout en conservant quelques-uns des caractères typiques du genre, cette curieuse espèce ne montre pas moins une adaptation incontestable au milieu mésopsammique.

Lacrymaria kahli (1) Dragesco
(fig. 35)

Cette curieuse espèce a été trouvée, en 1951, dans un échantillon de sable fin de l'Aber de Roscoff. Il est probable qu'elle ait été entrevue par Kahl, dès 1933, dans les sables de Kiel, mais en un seul exemplaire. Proche de *L. olor var. marina,* cette nouvelle espèce s'en distingue par un corps plus allongé, un « cou » plus court et une pointe caudale prononcée. La taille est grande (660 à 1 000 µ env.). Bouche, appareil nucléaire et cinétome sont pareils que chez *L. olor var. marina.* Il existe une vacuole contractile terminale et des protrichocystes intercinétiques. Le cytoplasme est chargé en inclusions réfringentes et sa couleur générale est brunâtre (pigment ?). On observe une grande contractibilité, avec spiralisation de la ciliature. Depuis cette description nous avons fréquemment revue cette espèce qui semble commune à Roscoff.

(1) Dédiée à E. Balech, protistologue argentin.
(2) Dédiée à A. Kahl, protistologue allemand.

Lacrymaria caudata Kahl var. ***lemani*** n. var.
(fig. 36)

Trouvée, tout dernièrement, dans les sables du lac Léman cette espèce d'eau douce est presque identique à la *L. caudata* décrite par KAHL, et retrouvée par nous à Roscoff. Taille (L. : 90 µ), forme, aspect

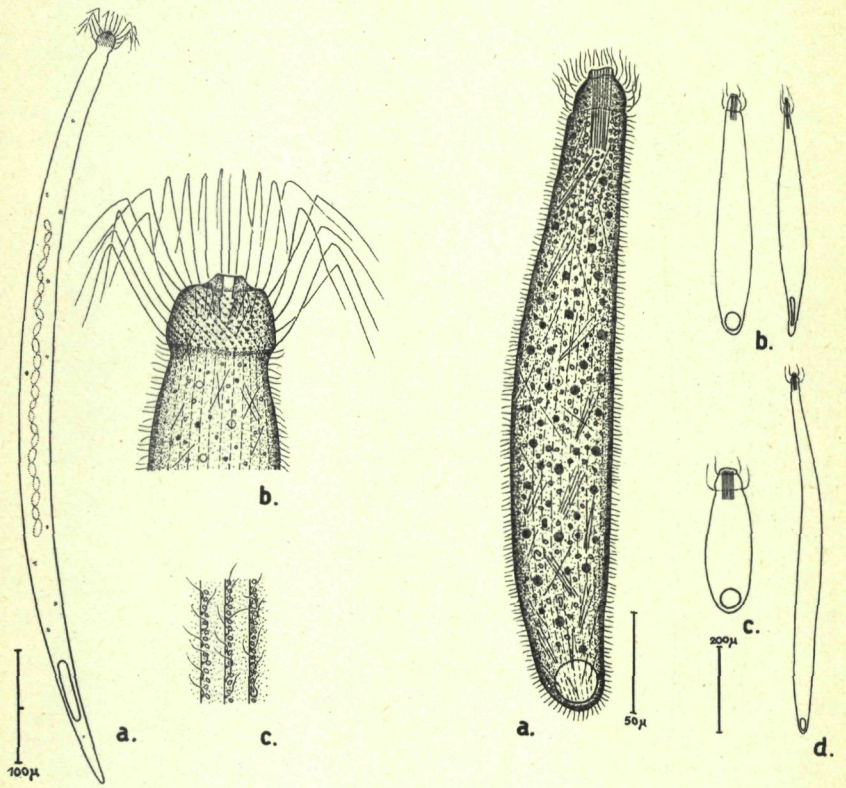

FIG. 33. — *Lacrymaria balechi* Dragesco
a) Aspect général (schématique); b) partie antérieure, sur le vivant; c) Protrichocystes intercinétiques. (dessin de gauche)

FIG. 34. — *Lacrymaria multinucleata* Dragesco
a) Aspect général, sur le vivant; b) souche normale (de face et de profil); c) petite souche très large; d) longue souche effilée.
(dessin de droite)

général sont presque identiques. La variété observée à Excenevex présente toutefois une partie inférieure plus effilée (avec la région péribuccale proéminente), un macronucleus très allongé et une pointe caudale plus courte.

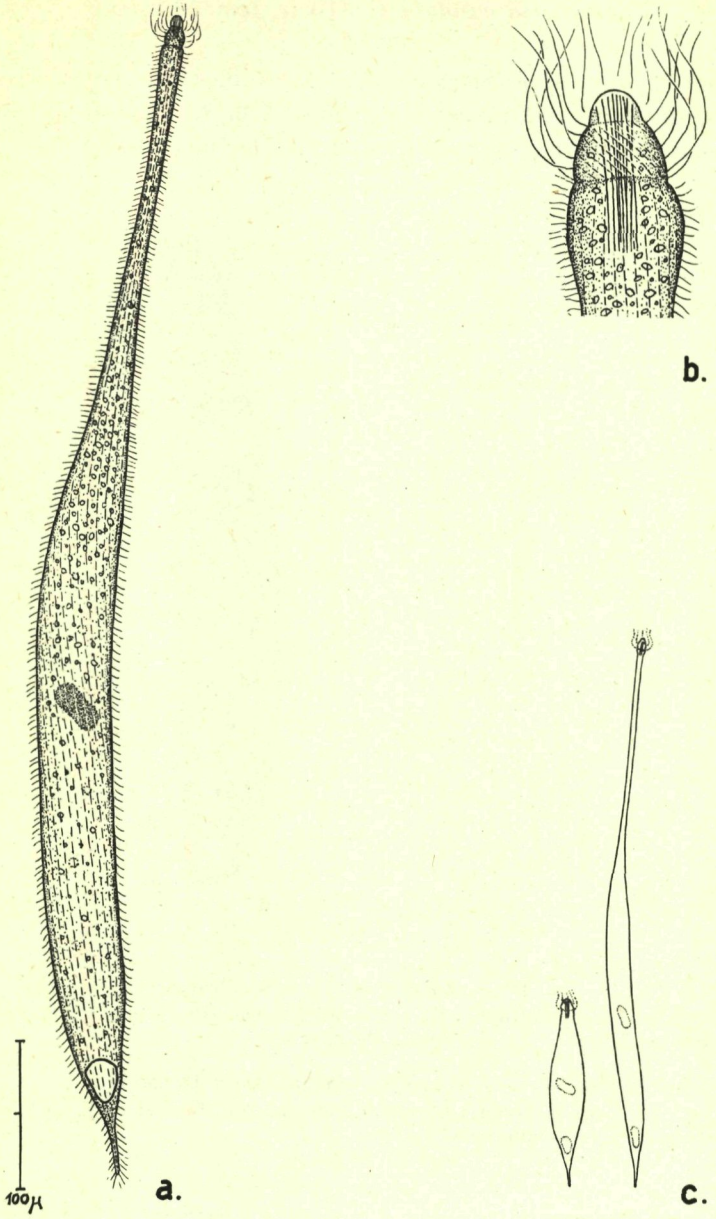

FIG. 35. — *Lacrymaria kahli* Dragesco
a) Aspect général, sur le vivant; b) la bouche, sur le vivant; c) contraction et extension maxima (schématique).

Lacrymaria pupula O. F. Müller

Toujours dans les mêmes sables du Léman, cette autre *Lacrymaria* était très abondante. Longue de 160 µ et portant 30 cinéties, très peu spiralées, cette espèce correspond parfaitement à *L. pupula* des auteurs.

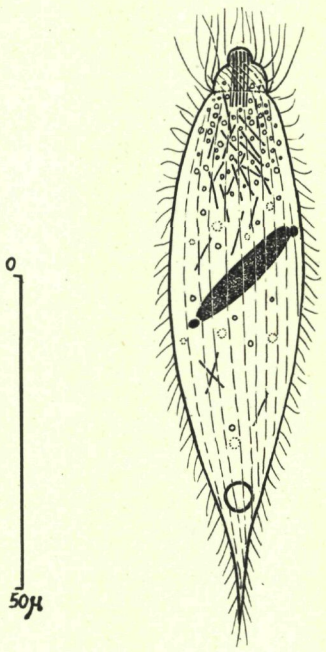

FIG. 36. — *Lacrymaria caudata* Kahl var. *lemani* n. var. Aspect général (schématique).

Importance écologique des *Lacrymaria* dans le milieu interstitiel.

Il est rare qu'une sable quelconque soit dépourvu de *Lacrymaria*. Bien au contraire, les sables saprobes surtout, montrent un assez grand nombre d'individus, d'espèces peu significatives d'ailleurs : *L. coronata* et *L. olor* var. *marina,* notamment. Dans certains sables riches en petites espèces non caractéristiques : *Pleuronema, Cyclidium, Frontonia,* etc... les *Lacrymaria* qui abondent dans toute la zone littorale, pénètrent dans le milieu interstitiel à la recherche des proies.

Il existe toutefois quelques espèces (nous pensons notamment à *L. acuta, L. caudata* et *L. trichocystus*) qui, tout en n'étant pas considérablement modifiées par le milieu interstitiel, semblent, néanmoins, assez

caractéristiques et font partie de la faunule microporale. D'autres encore (*L. balechi, L. multinucleata* et *L. kahli*) sont bien adaptées à leur habitat et montrent une convergence de forme considérable avec des genres très typiquement mésopsammiques, tels que *Trachelocerca* et *Hélicoprorodon*. Malheureusement, ce sont là des espèces peu fréquentes et qui ne peuvent entrer en considération dans une étude statistique des ciliés mésopsammiques les plus typiques.

Genre CHAENEA, Quennerstedt, 1867

Chaenea vorax Quenn.

Cette espèce, extrêmement commune dans toutes les eaux salées, se trouve aussi, parfois en grande quantité, dans des sables fins vaseux et très saprobes. Son développement est consécutif à la présence, en nombre suffisant, de nombreux ciliés des genres *Cyclydium, Uronéma,* etc... De toute manière, on ne peut parler, dans ce cas, de cilié psammobie, *Chaenea vorax* ne se trouvant dans le sable qu'accidentellement.

Chaenea psammophila n. sp.

(fig. 37)

Cette grande espèce a été trouvée dans un sable fin, hétérogène et un peu saprobe, devant l'Hôpital de Roscoff. Très contractile, sa taille varie entre 350 et 650 µ et, lors de sa plus grande extension, ce cilié rappelle tout à fait un *Trachelocerca*. La partie antérieure effilée se termine par une bouche apicale, garnie de cils plus longs et armée de trichites longues de 15 µ (dont de nombreux faisceaux encombrent le cytoplasme). Les cinéties, au nombre de 34 environ, sont longitudinales et portent des cils assez fins et serrés. Le cytoplasme est transparent et légèrement vacuolaire et emprisonne l'appareil nucléaire, constitué par plusieurs centaines d'éléments sphériques, macronucléaires, dont le diamètre varie de 2 à 3 microns. L'ectoplasme peut se plisser, au moment de la contraction, et l'on remarque aisément un grand nombre de protrichocystes sous-cuticulaires. Une vacuole contractile de grande taille, à systole lente, orne la partie caudale arrondie.

Cet infusoire diffère de *Chaenea robusta* Kahl par l'absence de soies latérales, par des macronuclei plus petits et plus nombreux et par l'existence de protrichocystes. Il diffère des diverses espèces d'*Hélicoprorodon* et de *Trachelocerca* par la conformation de la bouche, qui est

nettement plus complexe dans ces derniers genres voisins. En attendant des précisions concernant le *Chaenea robusta* de Kahl, que nous n'avons jamais eu l'occasion d'observer, nous préférons considérer l'espèce que nous venons de décrire comme étant nouvelle.

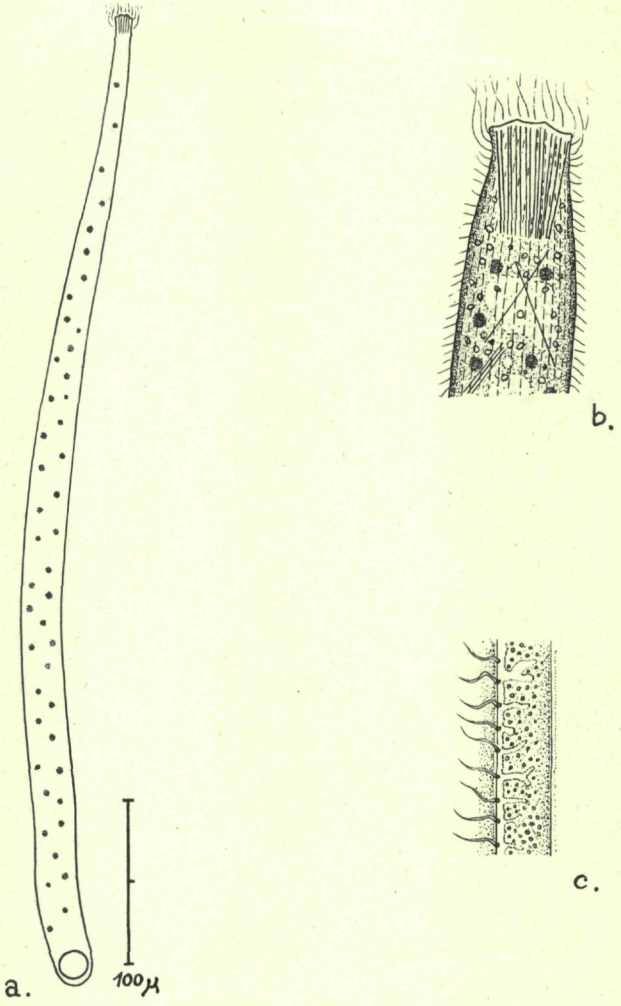

FIG. 37. — *Chaenea psammophila* n. sp.

a) Forme et taille de l'animal (quelques noyaux ont été représentés); b) partie antérieure montrant la bouche armée de trichites. le cytoplasme vacuolaire et quelques noyaux; c) structure plissée de la cuticule (animal semi-contracté) et protrichocystes intercinétiques.

Genre ENCHELYODON Clap. et Lachm., 1858

Ce genre assez important, surtout parmi les ciliés d'eau douce, n'est représenté dans le milieu mésopsammique que par deux espèces (dont une est nouvelle d'ailleurs) assez peu répandues et nullement caractéristiques du point de vue écologique.

Enchelyodon vacuolatus n. sp.

(fig. 38)

Cette nouvelle espèce a été rencontré, en 1951, dans un sable fin de l'Aber de Roscoff et n'a jamais été revue depuis.

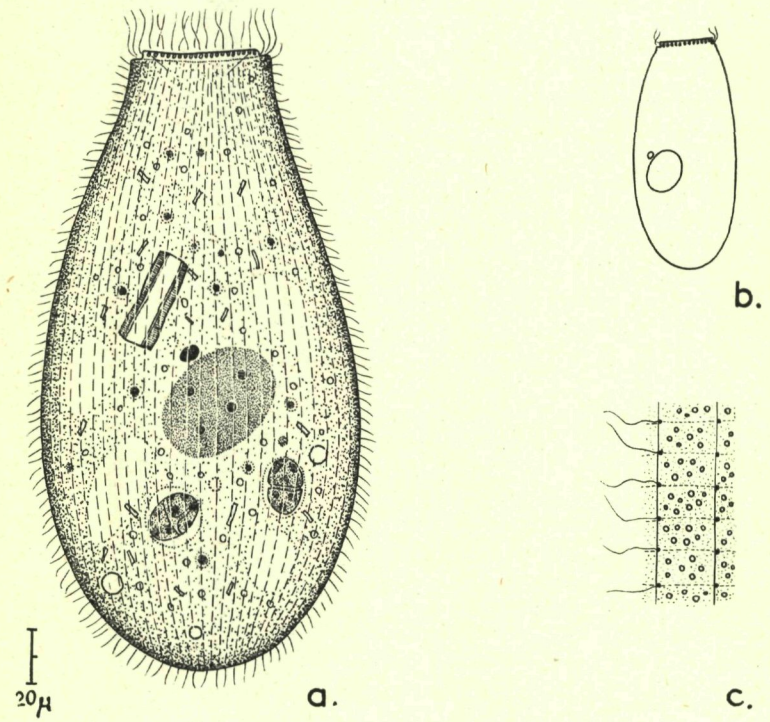

FIG. 38. — *Enchelyodon vacuolatus* n. sp.
a) Aspect général sur le vivant; b) schéma de l'appareil nucléaire (avec forme générale du corps différente); c) protrichocystes intercinétiques.

Ovalaire ou cylindrique, ce cilié gymnostome est entièrement recouvert de cinéties bipolaires, assez serrées, garnies de cils plutôt courts.

La bouche est apicale et constitue un large entonnoir s'ouvrant au sommet d'un plateau garni de petits trichocystes en navettes, assez réfringents (très différents des trichites ou trichocystes habituels du genre). Entre les cinéties, on peut observer de nombreux petits protrichocystes sphériques groupés en paquets au milieu de petits rectangles, limités par les stries ciliaires et des plis cuticulaires perpendiculaires à l'axe du corps.

L'appareil nucléaire est constitué par un gros macronucleus ovalaire (montrant des nucléoles assez volumineux), ainsi que d'un micronucleus adjacent. Le cytoplasme, assez vacuolaire et transparent, est encombré d'inclusions réfringentes, cristalloïdes et nombreux ingestas (Chryptomonadines, Dinnoflagellés et Diatomées). La taille est variable, mais généralement assez grande : 200 µ de moyenne (entre 100 et 230 µ). La nage est lente et accompagnée d'une rotation régulière autour de l'axe du corps du cilié. Nous n'avons pas pu observer, avec certitude, s'il existait une vacuole contractile, mais nous pensons qu'elle doit être absente.

Enchelyodon vacuolatus diffère considérablement de toutes les autres espèces du genre (trichocystes, vacuoles contractiles, noyaux) et il est difficile de le rapprocher de l'une ou l'autre des espèces déjà connues. Son aspect général et sa bouche nous semblent toutefois assez typique du genre (et le petit plateau buccal nous semble un argument suffisant pour ne pas le ranger dans le genre *Enchelys*).

Enchelyodon laevis Quennerstedt
(fig. 39)

Ce Cilié, dont la synonymie est longue et compliquée (il s'est appelé successivement *Lagynus crassicolis,* Maupas 1883, *Lagynus sulcatus* Grüber 1884, *Lagynus ornatus* Stokes 1893, *Enchelyodon striatus* Gour. et Roes. 1886, *Trachelocera sulcata* Kahl 1927, *Trachelocera laevis* Kahl 1930) est, en fait, un des ciliés marins les plus ubiquistes et ne se développe dans le mésopsammon qu'accidentellement (notamment, à Roscoff, lorsque dans les échantillons, il existe de nombreux *Strombidium,* nourriture favorite de ce prédateur). Nous avons pu obtenir d'énormes quantités en culture, à partir d'eau de mer, enrichie en petites espèces de ciliés divers, *Strombidium, Cyclidium,* etc...

Nos observations correspondent parfaitement aux descriptions des auteurs antérieurs. Nous ne comprenons toutefois pas la raison pour laquelle Kahl (1930) identifie ce cilié au genre *Trachelocerca,* dont les

caractéristiques génériques sont toutes différentes (sauf la contractibilité). En forme de bouteille, *Enchelyodon laevis* se caractérise par une bouche apicale assez étroite, bordée de cils plus longs et serrés et armée de trichites (dont la disposition apparaît assez complexe, après coloration par le Mallory). Les cinéties sont méridiennes et emprisonnent de

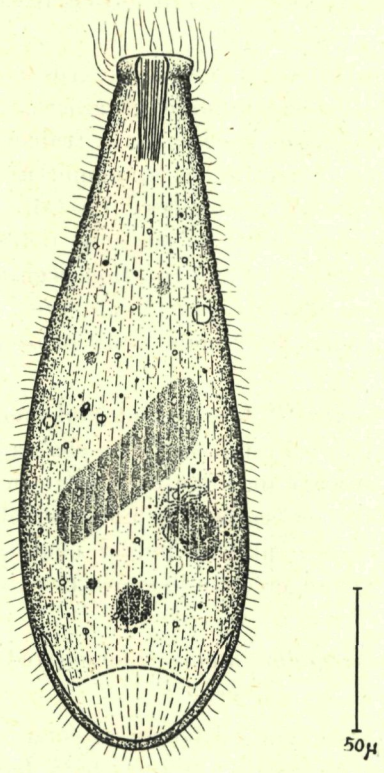

FIG. 39. — *Enchelyodon laevis* (Quennerstedt)
Aspect général, sur le vivant.

gros protrichocystes. L'appareil nucléaire est constitué par un macronucleus ovalaire, volumineux, montrant de nombreux nucléoles. Le micronucleus semble toujours absent (réaction nucléale de FEULGEN). La vacuole contractile est terminale et montre deux canaux collecteurs marginaux.

Famille des TRACHELOCERCIDAE, Kent, 1880.

Le genre *Trachelocerca* Ehrenberg 1840, le plus caractéristique parmi tous les genres de ciliés mésopsammiques était, ces dernières années encore, d'une complexité inextricable : mélange d'espèces, de genres différents, souvent insuffisamment décrites et, la plupart du temps, inutilisables pour une détermination convenable. Kahl (1930) a bien essayé de mettre un peu d'ordre dans cette complexité mais, pour une fois, il a plutôt compliqué davantage le problème, en incorporant au *Trachelocerca* des espèces de genre voisins ou en décrivant, de façon trop sommaire, des espèces nouvelles. Les caractères choisis par Kahl, pour réaliser la clef de détermination du genre sont souvent tout à fait mineurs et insuffisamment nombreux. Ce même auteur estimait souhaitable (1933) de subdiviser le genre en trois sous-genres. Dans ces conditions, Faure-Frémiet (1950) admet qu'une révision du groupe est devenue absolument nécessaire, tandis que Bock (1952) croit à la nécessité de la création d'une famille nouvelle, divisée en plusieurs genres (communication personnelle). Enfin, Fjeld (1954) affirme ne pas avoir pu se retrouver au milieu de toute une variété de formes, assez déconcertantes, défiant le système actuel de détermination (« quite defying the existing systematical system »). Remarquons, en passant, que Delphy (1939) avait, lui aussi proposé la subdivision des *Trachelocerca* en plusieurs genres, mais son étude, très superficielle, peut être négligée.

Au moment même où nous étions décidés de créer la famille nouvelle des *Trachelocercidae*, nous nous sommes aperçus que Saville Kent (1880-1882) avait créé une telle famille qui est tombée dans l'oubli par la suite. Nos idées sur ce groupe de ciliés ayant changé depuis 1880 nous respectons la priorité de Kent au sujet du nom de famille, mais nous sommes forcé d'en donner une diagnose nouvelle.

Dans ces conditions, nous avons essayé de réaliser cette révision complète des *Trachelocerca*. Ce travail fut long et difficile et l'ensemble que nous présentons aujourd'hui est loin d'être complet et nécessitera des retouches et des modifications ultérieures. En effet, et c'est là la difficulté principale, toutes les *Trachelocerca* se ressemblent, au point que la plupart des espèces sont impossibles à reconnaître sous la loupe binoculaire, ce qui entraîne l'obligation d'étudier à fond (avec coloration nucléaire, mesures et même parfois des préparations cytologiques)

tous les individus que l'on rencontre. Comme il arrive pour la plupart des ciliés nettement psammiques, on est mal informé concernant l'étendue de variabilité des principaux caractères systématiques adoptés, dont on ignore, en outre, la valeur réelle (car on ne sait pas encore cultiver isolément les espèces typiquement microporales, dont la fragilité est extrême).

Nous avons donc essayé de baser notre détermination sur le maximum de facteurs possibles en insistant, surtout, sur ceux d'entre eux qui nous ont semblé les moins variables : étendue de la zone glabre (lorsqu'il y en a une), nombre de cinéties, présence de trichites ou trichocystes, aspect de la terminaison caudale, type de noyaux. D'autres caractères : nombre des noyaux, forme générale, taille et type des protrichocytes semblent beaucoup plus sujets à caution.

Pour commencer, il nous a fallu débarrasser la nouvelle famille de toutes les espèces qui n'étaient manifestement pas à leur place. C'est ainsi que nous avons dû replacer dans le genre, originaire, *Holoprya* les trois espèces *Trachelocerca* (*Holophrya*) *coronata* de Morgan, *Trachelocerca* (*Holophrya*) *oblonga* Maupas, *Trachelocerca* (*Holophrya*) *maxima* v. Daday, mutées par Kahl (1930), sans aucune raison valable. Autre hôte indésirable, *Trachelocerca fusca* (Kahl 1928) devait être mutée suivant nous dans le genre *Spathidium*. Dernièrement, Fjeld (1954) ayant déjà rangé cette espèce dans le genre *Paraspathidium*, nous nous déclarons d'accord avec son interprétation (voir plus loin notre étude sur *Paraspathidium fuscum*). Enfin, dernier indésirable, *Trachelocerca laevis* Quennerstedt, assimilée par Kahl (1930) au genre qui nous occupe, devra, à notre avis, reprendre sa place (Gourret et Roeser 1886) dans le genre *Enchelyodon* (voir plus haut notre étude à ce sujet). Il est probable, pour finir, que *Trachelocerca conifera* Kahl n'a pas beaucoup à voir avec la famille que nous étudions, mais ne l'ayant pas étudié nous-même, nous nous abstenons pour le moment de tout changement.

Une fois le terrain déblayé, restent environ trente espèces de *Trachelocercidae* que nous allons diviser en trois genres : *Trachelocerca* Ehrenberg (genre type de la famille) *Trachélonema* n. gen. et *Trachelo-raphis* n. gen. que nous allons définir plus loin.

Diagnose nouvelle de la famille des Trachelocercidae Kent.

Ciliés marins de forme très allongée, extrêmement contractiles et généralement très fragiles. Proches des *Holophryidae*, les *Trachelocercidae* sont des ciliés Gymnostomes à bouche polaire apicale, souvent

armée de trichites ou trichocystes. Ils se distinguent des *Holophryidae* par plusieurs caractères importants : tendance à la symétrie bi-latérale, par disparition graduelle des cinéties, jusqu'à l'obtention d'cspèces ciliées sur un seul côté (ce qui n'existe chez aucune *Holophryidae*), contraction méridienne (non spiralée), avec plissement considérable de la cuticule, appareil nucléaire typique (proche de celui que nous connaissons chez les genres *Geleia* et *Loxodes*) dont les macronuclei sont Feulgen-négatifs.

Unité et évolution des Trachelocercidae : affinités et phylogénie.

En dépit de la grande différence qui sépare les espèces extrêmes du point de vue de leur ciliature, on constate dans la famille de *Trachelocercidae* une grande unité structurale, accompagnée d'une très spectaculaire évolution (presque orthogénétique) qui nous mène depuis les espèces à symétrie axiale et section circulaire qui sont uniformément ciliées, jusqu'aux formes très aplaties à symétrie bilatérale, ciliées uniquement sur l'une des faces. Tous les degrés de cette évolution peuvent être rencontrés chez une foule d'espèces et cette véritable « orthogenèse » peut être suivie pas à pas. D'autre part, si les *Trachelocercidae* que nous considérons les plus primitives, sont des ciliés indiscutablement très proches des *Holophryidae* (*Chaenea, Holophrya*), les termes extrêmes de cette évolution (tels les *Trachelonema*) en sont très éloignés sur le plan de la ciliature. L'aplatissement du corps et, parfois aussi, la symétrie bilatérale qui accompagnent la réduction du cinétome, nous font penser plutôt aux *Loxodidae* ou aux *Amphileptidae,* quoique la bouche soit restée de structure très primitive. Les *Trachelocercidae,* famille très riche et très commune dans le milieu interstitiel, constituent un étonnant exemple d'évolution très nettement polarisée. Nous devons reconnaître, toutefois, que nous ne voiyons pas, au début, en quoi l'acquisition de la structure dorso-ventrale, avec aplatissement considérable du corps, pouvait être considérée comme étant une adaptation intéressante à la vie dans le mésopsammon (nous devons même avouer qu'à notre avis, les formes filiformes, à section circulaire, nous semblaient plutôt mieux adaptées aux interstices d'un sable fin). Il faut remarquer toutefois que de très nombreux ciliés, typiquement mésopsammiques, montrent un très net aplatissement du corps, qui s'accompagne d'une ciliature réduite à l'une des deux faces seulement (on peut donc admettre que cette structure présente l'avantage d'une meilleure adhérence au support).

Sur le plan statistique aussi, les chiffres semblent donner raison à

notre manière de voir; en effet, le genre *Trachelocerca,* que nous considérons comme étant le plus primitif, est constitué par 9 espèces, dont certaines sont très communes partout. Le genre le plus évolué, par contre, compte seulement 3 espèces, toutes assez peu fréquentes. Enfin, le genre intermédiaire *Tracheloraphis,* compte environ 15 espèces qui sont, soit extrêmement communes, soit, au contraire, assez rares. Plus tard, lorsque nos connaissances sur les *Trachelocercidae* seront plus avancées, nous pourrons diviser le genre *Tracheloraphis* (véritable fouretout, pour le moment) en deux ou plusieurs genres, en nous basant sur des caractères autres que la réduction de la ciliature.

Genre TRACHELOCERCA Ehrenberg, 1840

Diagnose

Ce genre, type de la famille, se caractérise, d'après nous, par une ciliature complète (du type Holophryien) constituée de cinéties méridiennes. La section du corps est circulaire ou, plus rarement, elliptique. Comme tous les autres ciliés, typiquement mésopsammiques, les *Trachelocerca* sont des animaux fragiles, explosant facilement lorsqu'on les place entre lame et lamelle. Ces ciliés sont très fréquents dans les sables fins, marins ou même saumâtres.

Type du genre : *Trachelocerca entzi* Kahl.

Trachelocerca entzi Kahl

(fig. 40)

Quoique bien connue déjà dans les milieux les plus variés, *T. entzi* semble être absolument constante dans le sable. Signalée par Bock (1952) dans les sables de Kiel, *T. entzi* peut être trouvée assez facilement dans les sables saprobes de l'Aber de Roscoff. Les exemplaires observés par nous correspondent très exactement à la description et aux figures de Kahl (1930). Nous nous contenterons donc d'y ajouter quelques détails, obtenus grâce à des préparations cytologiques. Les colorations par le Mann, le Mallory et l'Hématoxyline ferrique nous ont montré une dualité dans la structure squelettique qui arme la bouche; en effet, cette dernière est constituée, tout d'abord, par une série de baguettes épaisses, curieusement recourbées (voir fig. 40*a*) et secondairement, par des trichites un peu plus courtes et assez fines (toxiques ?). Cette structure, si compliquée et si curieuse, n'est peut-être pas très rare chez les *Tra-*

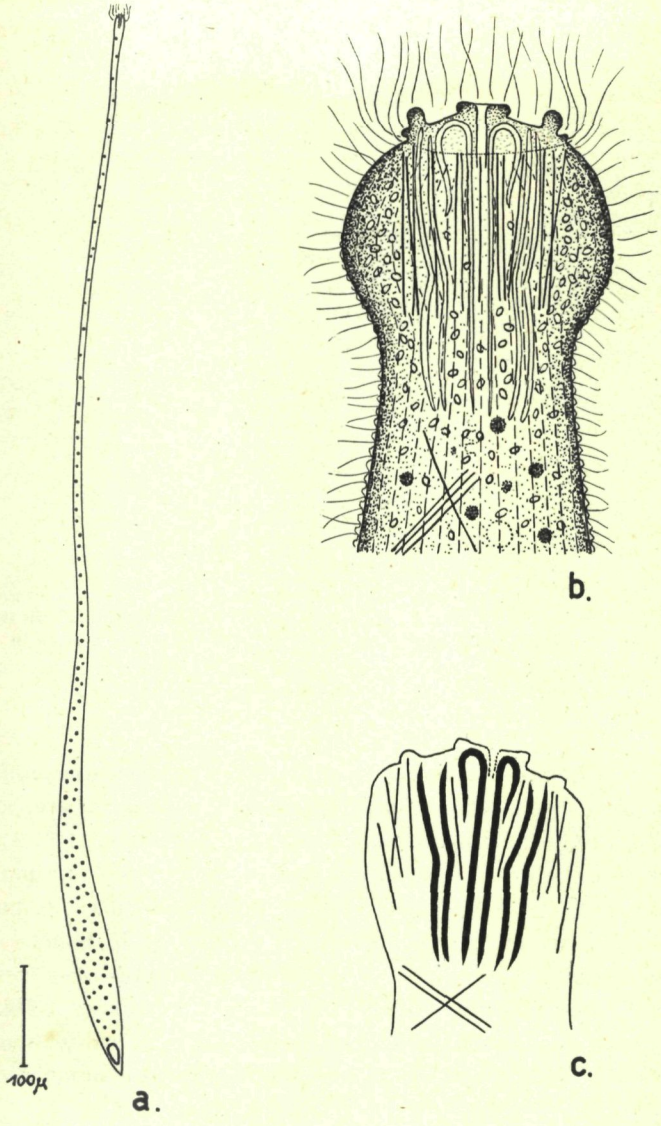

FIG. 40. — *Trachelocerca entzi* Kahl

a) Aspect général (très schématique) ; b) détail de la région buccale (demi-schématique) ; c) schéma des structures fibrillaires de la région buccale (coupes, coloration de Mann, Mallory et Hématoxyline ferrique).

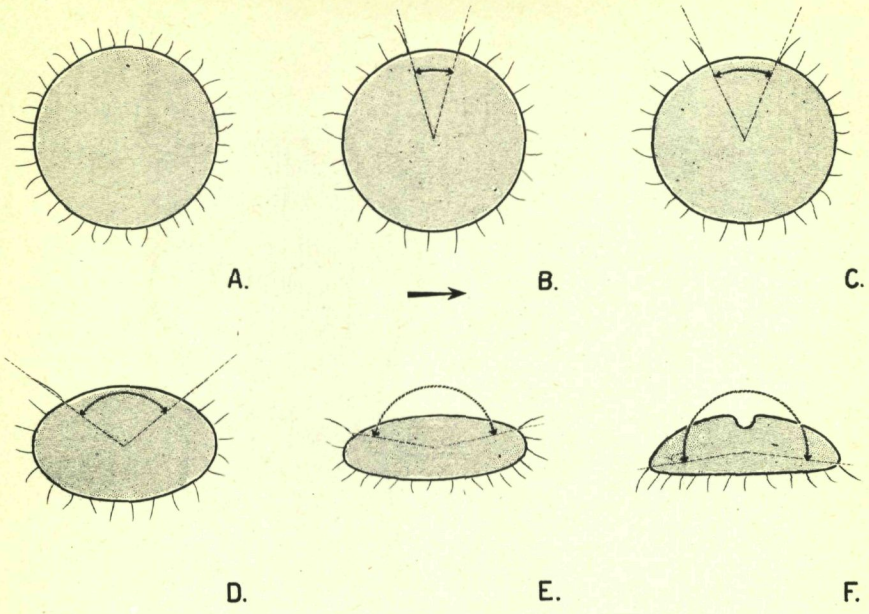

FIG. 41. — Evolution probable de la famille des *Trachelocercidae*
Tendance à l'applatissement du corps avec régression de la ciliature
(figures schématiques montrant la section transversale moyenne du corps)
A) genre *Trachelocerca*, B) *Tracheloraphis aragoi*, C) *Tracheloraphis incaudatus*,
D) *Tracheloraphis swedmarki*, E) *Tracheloraphis griseus*,
F) *Trachelonema grassei*.

chelocercidae (nous en avons vu chez d'autres espèces que nous étudierons plus loin), mais elle est difficile à mettre en évidence, surtout à causes des granules réfringents qui bourrent littéralement la « tête » de la plupart de ces ciliés. Les trichites sont visibles aussi par paquets, un peu partout dans le cytoplasme. En revanche, nous n'avons pas vu les « papilles », que décrit KAHL (1930) tout autour de la bouche (il s'agit probablement de la « pseudo-nasse », vue dans de mauvaises conditions). A Roscoff, *T. entzi* mesurait entre 200 et 900 µ tandis qu'à Banyuls, la taille moyenne était de moitié plus petite. Le nombre de macronuclei varie entre 150 et 200 tandis que les cinéties sont au nombre de 34 environ.

Trachelocerca tenuicollis Quennerstedt

(fig. 42 A)

Peu fréquente dans l'Aber de Roscoff, *T. tenuicollis* correspond assez bien à la description de KAHL (1930), mais sa taille est plus petite (170 à 200 µ contre 300 µ). La bouche est typique du genre : entonnoir

assez évasé montrant une petite échancrure ventrale. Très contractile, cette *Trachelocerca* est assez plate et transparente. Elle possède deux

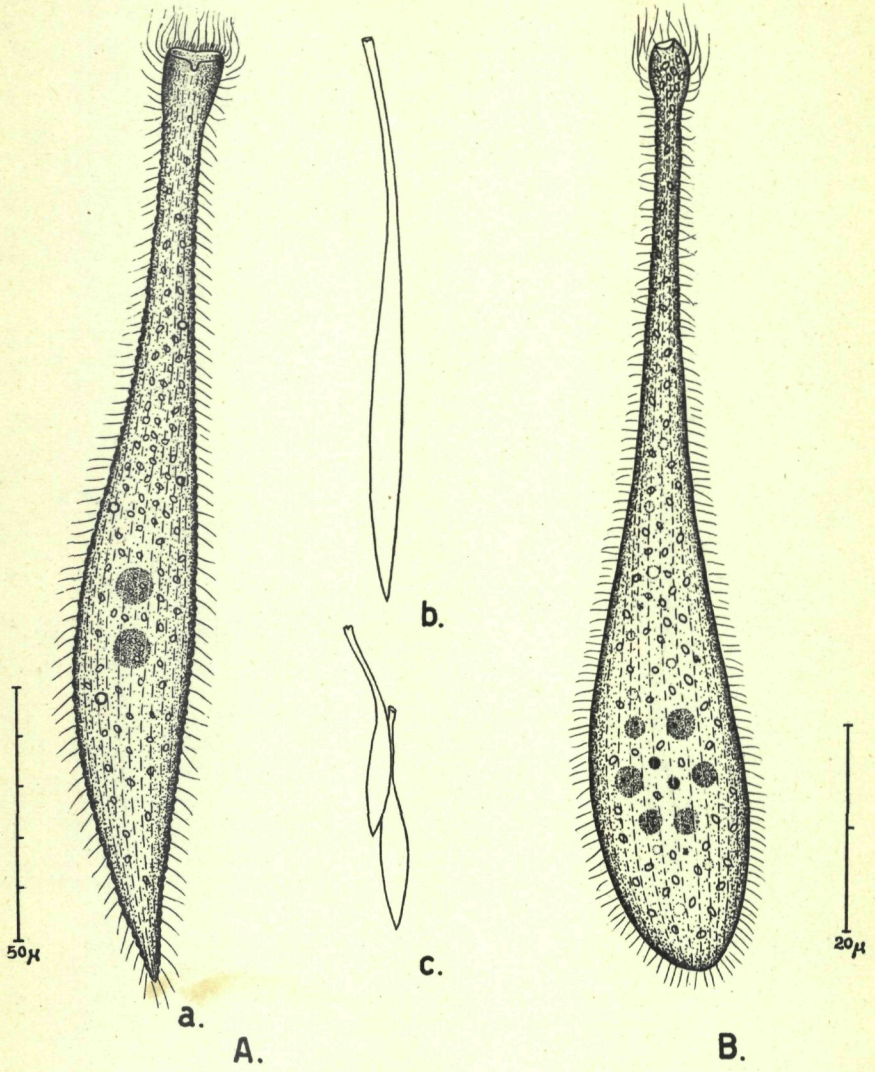

FIG. 42. — A) *Trachelocerca tenuicollis* Quenn.
a) aspect général, sur le vivant; b) extension moyenne (schématique); c) conjugants.
B) *Trachelocerca minuta* n. sp., aspect général, sur le vivant.

macronuclei, mais est dépourvue de vacuole contractile terminale (signalée par les auteurs antérieurs). La pointe caudale n'est pas très effilée et n'est pas recourbée latéralement.

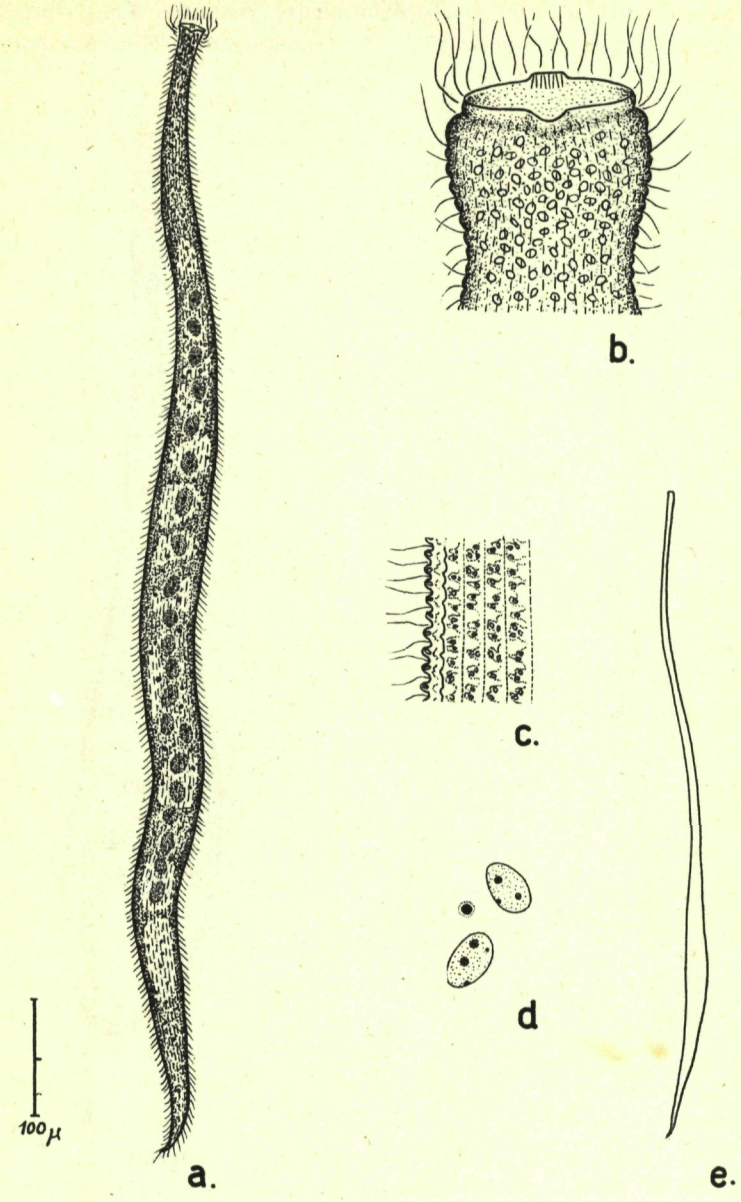

FIG. 43. — *Trachelocerca multinucleata* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) détail de la bouche; c) protrichocystes et plis intercinétiques; d) fragment d'appareil nucléaire (Réaction nucléale de FEULGEN), e) extension maxima (schématique).

Trachelocerca multinucleata n. sp.
(fig. 43)

Cette grande espèce (L. = 1 000 à 1 300 µ) était assez fréquente dans le sable fin de l'Aber de Roscoff. Elle rappelle beaucoup *Trachelonema fasciolata* Sauerbrey, mais s'en distingue par le fait qu'elle est uniformément ciliée (plus de cent cinéties). Le macronucleus est constitué par 20 à 24 éléments ovalaires très peu chromatiques. Le cytoplasme est extrêmement alvéolaire et vacuolaire et pratiquement incolore. La bouche, simple ouverture béante antérieure, est bordée de cils puissants et de quelques fins trichocystes, localisés au niveau d'une petite lèvre médiane. Les espaces intercinétiques sont garnis de fins protrichocystes à peu près incolores. *T. multinucleata* est très contractile et montre des plis cuticulaires (ectoplasmatiques ?) très apparents.

Trachelocerca gracilis Dragesco
(fig. 44 A)

Assez abondante dans les sables fins de la plage de Banyuls, cette nouvelle espèce se caractérise surtout par le fait que la presque totalité des individus observés contiennent d'énormes grains de sable, dont l'origine reste mystérieuse (il semble impossible de concevoir qu'ils aient pu être avalés). Elle est assez proche de la *T. coluber* Kahl, mais nous manquons, au sujet de cette dernière, de détails suffisamment précis pour être surs de cette identification. De toute manière, notre *T. gracilis* montre des trichocystes très typiques (cylindriques et insérés dans des plis cuticulaires), mais différents de ceux (très caractéristiques aussi) décrits par KAHL. Enfin, la pointe caudale est plus fine et recourbée légèrement de côté (droite et peu pointue chez *T. coluber*). *T. gracilis* est recouverte de 25 à 26 cinéties méridiennes, portant des cils assez longs. L'appareil nucléaire est constitué par 4 macronuclei et 2 micronuclei (le tout enfermé dans une capsule légèrement jaunâtre). La bouche est un entonnoir évasé, garni de longs cils ainsi que de protrichocystes ovalaires (tous ces protrichocystes explosent sous l'action des réactifs pour donner une sorte de gelée muqueuse). Le cytoplasme est assez vacuolaire et renferme des inclusions refringentes, des ingesta (Diatomées, ciliés *Remanella*) des mitochondries en haltères, etc. La taille varie de 700 à 1 200 µ.

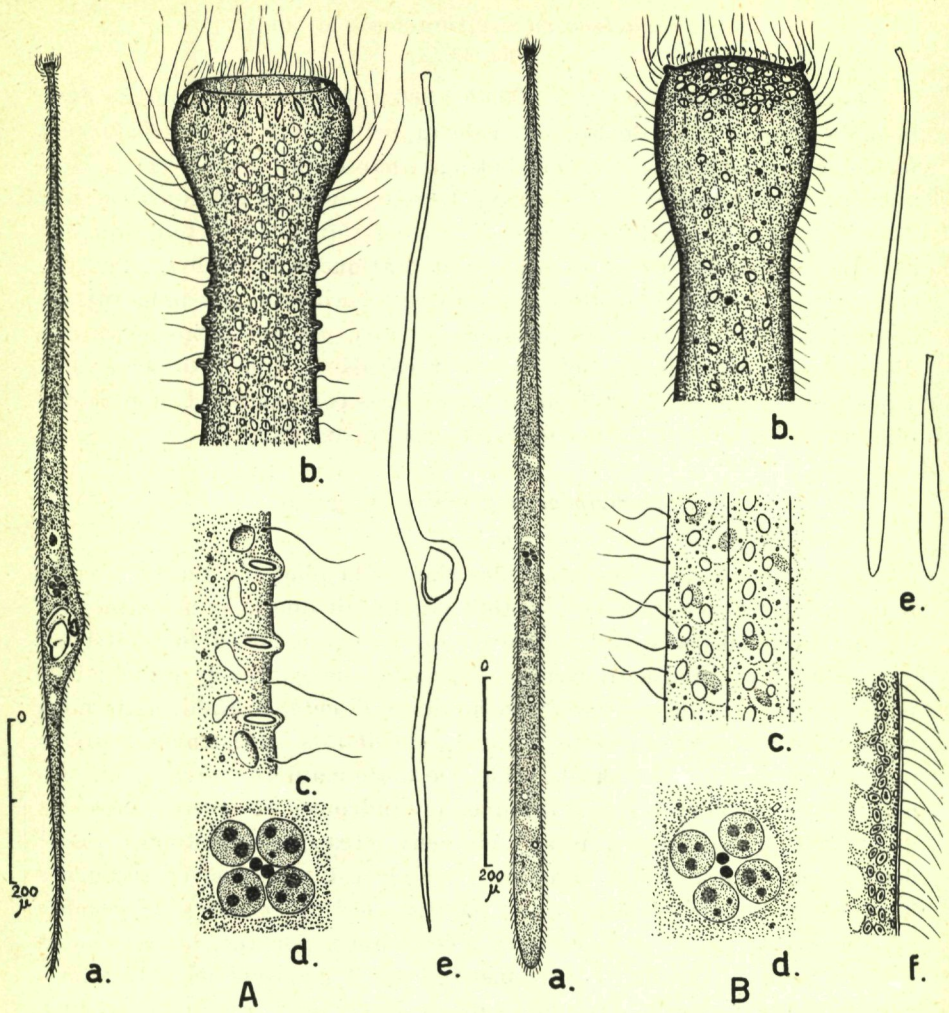

FIG. 44. — A) *Trachelocerca gracilis* Dragesco

a) Aspect général, sur le vivant; b) détail de la région buccale; c) détail des protrichocystes, vus en coupe; d) aspect de l'appareil nucléaire (vert de méthyle acétique); e) disproportion entre l'épaisseur moyenne du corps et la taille considérable des grains de sable ingérés (?).

B) *Trachelocerca geopetiti* Dragesco

a) Aspect général. sur le vivant; b) détail de la région apicale; c) dualité des protrichocystes intercinétiques (et inclusions ectoplasmatiques mystérieuses); d) appareil nucléaire (vert de méthyle acétique); e) extension et contraction maxima; f) protrichocystes et inclusions ovalaires, vus latéralement.

Trachelocerca lacrymariae Dragesco
(fig. 45 B)

Peu fréquente, cette nouvelle *Trachelocerca* a été vue à plusieurs reprises dans le sable fin de la plage de Banylus. Assez difficile à classer, car présentant des caractères panachés, *T. lacrymariae* montre un appa-

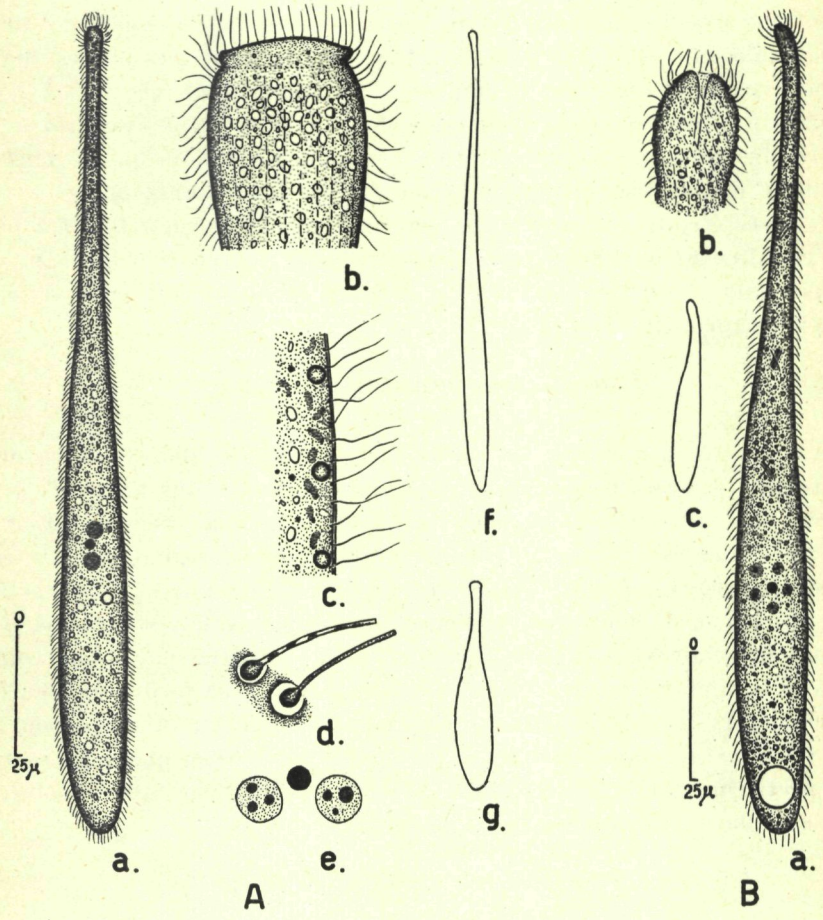

FIG. 45. — A) *Trachelocerca binucleata* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) détail de la partie apicale; c) détail des trichocystes globulaires; d) trichocystes après explosion; e) appareil nucléaire (vert de méthyle acétique); f) extension maxima; g) contraction maxima.

B) *Trachelocerca lacrymariae* Dragesco :
a) aspect général, sur le vivant; b) détail de la bouche; c) contraction maxima (schématique).

reil nucléaire et un ectoplasme plissé, du type *Trachelocerca*, tandis que les cinéties de la région buccale s'infléchissent légèrement en spirale, comme chez les *Lacrymaria* (toutefois, cette spiralisation ne s'accompagne pas d'une spécialisation de la partie apicale). Il existe aussi une vacuole pulsatile terminale (fait rare chez les *Trachelocerca*) disposée comme chez les *Lacrymaria*. Les cinéties, au nombre de 33 à 36, ne montrent pas de disposition spiralée (elles sont méridiennes sur tout l'ensemble du corps). Les espaces intercinétiques sont très plissés, mais dépourvus de protrichocystes (qui sont la règle générale chez les *Lacrymaria*). Les macronuclei, au nombre de 5, sont du type *Trachelocerca* (voir plus loin, pour la description cytologique), tandis que le micronucleus, unique, est du type habituel. La bouche est une simple ouverture assez étroite, suivie par un pharynx assez indistinct. Il n'y a pas de trichites ni de trichocystes. Le cytoplasme est chargé de granules refringents (réserves ?). La taille (très variable suivant contraction) atteint seulement 180 μ.

Trachelocerca geopetiti (1) Dragesco
(fig. 44*b*)

Assez fréquente dans les sables fins devant les laboratoires Arago (Banyuls) et assez proche de notre *T. gracilis* (voir plus haut), *T. geopetiti* est beaucoup plus grande (L = 1 000 à 1 800 μ), possède 50 cinéties méridiennes (contre 25 chez *T. gracilis*) et sa région caudale est large et arrondie. Enfin, dernière et curieuse particularité, *T. geopetiti* est littéralement bourrée de curieuses inclusions ovalaires superficielles (sous-cuticulaires). L'appareil nucléaire est constitué par 4 macronuclei et 2 micronuclei. Les cinéties ont tendance à se tordre un peu en spirale vers la bouche (qui est classique : simple entonnoir dépourvu de trichites) et emprisonnent les plis cuticulaires ainsi que deux sortes de protrichocystes : gros ovalaires jaunes et petits sphériques incolores. Le cytoplasme est vacuolaire et spumeux.

Trachelocerca schulzei (2) n. sp.
(fig. 46)

Espèce d'eau saumâtre, *Trachelocerca schulzei* n'est peut-être qu'une variété de la *T. gracilis*. Trouvée dans le sable saumâtre (à 4 % de chlorinité) d'une petite pièce d'eau du Canet, cette très filiforme *Trachelocerca* présente la même forme, le même appareil nucléaire et le

(1) Dédiée à G. Petit, professeur à la Sorbonne, zoologiste français.
(2) Dédié à E. Schulze, zoologiste allemand (Kiel).

même nombre de cinéties que *T. gracilis*. En revanche, la bouche est plus petite, la taille générale plus faible (1 : 650 µ) et les protrichocystes ont une forme plus ovalaire tout en étant plus petits et libres (non

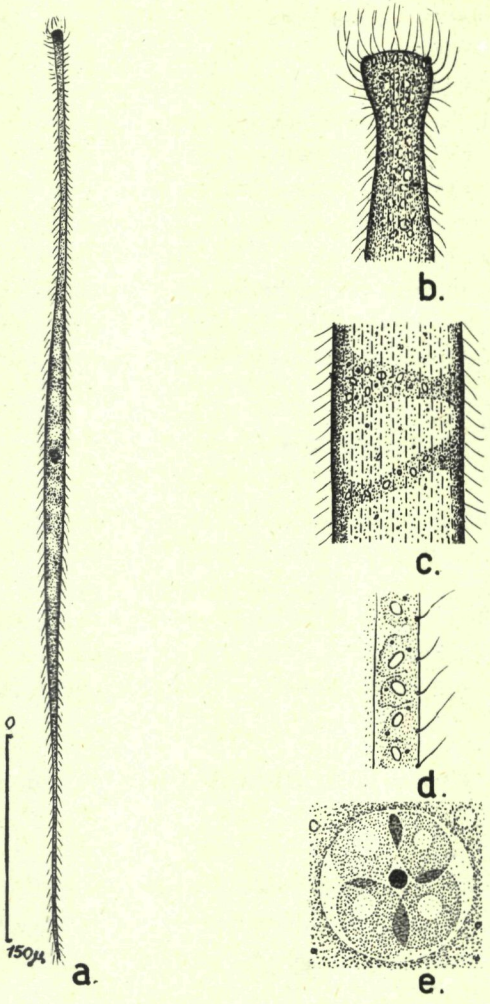

FIG. 46. — *Trachelocerca schulzei* n. sp. :
a) aspect général. sur le vivant; b) détail de la région antérieure; c) détail de la région moyenne du corps; d) protrichocystes intercinétiques; e) appareil nucléaire.

englobés dans des petits plis cuticulaires individuels). En outre, nous n'avons jamais vu des grains de sable intracytoplasmiques. Le cytoplasme est jaunâtre, encombré d'inclusions refringentes ovalaires, et très vacuolaire.

Trachelocerca binucleata n. sp.

(fig. 45 A)

Trouvée épisodiquement, dans le sable fin de la plage de Carantec (Finistère), *Trachelocerca binucleata* se distingue très aisément, de toutes les autres espèces du genre, par toute une série de caractères : forme assez arrondie postérieurement (en bouteille), cinéties méridiennes au nombre de 20 à 22, portant des cils longs assez serrés, trichocystes sphériques très réfringents (envacuolés) d'aspect brunâtre, éjectant, sous l'action du vert de méthyle acétique, un assez long filament, macronucleus double (du type *Trachelocerca*) englobant un micronucleus sphérique volumineux. Entre les cinéties on aperçoit les plis cuticulaires peu apparents, ainsi que des protrichocystes très fins. La bouche est assez grande, frangée de forts cils serrés et ne montre pas de différenciation particulière. Le cytoplasme est bourré d'inclusions. Longueur = 130 à 190 μ.

Trachelocerca minuta n. sp.

(fig. 42 B)

Trouvée dans le sable fin de l'Aber de Roscoff, cette très petite espèce (L = 80 à 110 μ) se montre très nettement caractérisée par sa forme en massue, élargie et arrondie postérieurement (mais avec un « cou » très grêle). La bouche est très simple et l'appareil nucléaire est constitué par six macronuclei et deux micronuclei. Les cinéties (nombre non déterminé) sont méridiennes et n'emprisonnent pas de protrichocystes.

Genre TRACHELORAPHIS n. gen.

Diagnose

Ce nouveau genre riche en espèces, généralement très répandues, est constitué soit par les ciliés qui étaient autrefois classés dans le genre *Trachelocerca* soit par des espèces nouvelles. En vérité, le genre *Tracheloraphis* est un genre hétérogène, comportant toutes les espèces qui ne peuvent être classées dans les deux genres extrêmes de l'évolution des *Trachelocercidae*. Il s'agit donc d'infusoires très allongés mais à ciliature réduite et montrant une tendance à l'aplatissement du corps. Les cinéties ne sont jamais *localisées* sur l'une des faces, mais limitent seulement une zone glabre dont l'étendue est toujours inférieure à l'étendue de la zone ciliée. Type du genre *Tracheloraphis phoenicopterus* (Cohn.).

Tracheloraphis (Trachelocerca) phoenicopterus (Cohn.)

(fig. 47)

Ce cilié, un des plus communs dans les eaux marines saprobes, est aussi très fréquent dans les sables riches en matières organiques. Ren-

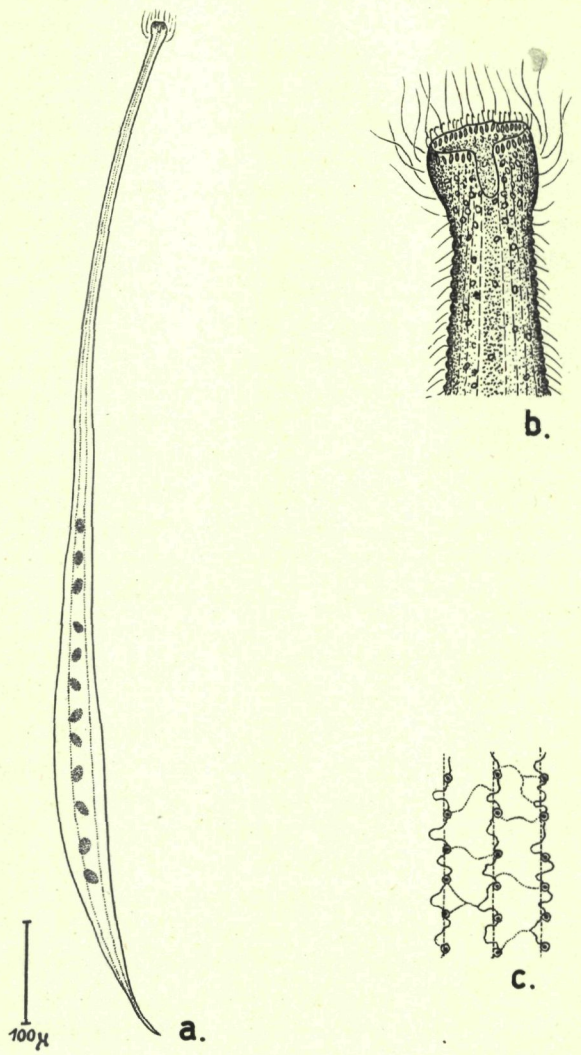

FIG. 47. — *Tracheloraphis phoenicopterus* (Cohn) :
a) aspect général, sur le vivant (schématique); b) détail de la partie antérieure; c) détail du cinétome (argyrome, cinétosomes, cinéties) d'après une imprégnation à l'argent.

contré aussi par Bock, dans les sables de la région de Kiel, *T. phoenicopterus* semble donc avoir une distribution très large. Il est donc possible que des espèces comme *Trachelocerca entzi* et *Tracheloraphis phoenicopterus* soient très anciennes, car elles sont peu spécifiques du point de vue écologique. En revanche, la plupart des autres espèces de la famille sont exclusivement mésopsammiques (d'où une évolution incontestable qui est allée de pair avec une modification morphologique, peut être adaptive, mais dont le sens exact nous échape).

T. phoenicopterus ayant été extrêmement étudiée (Grüber, 1884; Lebedew, 1909; de Morgan, 1926; Calkins, 1902, etc.), il est inutile de nous y attarder. Toutefois, pour éviter des recherches bibliographiques à nos lecteurs, nous décrivons cette espèce, en peu de mots : cilié de grande taille (300 à 1 600 µ) très contractile, *T. phoenicopterus* se caractérise par ses macronuclei ovalaires, au nombre de 4 à 12 (en moyenne) et dont la structure, assez particulière, est bien connue (Lebedew, de Morgan), sa bouche en entonnoir disymétrique (montrant une échancrure profonde médiane), les cinéties méridiennes, au nombre de 20 environ (imprégnation argentique), la zone non ciliée assez large (correspondant à environ 4 cinéties), etc. Par ailleurs, *T. phoenicopterus* présente des trichocystes péribuccaux en forme de navettes, des plis cuticulaires très apparents garnis de fins protrichocystes, ainsi qu'une extrémité terminale recourbée en forme de bec (vers la droite, si l'on regarde le cilié dirigé avec la face glabre vers soi).

Tracheloraphis (Trachelocerca) aragoi (Dragesco)

(fig. 48)

Assez peu fréquent dans les sables fins de la plage de Banyuls, *Tracheloraphis aragoi* se différencie très nettement de toutes les autres espèces du genre par plusieurs caractères particuliers : la zone non ciliée est étroite (correspondant à environ deux cinéties) et emprisonne des éléments vacuolaires (inclusions ?) superficiels, de forme discoïde, de couleur vert-clair (nous ignorons la nature de ces étranges inclusions), les espaces intercinétiques sont garnis d'amas réguliers de très forts trichocystes (ou protrichocystes) très allongés et faisant hernie dans des plis cuticulaires particuliers (il existe, en outre, des protrichocystes normaux, très petits, répartis uniformément). Les macronuclei, au nombre de six et enfermés dans une capsule, emprisonnent de grands et curieux cristalloïdes géométriques transparents. Par ailleurs, le nombre des cinéties atteint 26 à 28, la bouche est du type habituel (entonnoir évasé garni de trichocystes ovalaires) tandis que la ter-

minaison caudale est pointue et recourbée latéralement. Très contractile, *T. aragoi* est un cilié de grande taille (L = 1 500 µ) et de couleur légèrement jaunâtre.

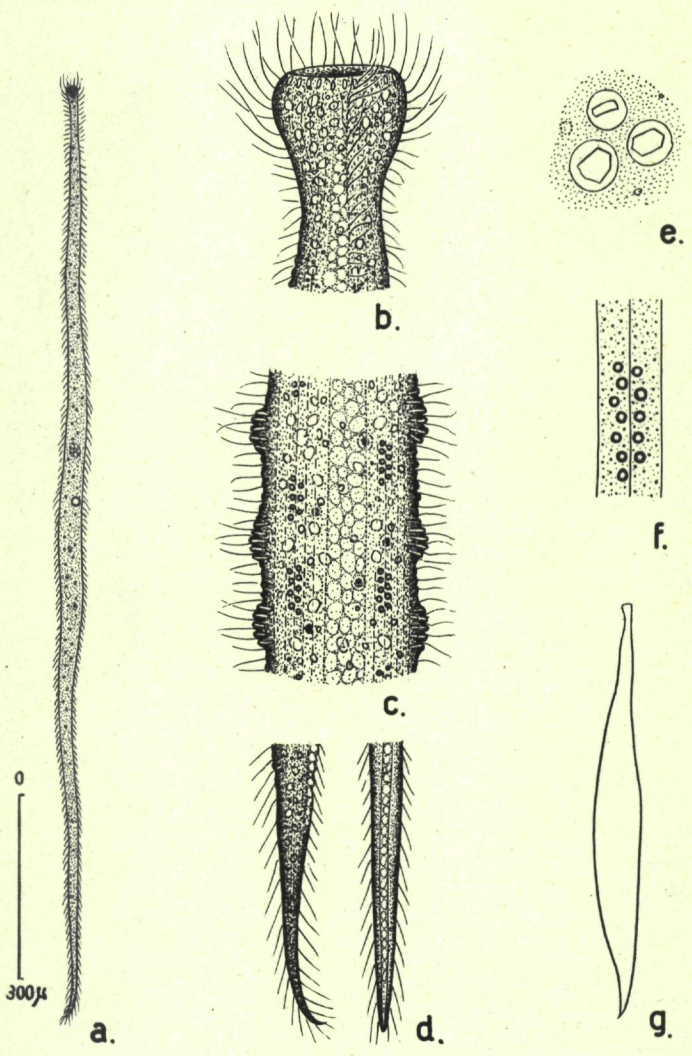

FIG. 48. — *Tracheloraphis aragoi* (Dragesco) :
a) Aspect général, sur le vivant; b) détail de la partie antérieure; c) détail de la région moyenne du corps (sur le vivant), d) détail de la région caudale (de face et de profil); e) crilstalloïdes intranucléaires (sur le vivant); f) protrichocystes intercinétiques (dualité); g) contraction maxima.

Tracheloraphis remanei n. sp. (1)

(fig. 49 A)

Très difficile à étudier, à cause de sa grande fragilité (cytolise instantanée au contact du verre) *T. remanei* est une grande espèce

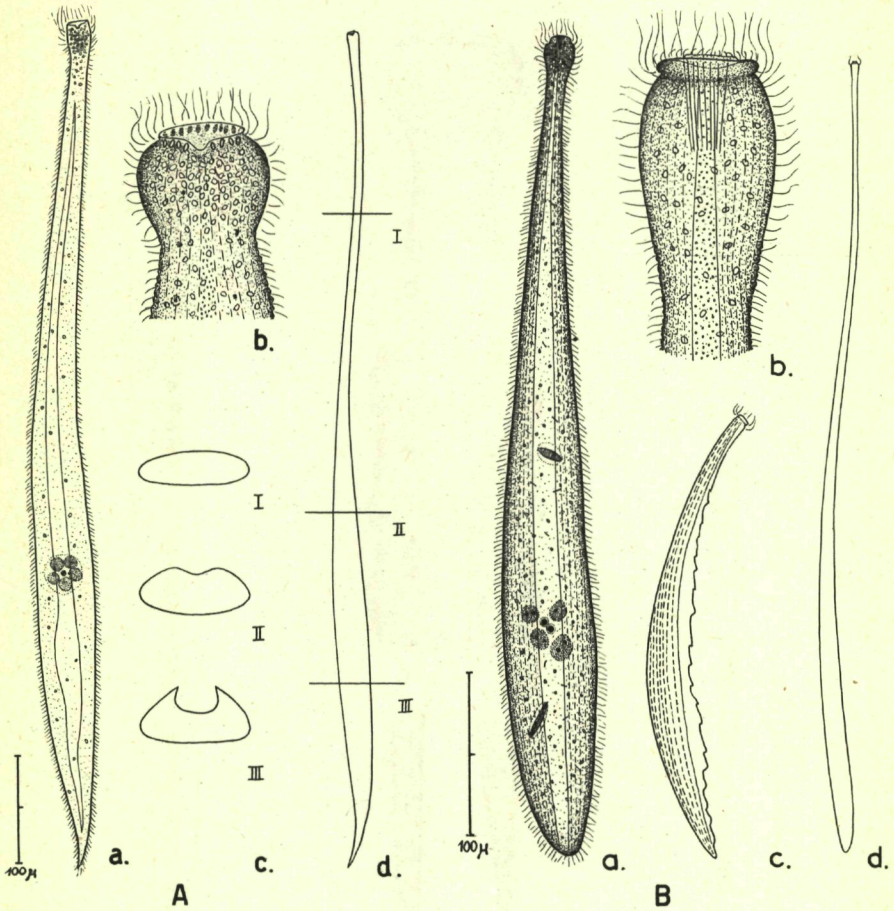

FIG. 49. — A) *Tracheloraphis remanei* n. sp.

a) Aspect général, sur le vivant; b) détail de la région apicale; c) vues schématiques de la section transversale du corps à divers niveaux (I : antérieur, II : médian, III : postérieur); d) extension maxima (avec indication des régions figurant dans les coupes, I, II et III).

B) *Tracheloraphis prenanti* n. sp. :

a) aspect général, sur le vivant; b) détail de la région apicale (sur le vivant); c) contraction assymétrique; d) extension maxima.

(1) Dédiée au Prof. A. REMANE, zoologiste allemand (Kiel).

(L = 1 000 µ) trouvée dans le sable fin de l'Aber de Roscoff. Détail assez caractéristique, *T. remanei* montre une zone glabre, ayant tendance à se creuser en gouttière évasée dans la région du cou, tandis qu'elle se referme ensuite pour constituer un véritable pli dans la région médiane. De forme assez massive et de couleur brune (inclusions) cette nouvelle *Trachelorаphis* possède une bouche de taille moyenne garnie de trichocystes ovalaires refringents. L'appareil nucléaire est enfermé dans une capsule centrale et comporte 5 à 6 macronuclei et un nombre indéterminé de micronuclei. Les cinéties méridiennes (dont le nombre n'a pas pu être déterminé) emprisonnent des protrichocystes assez fins. L'extrémité caudale est pointue et recourbée.

Tracheloraphis drachi (1) n. sp.
(fig. 50 B)

Très fréquente dans le sable hétérogène et un peu vaseux du fond de l'Aber, ainsi qu'à la place « 3 » de SWEDMARK, cette nouvelle espèce ne correspond à aucune des espèces décrites par KAHL (1930, 1933 et 1935). Cilié de grande taille (L = 1 300 à 2 000 µ) *T. drachi* se caractérise par sa couleur brun-clair ou jaune, sa forme un peu ventrue mais effilée postérieurement (région caudale pointue mais courte et large), son amas de 12 macronuclei et 2 à 5 micronuclei, enfermés dans une grosse capsule centrale, sa large zone glabre, ses 28 à 30 cinéties, légèrement spiralées, la dualité de ses protrichocystes, les uns gros, très réfringents et ovalaires (explosant sous l'action du vert de méthyle acétique pour donner un mucilage) et les autres, très fins et transparents. La bouche est un entonnoir simple, dépourvu de trichocystes.

Tracheloraphis (Trachelocerca) incaudatus (Kahl)
(fig. 50 A)

Cette espèce, trouvée dans le sable fin de l'Aber, est probablement assimilable à la *T. incaudata* de KAHL (1933). En fait, nous constatons quelques différences entre nos observations et la description, très sommaire, de l'auteur allemand. La plus importante concerne l'appareil nucléaire, qui est constitué par 6 macronuclei et 2 micronuclei, enfermés dans une capsule (un seul macronucleus volumineux, d'après KAHL (1935) mais, en fait, cet auteur ne dit pas un mot de l'appareil nucléaire, dans sa description de 1933, tandis que sa figure semble indiquer l'existence de plusieurs macronuclei). La bouche est du type habituel et son

(1) Dédiée au Prof. P. DRACH, zoologiste français.

ouverture est bordée de trichocystes en navettes. La zone non ciliée est étroite (d'une largeur correspondant à la valeur de 4 cinéties environ) et renferme de gros protrichocystes réfringents (d'où la couleur brunâtre

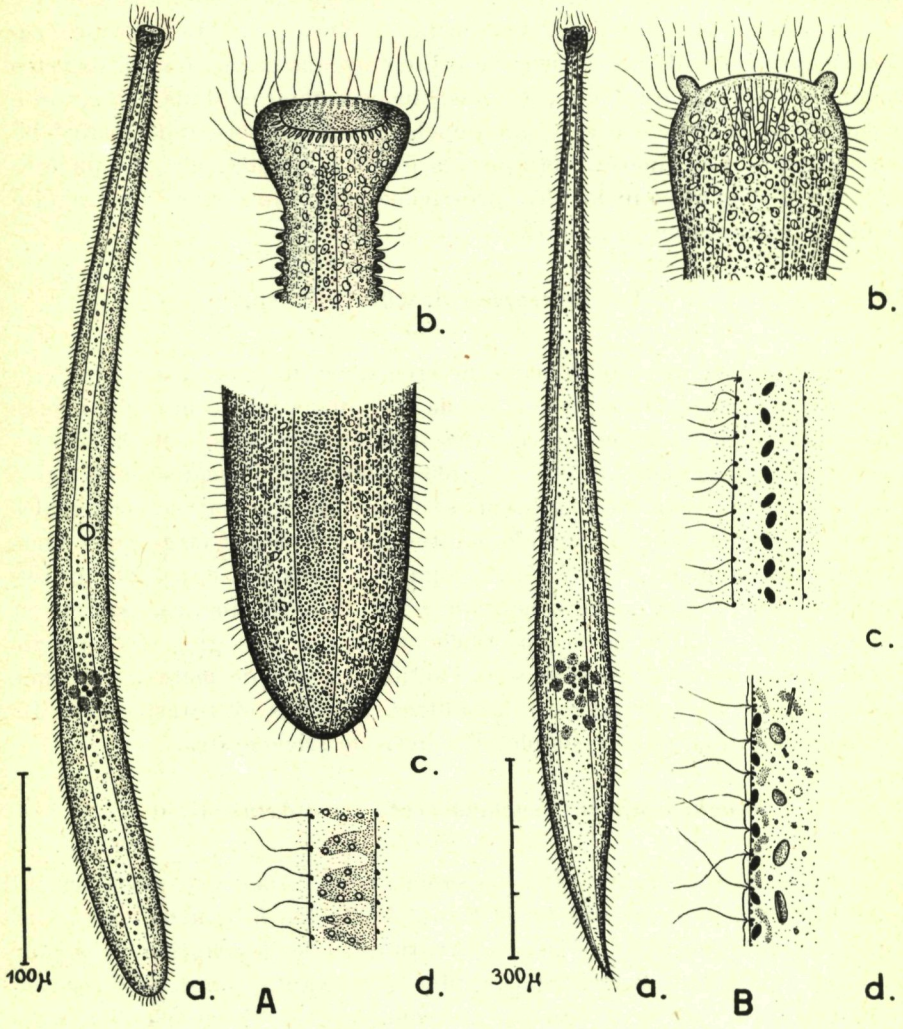

FIG. 50. — A) *Tracheloraphis incaudatus* (Kahl) :
a) Aspect général, sur le vivant; b) détail de la bouche (sur le vivant); c) détail de la région terminale; d) protrichocystes intercinétiques et plis cuticulaires.

B) *Tracheloraphis drachi* n. sp. :
a) Aspect général, sur le vivant; b) détail de la région apicale; c) dualité des protrichocystes (gros, ovalaires, bruns et petits, incolores); d) les mêmes vus de profil.

du cilié). Ces mêmes protrichocystes garnissent aussi les plis cuticulaires, que l'on aperçoit entre les 32 cinéties méridiennes. De taille moyenne (L = 400 à 650 µ), *T. incaudatus* est arrondi postérieurement et semble très fragile. Le cytoplasme est très chargé en inclusions diverses.

Tracheloraphis (Trachelocerca) fasciolatus (Sauerbrey)

(fig. 57)

Assez facile à reconnaître grâce à sa grande taille (L = 1 000 à 2 200 µ) et sa couleur brune, *T. fasciolatus* est commun dans les sables fins (Sauerbrey, 1928; Kahl, 1935; Bock, 1952, etc.). Nous la rencontrons périodiquement dans le mésopsammon de la région de Roscoff. La description de Sauerbrey (1928) étant pratiquement inutilisable, il faut se référer à Kahl (1935) pour avoir quelques détails morphologiques précis. Nous pensons donc qu'il est préférable d'en donner ici une nouvelle description, très succincte : assez massive, mais pouvant s'allonger considérablement à l'occasion, *T. fasciolatus* possède un appareil nucléaire assez proche de celui de la *T. phoenicopterus* : 16 à 20 macronuclei ovalaires (une douzaine d'après Kahl), accompagnés par d'assez nombreux micronuclei sphériques. Le nombre des cinéties est très grand (44 à 58, suivant les cas) et les protrichocystes (qui sont intercinétiques ou garnissent, uniformément, la zone glabre qui n'est pas très large) sont de couleur brune ou noirâtre. Ils explosent sous l'action du vert de méthyle acétique. La bouche est un simple entonnoir (nous n'avons pas vu de trichocystes, mais les observations sont rendues très difficiles par les nombreuses inclusions refringentes qui remplissent complètement la « tête » de l'animal). Au moment de la contraction, qui est très violente, le cilié se courbe « en banane », car la zone non ciliée est dépourvue de myonèmes. Le cytoplasme est très vacuolaire et renferme des inclusions et des ingesta.

Tracheloraphis teissieri (1) n. sp.

(fig. 51)

Cette belle espèce, trouvée dans le sable fin de l'Aber de Roscoff, mesure entre 500 et 900 µ et sa forme est extrêmement effilée. L'appareil nucléaire rappelle celui du *T. fasciolatus* (18 à 21 macronuclei, ovalaires ou sphériques, et 6 à 8 micronuclei). *T. teissieri* s'en distingue facilement par sa minceur, son petit nombre de cinéties (9 à 10 au lieu d'une cinquantaine) et sa couleur jaune paille (due à des protricho-

(1) Dédiée au Prof. G. Teissier, directeur du Laboratoire de Roscoff.

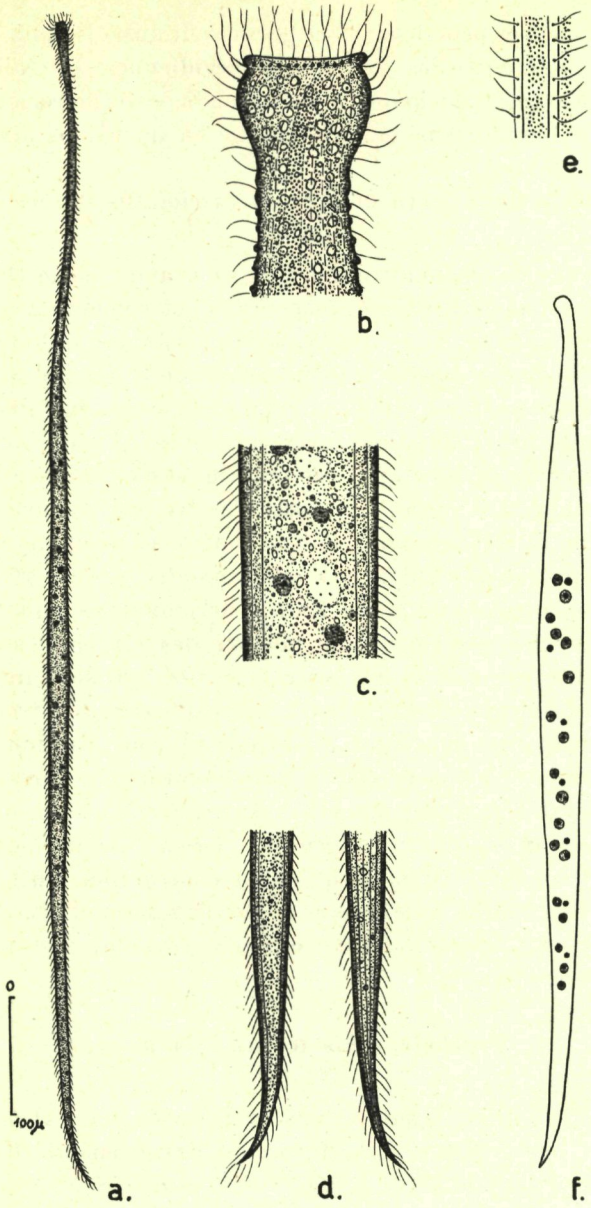

FIG. 51. — *Tracheloraphis teissieri* n. sp. :
a) Aspect général, sur le vivant; b) détail de la région apicale; c) détail de la région moyenne du corps (montrant l'étendue de la zone non-ciliée); d) détail de la pointe caudale; e) protrichocystes intercinétiques; f) appareil nucléaire (FEULGEN)

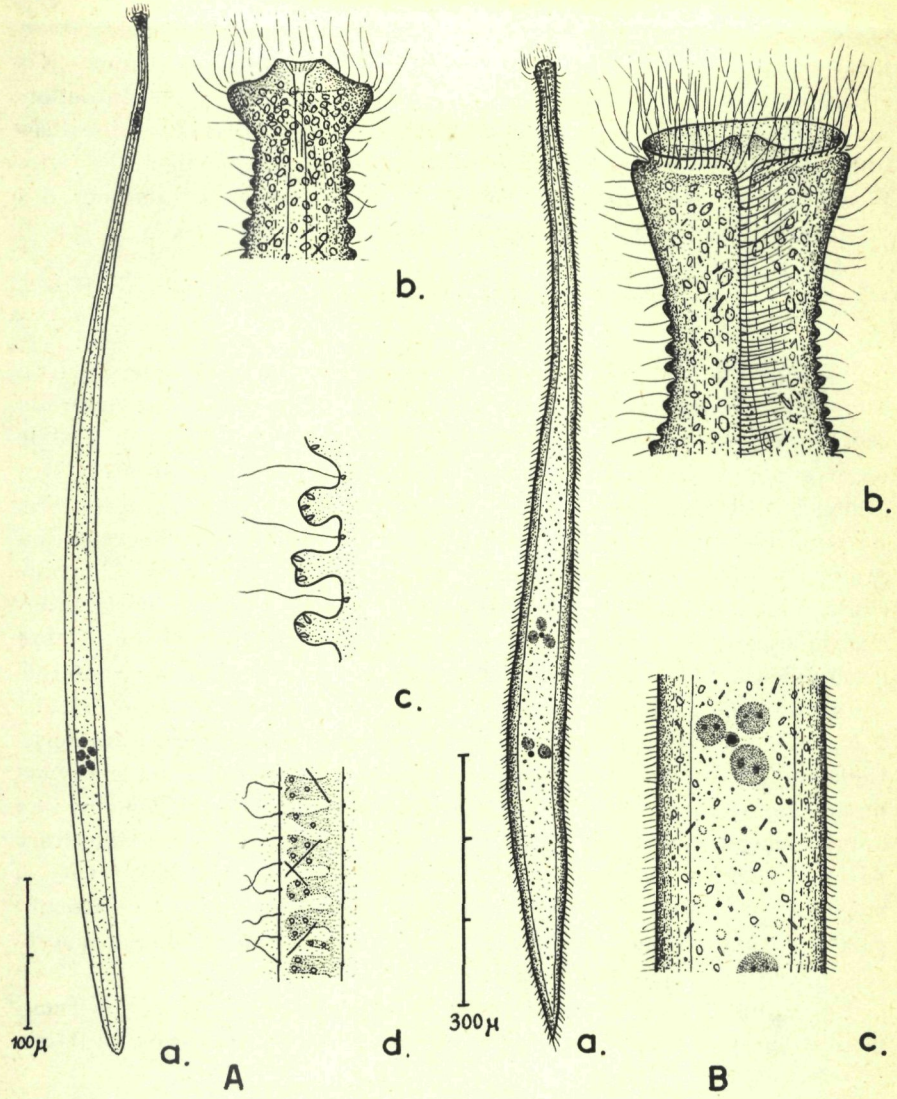

FIG. 52. — A) *Tracheloraphis gracilis* n. sp. :
a) Aspect général sur le vivant (schématique) ; b) détail de la région apicale ; c) plis ectoplasmatiques à protrichocystes ; d) protrichocystes et bâtonnets intercinétiques.

B) *Tracheloraphis hyalinum* n. sp. :
a) Aspect général, sur le vivant ; b) détail de la région buccale ; c) détail de la région moyenne du corps (sur le vivant).

cystes, brunâtres, très petits et sphériques). La zone glabre est assez large et garnie des même protrichocystes bruns. La pointe caudale est effilée et recourbée latéralement. La bouche est un simple entonnoir apical évasé dépourvu de trichocystes. Les myonèmes étant localisés uniquement sur la face ciliée, la contraction est asymétrique. Le cytoplasme est transparent, mais chargé en inclusions diverses (dont des cristalloïdes aux formes géométriques).

Tracheloraphis prenanti (1) n. sp.

(fig. 49 B)

Trouvée dans le sable fin de l'Aber de Roscoff, ainsi que dans un échantillon d'eau saumâtre de la région de Banyuls, cette nouvelle espèce est assez variable, mais peut être décrite comme suit : de grande ou très grande taille (L = 400 à 2 000 µ) la forme du corps est très allongée (filiforme) avec un cou effilé et une pointe caudale recourbée. La bouche est un simple entonnoir garni de quelques trichocystes (ou protrichocystes) ovalaires. La zone glabre est étendue et entraîne une contraction asymétrique. Elle est recouverte, ainsi que les espaces intercinétiques, par des protrichocytes ovoïdes, assez réfringents. Le nombre de cinéties semble varier entre 20 et 25. L'appareil nucléaire, enfermé dans une zone capsulaire, comporte six à huit macronuclei, ainsi que 2 à 3 micronuclei sphériques (les macronuclei ont l'aspect caractéristique du genre et sont presque entièrement dépourvus d'acide thymonucléique). Cette espèce, que nous considèrons comme évoluée, montre un aplatissement sensible du corps (de sorte que la zone ciliée est constituée par une surface presque plane, d'où peut-être meilleure adhérence au substrat). Ce cilié est assez contractile (cuticule plissée) et très transparent. Le cytoplasme est très vacuolaire et contient de nombreux ingesta (Flagellés) ainsi que des inclusions variées.

Certains individus (variétés ?) possèdaient 14 à 17 cinéties seulement ainsi que des protrichocystes de deux types (assez gros, ovalaires et très fins, incolores).

Tracheloraphis hyalinum n. sp.

(fig. 52 B)

Cette grande espèce (L = plus de 1 500 µ) est assez proche de *T. prenanti,* mais s'en différencie par toute une série de caractères : elle est plus massive, sa terminaison caudale est plus large et non recour-

(1) Dédiée au Prof. M. PRENANT, biologiste français.

bée, son appareil nucléaire est constitué par 5 éléments macronucléaires et deux micronuclei (qui ne semblent pas être enfermés dans une capsule), les protrichocystes intercinétiques sont d'une extrême finesse et très difficilement visibles. Elle diffère aussi du *T. phoenicopterus* par sa zone glabre plus large, son appareil nucléaire réduit et sa pointe caudale massive. La structure de la bouche a pu être étudiée avec plus de détails que d'habitude (les granules réfringents, qui sont généralement accumulés dans cette région, n'étaient pas très denses dans ce cas particulier) : il s'agit d'une petite ouverture, en entonnoir, qui s'ouvre au milieu d'une sorte de coupe évasée bordée tout autour par une frange de longs cils, issus d'une gouttière qui borde le bourrelet apical. Une échancrure médiane se détache du bord de la coupe évasée pour se raccorder avec les cinéties extrêmes de la zone glabre, qui portent des cils très longs et serrés (surtout sur le côté droit). Une différenciation particulière, des cils bordant la zone glabre a été décrite par KAHL (1930, 1933, 1935) pour plusieurs espèces et constitue, d'après nos propres observations soit un allongement des cils (qui deviennent raides) soit un accroissement de leur densité. La bouche de *T. hyalinum* est sûrement dépourvue de trichites ou de trichocystes. Le cytoplasme est incolore et emprisonne quelques inclusions (dont des cristalloïdes). *T. hyalinum* est peu fréquent dans les sables fins de Roscoff.

Trachelorаphis swedmarki (1) sp.
(fig. 53 A)

Assez proche de *T. incaudatus* Kahl cette nouvelle espèce s'en distingue surtout par sa bouche, d'une structure très différente : entonnoir plus petit et moins évasé, entouré par des cils de deux types (longs et flexueux et courts et très recourbés) et armée par des trichites, ainsi que par le nombre de ses cinéties (12 à 13 contre une trentainee). *T. swedmarki* a été trouvé dans les sables fins de l'Aber de Roscoff et sa teinte générale est brune. Arrondie postérieurement, (comme *T. incaudatus*) cette nouvelle espèce possède une zone glabre assez étroite, garnie (comme les espaces intercinétiques plissés) de protrichocytes noirâtres (par suite de l'existence d'une zone glabre, la contraction est asymétrique, comme chez la plupart des *Trachelocercidae* de ce type). L'appareil nucléaire est constitué par quatre macronuclei et deux micronuclei qui ne semblent pas enfermés dans une capsule. La taille varie entre 400 et 800 µ.

(1) Dédiée à B. SWEDMARK, zoologiste suédois.

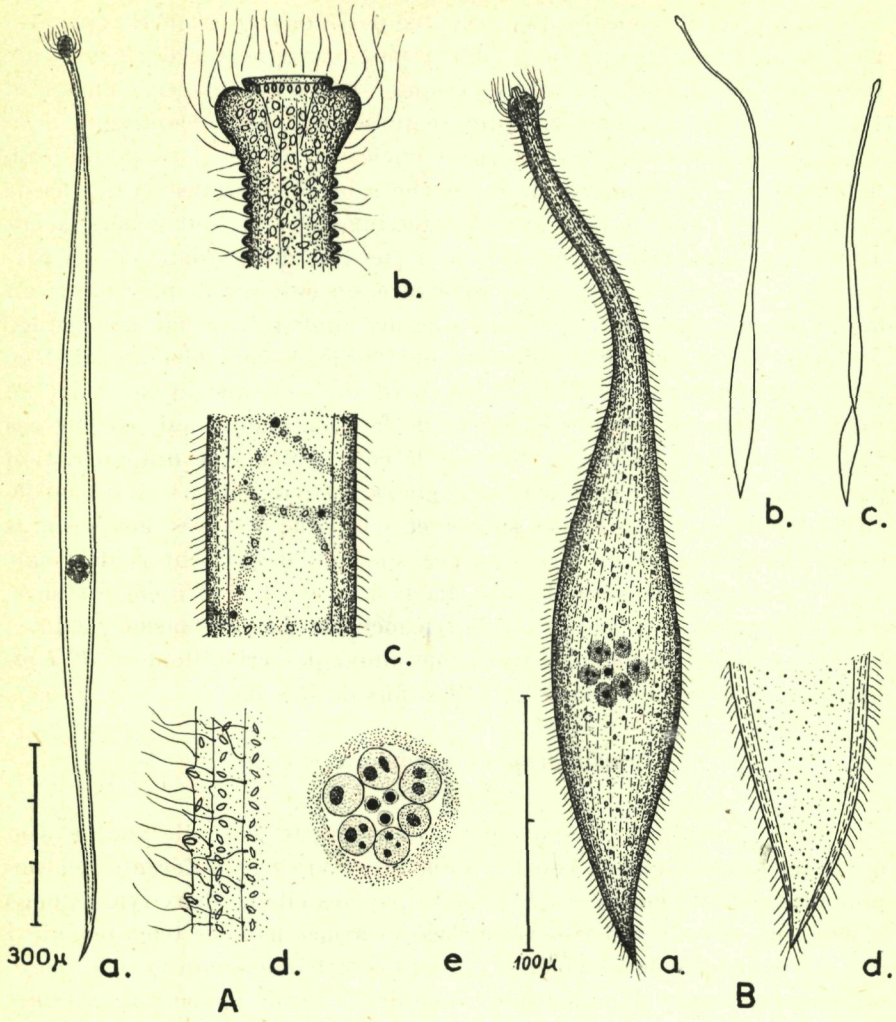

FIG. 53. — A) *Tracheloraphis swedmarki* n. sp. :
a) Aspect général sur le vivant (très schématique) ; b) détail de la bouche ; c) détail de la région moyenne du corps ; d) protrichocystes intercinétiques ; e) appareil nucléaire encapsulé (vert de méthyle acétique).

B) *Tracheloraphis griseus* Kahl :
a) Aspect général, sur le vivant ; b) extension maxima ; c) torsion du corps en hélice ; d) étendue de la zone glabre.

Tracheloraphis gracilis n. sp.
(fig. 52 A)

Très fréquente dans les sables fins de l'Aber de Roscoff, cette nouvelle espèce ressemble à *T. incaudatus* Kahl mais s'en différencie par une forme plus fine, une zone glabre plus étendue et des cinéties moins nombreuses (au nombre de 12 à 13 seulement), légèrement spiralées au niveau de la bouche. La bouche de *T. gracilis* est un petit entonnoir profond, garni sur son bord supérieur de quelques trichocystes très fins. Les cinéties s'incurvent au niveau du bourrelet qui entoure la bouche pour donner naissance à de très longs cils. L'appareil nucléaire est constitué par 4 à 6 macronuclei et deux micronuclei. Les cinéties méridiennes emprisonnent des plis cuticulaires garnis de protrichocystes ovalaires. D'une longueur de 400 à 800 µ. *T. gracilis* montre une section ovalaire, est incolore (ou jaunâtre) et son cytoplasme renferme des bâtonnets réfringents (dont nous ignorons la nature) ainsi que des ingesta variés (Diatomées).

Dans les sables fins du chenal de l'Ile Verte, nous avons trouvé une espèce proche de la précédente (14 cinéties, taille 450 µ, forme très allongée) mais comportant 8 macronuclei enfermés dans une capsule, ainsi qu'une zone glabre plus étendue, remplie d'énormes protrichocytes.

Tracheloraphis enigmaticus n. sp. ?
(fig. 54)

Trouvé dans le sable fin de l'Aber de Roscoff, en très petit nombre d'exemplaires, *T. enigmaticus* montre des caractères communs à plusieurs espèces : forme très fine, taille moyenne (600 µ), zone glabre assez large, cinq macrunuclei rassemblés au milieu de la cellule, protrichocytes ovalaires volumineux, contraction disymétrique, etc. Particularité curieuse : la bouche finit par deux plateaux soudés sans ouverture aucune. Mais des observations supplémentaires seraient indispensables avant de se prononcer à ce sujet.

Tracheloraphis (Trachelocerca) griseus Kahl
(fig. 53 B)

Cette espèce, peut-être assimilable à la *Trachelocerca grisea* de Kahl (133, 1935) est assez fréquente dans le sable fin de l'Aber de Roscoff. Terme extrême de l'évolution des *Tracheloraphis,* et donc très proche des *Trachelonéma,* cette espèce se caractérise par son grand apla-

tissement, accompagné d'une importante réduction de la ciliature (à première vue, ce cilié paraît hémi-cilié, mais un examen plus attentif montre que quelques cinéties arrivent à remonter sur les bords de la face glabre). La forme plate et la ciliature thigmotactique donnent au *T. griseus* l'allure d'une *Trachelonema*, d'autant plus que le corps peut

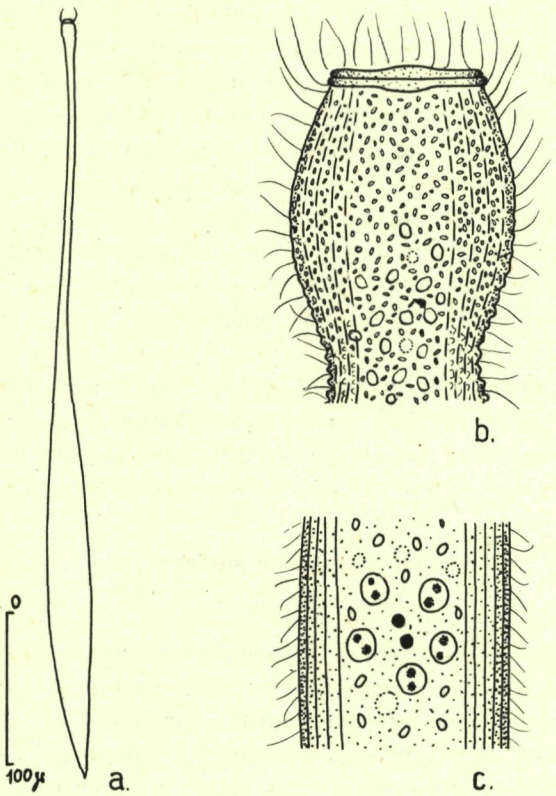

FIG. 54. — *Tracheloraphis enigmaticus* n. sp. :
a) Aspect général, sur le vivant (figure schématique) ; b) détail de la région buccale.

s'enrouler pendant la nage, comme un ruban de *Centrophorella*. La forme du corps est large et lancéolée, avec un cou très long et une pointe caudale légèrement déjetée de côté. La bouche, qui n'est qu'une ouverture étroite, au sommet d'une sorte de papille centrale (bec), est entourée de cils très longs et serrés. L'appareil nucléaire est constitué par 6 macronuclei et un micronucleus. Les cinéties (au nombre de 18 à 20 environ) emprisonnent quelques protrichocystes qu'on aperçoit aussi, régulièrement répartis, sur toute la face glabre.

Genre TRACHELONEMA n. gen.

Diagnose

Terme final de l'évolution probable de la famille des *Trachelocercidae*, les *Trachelonema* sont encore des ciliés très allongés mais hémiciliées et montrant un grand aplatissement du corps (qui s'accompagne d'une régression complète de la ciliature sur l'une des faces, qui devient donc entièrement glabre). Type du genre : *Trachelonema longicollis* n. sp.

Trachelonema longicollis n. sp.

(fig. 55)

Cette belle espèce, trouvée dans les sables de Roscoff, transparente et assez volumineuse (L = 600 à 900 µ), est caractérisée par son grand aplatissement (l'animal s'enroule en ruban, pendant la natation, comme les *Centrophorella*), sa dissymétrie (face ciliée presque plane et face glabre bombée) et la forme en « lame de couteau » de son corps. Par ailleurs, sa structure rappelle énormément ce que nous avons vu dans le genre *Tracheloraphis :* bouche simple, en forme d'entonnoir (dont la structure détaillée n'a pas pu être étudiée), cinétome constitué par 11 à 12 cinéties méridiennes, plis cuticulaires garnis de protrichocystes, appareil nucléaire constitué par 4 macronuclei et 2 micronuclei réunis au centre de la cellule, cytoplasme transparent et incolore (contenant des inclusions et des cristalloïdes).

Trachelonema minima n. sp.

(fig. 56 A)

Cette très petite espèce (L = 140 µ et largeur 10 µ) est assez abondante dans les sables fins de l'Aber de Roscoff. Semi-ciliée aussi et très plate, *T. minima* s'enroule en hélice pendant la nage. Elle est très filiforme et sa pointe caudale effilée se recourbe latéralement. La bouche est un entonnoir assez évasé, rendu disymétrique par une petite échancrure évasée médiane. Les lèvres sont garnies de longs cils ainsi que de trichocystes (potrichocystes ?) ovalaires assez petits. Les cinéties, méridiennes, sont au nombre de six seulement et ne semblent pas emprisonner des protrichocytes. L'appareil nucléaire est constitué par deux amas globulaires contenant 5 à 6 macronuclei et un nombre de micronuclei indéterminé. Le cytoplasme est très transparent.

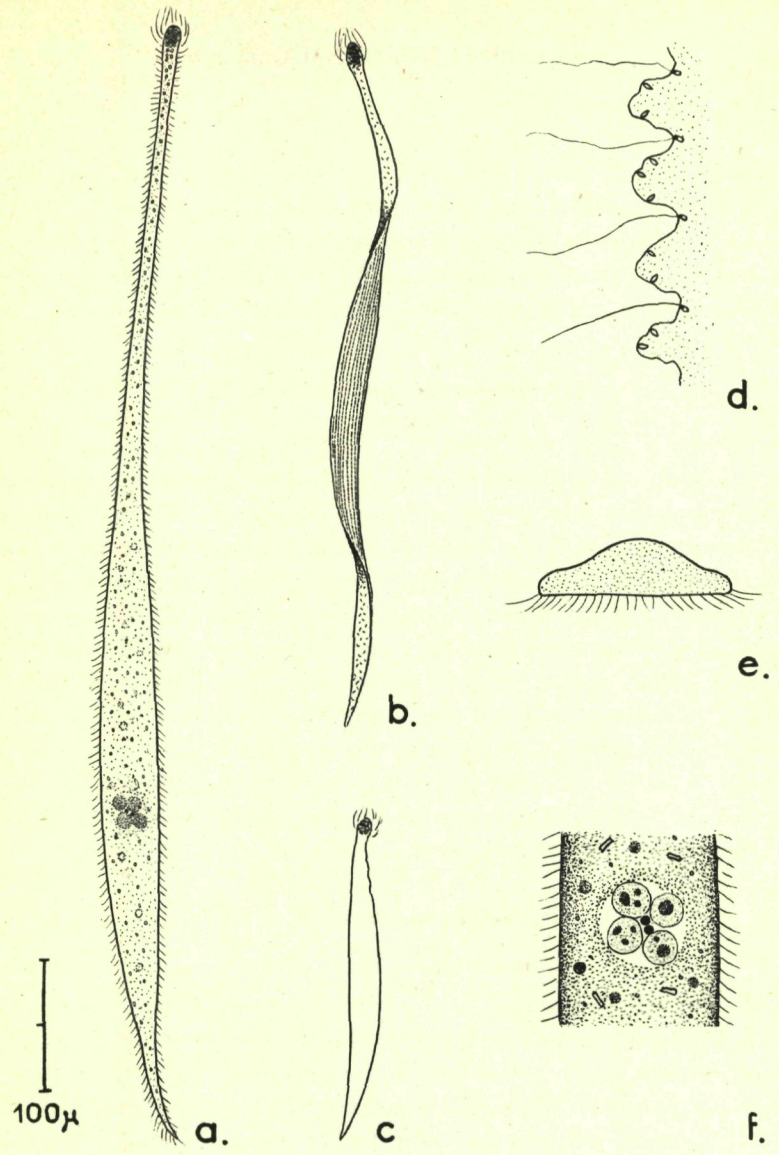

FIG. 55. — *Trachelonema tongicollis* n. sp. :
a) Aspect général sur le vivant; b) aspect de l'animal pendant la nage; c) contraction maxima; d) plis cuticulaires garnis de protrichocystes; e) schéma de la section moyenne du corps; f) appareil nucléaire (vert de méthyle acétique).

Trachelonema grassei (1) n. sp.
(fig. 56 B)

Cette très belle espèce nous semble constituer le degré d'évolution le plus élevé chez les *Trachelocercidae*. Trouvée dans le sable fin mais saprobe du chenal de l'Ile Verte (Roscoff) *T. grassei* est un cilié de grande taille (L = 800 à 1 000 µ) très nématomorphe et très plat. Sa forme générale, très allongée, diffère un peu des autres espèces de la famille par son cou moins effilé et sa région caudale finissant en une pointe très fine. La face ciliée est pratiquement plane et parcourue par 14 cinéties méridiennes qui emprisonnent des protrichocystes sphériques incolores. Ces mêmes protrichocystes peuvent être observés sur la face glabre, pratiquement plane aussi et pourvue d'une gouttière longitudinale, parcourant presque toute la longueur de l'animal. Le long de cette gouttière, ainsi que sur tout le pourtour du corps on aperçoit d'autres protrichocystes, bruns et volumineux (en forme de navettes). La bouche est très curieuse : au lieu d'un entonnoir évasé, on observe ici une sorte de papille proéminente, percée d'un fin pharynx. Les bords du plateau qui supporte cette petite ouverture buccale surélevée, donnent naissance à de longs cils flexueux. L'appareil nucléaire est constitué par quatorze macronuclei rangés en file longitudinale. D'aspect général brunâtre, *T. grassei* nage lentement et s'enroule autour d'elle-même à la manière des *Centrophorella*.

Autres espèces de Trachelocercidae

En dehors des espèces que nous venons de décrire brièvement, il en existe d'autres, que nous n'avons pas su trouver ou que nous n'avons pu identifier aux notres, faute de descriptions suffisamment précises. Il nous faudra toutefois essayer de les classer parmi les trois genres que nous venons de définir ou de les éliminer complètement, s'il y a lieu :

Trachelocerca minor Grüber, 1887, observée seulement sur des échantillons fixés, ne doit être, en fait, qu'une petite variété de la *T. entzi*. *Trachelocerca tesselata* Khal, 1933, ne nous semble pas présenter aucun des caractères des *Trachelocercidae*. Nous proposons de l'inclure dans le genre *Chaenea*. De même, *Trachelocerca nigricans* Kahl, 1933, montre une forme et un appareil nucléaire qui nous font penser à une *Chaenea* ou une *Lacrymara*. Dans l'absence de détails plus

(1) Dédiée au Prof. P. P. Grassé, membre de l'Institut, biologiste français.

précis concernant la ciliature et la structure buccale, nous nous contenterons, pour le moment, de l'englober dans le genre *Chaenea*.

Trachelocerca trepida Kahl, 1928, et *Trachelocerca conifera*

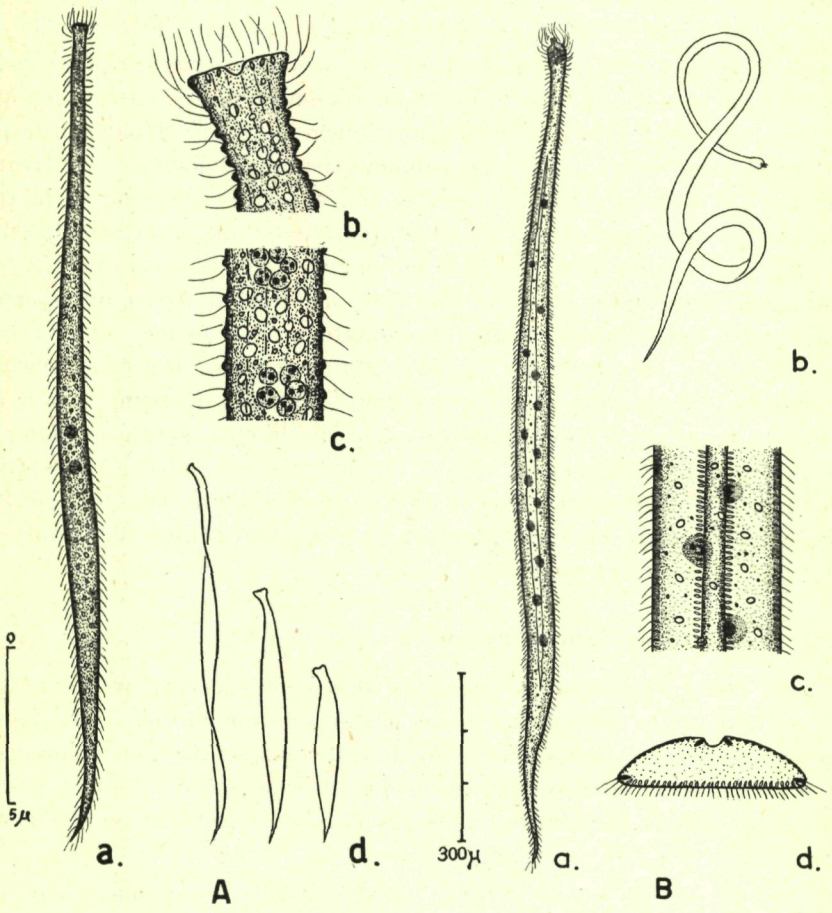

FIG. 56. — A) *Trachelonema minima* n. sp. :
a) Aspect général, sur le vivant; b) détail de la bouche; c) détail de la région moyenne du corps (comprenant l'appareil nucléaire); d) contraction et torsion du corps.

B) *Trachelonema grassei* n. sp. :
a) Aspect général, sur le vivant; b) enroulement nématomorphe du corps; c) détail de la région médiane du corps (face glabre) montrant les trichocystes; d) coupe transversale schématique de la région moyenne du corps (protrichocystes et trichocystes).

TABLEAU RESUMANT LA REPARTITION DES ESPECES DANS LA FAMILLE DES TRACHELOCERCIDAE

GENRE	ESPÈCE	AUTEUR	SYNONYMIES
I. *Trachelocerca*	*entzi*	Kahl	
—	*tenuicollis* ...	Quennerstedt	
—	*multinucleata*.	n. sp.	
—	*gracilis*	Dragesco	
—	*lacrymariae* ..	Dragesco	
—	*geopetiti*	Dragesco	
—	*schulzei*	n. sp.	
—	*binucleata* ...	n. sp.	
—	*minuta*	n. sp.	
—	*dracotonoïdes*.	Bullington	
II. *Tracheloraphis*	*phoenicopterus*	Cohn	*Trachelocerca phoenicopterus*
—	*aragoi*	Dragesco	*Trachelocerca aragoi*
—	*remanei*	n. sp.	
—	*drachi*	n. sp.	
—	*incaudatus* ...	Kahl	*Trachelocerca incaudata*
—	*fasciolatus* ...	Sauerbrey	*Trachelocerca fasciolata*
—	*teissieri*	n. sp.	
—	*prenanti*	n. sp.	
—	*hyalinum*	n. sp.	
—	*swedmarki* ...	n. sp.	
—	*gracilis*	n. sp.	
—	*enigmaticus* ..	n. sp.	
—	*griseus*	Kahl	*Trachelocerca grisea*
—	*margaritatus* .	Kahl	*Trachelocerca margaritata*
—	*arenicolus* ...	Kahl	*Trachelocerca arenicola*
—	*coluber*	Kahl	*Trachelocerca coluber*
III. *Trachelonema*	*longicollis*	n. sp.	
—	*minima*	n. sp.	
—	*grassei*	n. sp.	
	?	Sauerbrey	*Trachelocerca subviridis*

TABLEAU SYNONYMIQUE DES ESPECES ANTERIEUREMENT CLASSEES DANS LE GENRE TRACHELOCERCA

Ancien nom	Auteur et date	Nouveau nom proposé
T. (Holophrya) coranata ..	de Morgan, 1925	*Holophrya coronata*
T. (Holophrya) oblonga ...	Maupas, 1883	*Holophrya oblonga*
T. (Holophrya) maxima ...	V. Daday, 1886	*Holophrya maxima*
T. fusca	Kahl, 1928	*Paraspathidium fuscus*
T. laevis	Quennerstedt, 1867	*Enchelyodon laevis*
T. tesselata	Kahl, 1933	*Chaenea* (?) *tesselata*
T. nigricans	Kahl, 1933	*Chaenea* (?) *nigricans*
T. trepida	Kahl, 1928	*Chaenea* (??) *trepida*
T. conifera	Kahl, 1930	*Chaenea* (?) *conifera*

Kahl, 1930, sont deux espèces assez voisines, proches des *Trachelocercidae,* mais tout de même assez différentes pour qu'on les rejette de cette famille. La forme trapue, les noyaux du type classique, la vacuole pulsatile terminale, la contractibilité réduite, la bouche non conforme aux espèces que nous venons de décrire, sont autant de raisons pour considérer ces deux espèces comme étant des *Holophryidae,* assez voisines des *Chaenea.* (Il faudrait peut-être créer un genre nouveau, mais nous estimons que nous ne disposons pas de données suffisantes pour pouvoir le faire). En ce qui concerne *Trachelocerca margaritata* Kahl, 1930, il se peut que ce soit une nouvelle espèce comme il se peut aussi qu'elle puisse être assimilée à l'une des espèces décrites par nous. Les figures et descriptions publiées (Kahl, 1933) ne permettent pas de s'en assurer. De toute manière, la zone glabre que présente cette espèce la place d'emblée dans le genre *Tracheloraphis.* De même, *Trachelocerca arenicola* Kahl, 1933, doit être déplacée dans le genre *Tracheloraphis* pour les mêmes raisons. *Trachelocerca subviridis* Sauerbrey, d'après les observations, assez confuses, de la protistologue allemande, semble pou-

voir être conservée dans le genre *Trachelocerca,* mais, en vérité, nous pensons que la figure publiée ne permettra jamais une identification précise. *Trachelocerca coluber* Kahl, 1933, ressemble à plusieurs des espèces décrites par nous, tout en différant par quelques points. Assimilable probablement au genre *Tracheloraphis,* cette espèce devra donner lieu à de nouvelles observations. Enfin, *Trachelocerca dracotonoïdes* Bullington (1940) semble pouvoir être conservée dans le genre *Trachelocerca,* quoique nous manquions de détails concernant le noyau, la bouche et les protrichocystes.

Nous sommes persuadé, par ailleurs, que la famille des *Trachelocercidae* est extrêmement riche en espèces et que nous n'avons pas encore prospecté à fond cette mine presque inépuisable.

Cytologie des *Trachelocercidae*

Les *Trachelocercidae* montrent une assez grande unité structurale qui les rapproche,, sur le plan cytologique, d'autres familles de ciliés, typiquement mésopsammiques :

Cinetome : Les diverses espèces de *Trachelocercidae* que nous avons essayé d'imprégner à l'argent (suivant la méthode de Chatton et Lwoff) nous ont montré, une fois de plus, à quel point les ciliés typiquement mésopsammiques sont difficile, voire impossible à imprégner. Quelques préparations un peu mieux réussies, sur *Tracheloraphis phoenicopterus* et *Tracheloraphis fasciolatus* nous ont montré l'existence de gros cinétosomes reliés par des cinétodesmes méridiens peu visibles et incorporés à un réseau argyrophile complexe (voir fig. 57). Les plis cuticulaires, dus à la contraction, s'imprègnent aussi quelqufois. Les cinéties extrêmes, bordant ces zones glabres, ne montrent pas de structure particulière. D'après Kahl (1930), il existerait des soies (borsten) qui garnissent ces lignes ciliaires (à la place de cils). Nous n'avons vu, quant à nous, que des cils, quelquefois plus longs, plus serrés ou plus raides que sur le reste du corps. Dans la région buccale, les cinéties s'incurvent parfois en spirale (tendance « Lacrymaroïde ») et montrent des cinétosomes très serrés.

Les structures buccales sont toujours très difficiles à étudier, par suite de la contractibilité et de la fragilité des animaux (non comprimés, la « tête » s'agite sans cesse, comprimés fortement, ils cytolysent). Les préparations fixées ne donnent pas de bons résultats non plus, parce qu'il y a toujours, chez ces animaux, une concentration d'inclusions réfringentes accumulées dans la région apicale. Dans des cas favorables, toutefois, nous avons pu observer quelques détails intéres-

sants : baguettes squelettiques complexes, chez *T. phoenicopterus,* trichites (*T. entzi*) trichocystes et protrichocystes mais, bien souvent, ces détails ont dû nous échapper. De nouvelles recherches seraient nécessaires pour préciser certains points de structure. De nombreuses espèces montrent une invagination médiane de l'entonnoir buccal, invagination

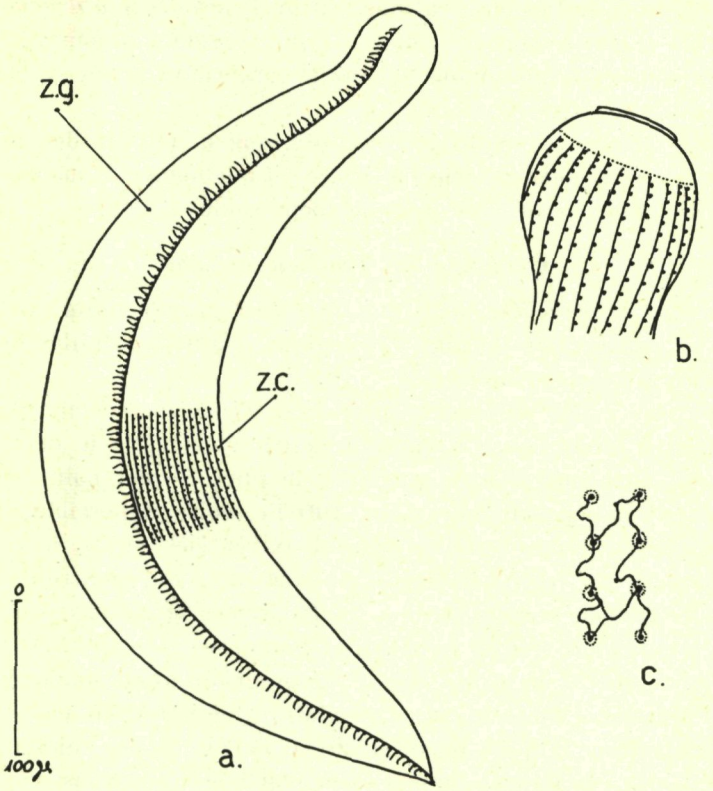

FIG. 57. — Ciliature chez *Tracheloraphis fasciolatus* Sauerbrey :
a) Aspect général (contraction dissymétrique due à la fixation causée par l'absence de myonèmes dans la zone non-ciliée) ; b) détail de la région buccale ; c) cinétome et argyrome (z.g. = zone glabre ; z.c. = zone ciliée).
(imprégnations argentiques selon CHATTON et LWOFF).

qui est généralement dirigée vers le milieu de la zone glabre. Enfin, dans certains cas (*T. phoenicopterus,* par exemple) on observe une dualité dans la structure des cils buccaux : en plus des longs cils flexueux qui entourent l'entonnoir buccal des *Trachelocercidae,* on aperçoit parfois des courts cils crochus et capités (?) dépassant à peine le plateau buccal (fig. 44 et 47).

Les myonèmes sont difficilement visibles, sur le vivant, mais on voit admirablement leur action, lors de contractions dissymétriques, chez les ciliés porteurs d'une large zone glabre. En effet, des colorations à la fuchsine suivant Altman montrent qu'il n'y a pas de myonèmes dans cette région.

Fig. 58. — Appareil nucléaire chez les *Trachelocercidae* :
a) *Tracheloraphis fasciolatus* (vue d'ensemble) ; b) *T. fasciolatus* (détail du macronucleus et du micronucleus) ; c) *Trachelonema longicollis ;* d) *Tracheloraphis swedmarki* (réactions nucléales de Feulgen).

Les protrichocystes sont des structures très constantes et très caractéristiques chez les *Trachelocercidae*. Incolores ou teintés (en brun généralement), ce sont, le plus souvent, des corpuscules sphériques ou ovalaires, répartis sans ordre dans les espaces intercinétiques ainsi que, beaucoup plus régulièrement, dans la zone non ciliée. A vrai dire, cette notion de protrichocystes est toute relative, car nous avons, souvent, affaire à des éléments d'assez grande taille et de forme allongée qui

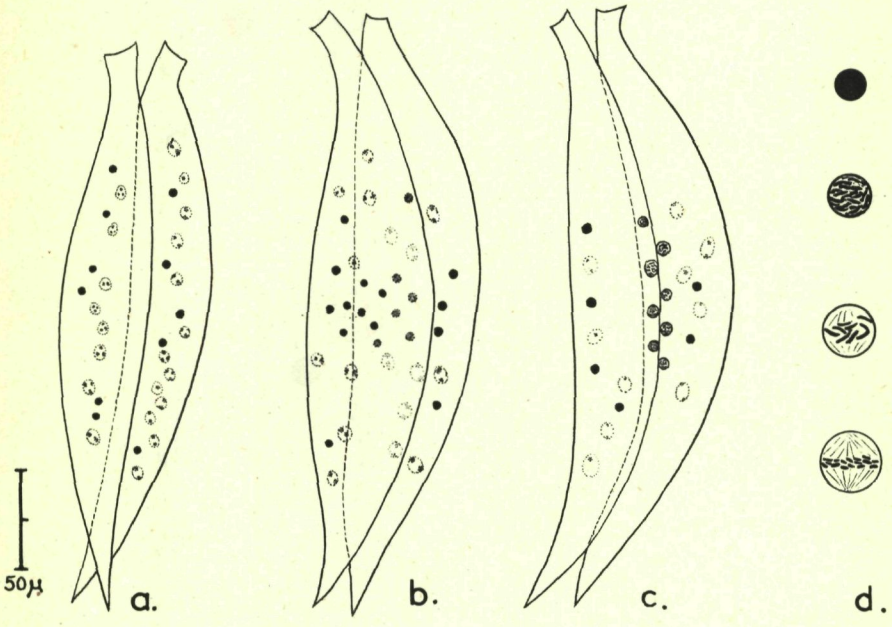

Fig. 59. — Stades de conjugaison chez *Tracheloraphis phoenicopterus* (Cohn) (réaction nucléale de Feulgen)

a) Début (appareil nucléaire inchangé); b- groupement des micronuclei dans la région médiane du corps; c) mitoses micronucléaires et groupement des pronuclei au niveau de la membrane de séparation des conjugants (les macronuclei se désagrègent); d) quelques aspects de la division des micronuclei, avec individualisation de gros chromosomes et fibres astériennes intra-nucléaires.

éjectent, après excitation, un mucilage abondant. En fait, il nous a toujours semblé qu'il n'y a pas de différence morphologique et fonctionnelle entre les protrichocystes et les trichocystes muqueux (Dragesco 1953). Les *Trachelocercidae* possèdent parfois, en plus de ces organites, des vrais trichocytes du type toxique (les ingesta prouvent d'ailleurs que ces animaux sont des prédateurs).

L'appareil nucléaire des *Trachelocercidae* est aussi très particu-

lier : Dans la grande majorité des cas, les noyaux sont enfermés dans une sorte de capsule assez labile (cytoplasme gélifié ?). Les macronuclei, sphériques ou ovalaires, ont une structure typique, bien connue chez de nombreux ciliés mésopsammiques : vésicules transparentes presque entièrement dépourvues d'acide desoxyribosenucléique (la réaction nucléale de FEULGEN colore seulement quelques grains diffus) et comportant une grande région centrale achromatique (nucléole ?) Certains macronuclei renferment d'énormes cristalloïdes réfringents aux formes géométriques très précises. Les micronuclei sont sphériques et peu nombreux et se colorent très intensément par le réactif de SCHIFF, après hydrolyse acide. Sur une riche population de *Trachelraphis phoenicopterus,* nous avons pu obtenir des conjugaisons, dont un certain nombre de stades ont pu être analysés à l'aide de la coloration de FEULGEN (fig. 59). Les animaux s'accolent sur toute la longueur du corps tandis que les cuticules se résorbent petit à petit. Les macronuclei gonflent et ont tendance à disparaître rapidement, tandis que les micronuclei émigrent, se rassemblent dans la zone médiane des conjugants, se plaquent intimement contre la membrane de séparation et commencent à gonfler. Bientôt, on remarque l'individualisation de très beaux chromosomes (les plus beaux que nous ayons vus dans des micronuclei de ciliés). On observe ensuite un raccourcissement des chromosomes et des stades de division qui ont lieu à l'intérieur de la membrane nucléaire, très distendue. Des fibres astériennes semblent intervenir lors de la métaphase et l'anaphase. Nous n'avons pas pu observer l'échange des pronuclei, faute de matériel suffisant.

Famille des DIDINIIDAE Poche, 1918

Genre MESODINIUM Stein, 1862

Plusieurs espèces de *Mesodinium* ont été signalées dans les sables (KAHL 1935, FAURE-FRÉMIET 1950, BOCK 1952, FJELD 1955) mais bien souvent leur étude a été négligée, car elle s'avère très difficile. En ce qui nous concerne, nous avons toujours trouvé des *Mesodinium,* surtout dans les sables fins de Roscoff, et de Banyuls. Le manque de temps nous a empêché de procéder à une révision du genre, ainsi que nous aurions désiré le faire.

Mesodinium (Halteria) pulex Clap. et Lachm.
(fig. 60)

L'espèce la plus largement répandue dans les sables de Roscoff était assimilable au *Mesodinium pulex* Clap. et Lachm. Très difficile à étudier, par suite de sa petite taille (L. = 30 µ) et de sa mobilité, ce curieux cilié nous a semblé correspondre assez mal à la description de

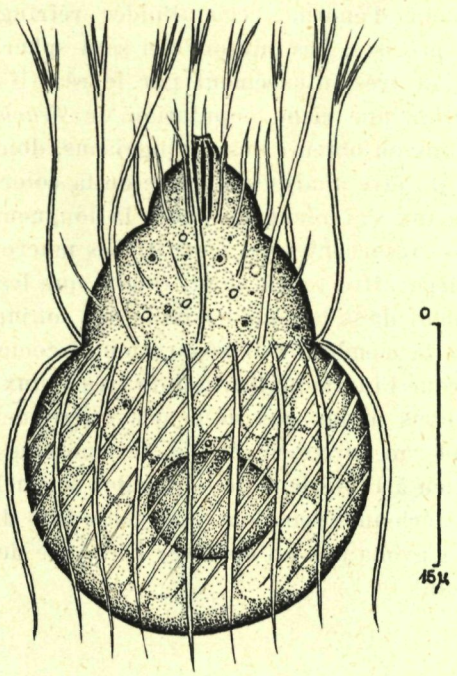

FIG. 60. — *Mesodinium pulex* Clap. et Lachm. Aspect général sur le vivant.

KAHL (1931). Nos observations ayant été faites à l'aide du microscope à contraste de phase, nous pensons pouvoir compléter les observations des auteurs antérieurs. La forme générale correspond parfaitement à la figure de KAHL (1931, p. 124). La bouche st armée de plusieurs baguettes réfringentes (en revanche, nous n'avons pas aperçu les fameuses « tentacules » décrites par les auteurs). Dans la zone de constriction médiane se trouvent confondus deux anneaux ciliaires, dont l'un renvoie huit grands cils (qui sont, d'ailleurs, plutôt membranelles) en position antérieure constituant autant de puissantes palettes natatoires, tandis que l'autre donne naissance à un nombre indéterminé (une vingtaine) de cils (membranelles) à orientation postérieure. Sous certaines

mises au point, on aperçoit une série de stries obliques postérieures qui semblent dues à l'existence d'une troisième rangée de cils épousant étroitement la surface de l'animal. Quelques autres cils épars garnissent la région médiane sub-équatoriale tandis qu'un anneau de cils plus puissants entoure la zone buccale. Le macronucleus est ovoïde et d'assez grande taille.

Mesodinium pulex* f. *pupula Kahl

Dans les mêmes biotopes, nous avons rencontré une forme légèrement plus grande que nous assimilons provisoirement au *M. pulex* f. *pupula* de Kahl.

Famille des COLEPIDAE Ehrb., Clap. et Lachm., 1858

Genre COLEPS Nitzch, 1870

Les *Coleps* sont très fréquents dans les sables, marins ou dulcaquicoles. Toutefois, le nombre d'espèces est peu important et la plupart d'entre elles ne sont que des hôtes accidentels dans le milieu psammique

Coleps pulcher Spiegel

Observée à plusieurs reprises dans le mésopsammon (Faure-Frémiet 1950, Bock 1952) cette espèce est assez fréquente dans les sables de Roscoff ainsi qu'à Banyuls. Nous n'avons pas remarqué de différences notables entre nos observations et la description de Spiegel (1926).

Coleps tesselatus Kahl

Encore une espèce qui, tout en étant assez ubiquiste, se retrouve régulièrement dans les sables marins (Faure-Frémiet, 1950 et 1951 et Bock 1952). Nous-même, l'avons retrouvée parfois dans les sables fins de l'Aber de Roscoff, mais nous n'avons pas pu en faire une étude approfondie.

Coleps hirtus Nitzsch

Ce cilié, extrêmement répandu dans toutes les eaux douces, s'égare parfois, accidentellement, dans les sables du lac Léman ou dans des sables saumâtres (jusqu'à 4 pour mille de chlorinité) des étangs méditerranéens.

Coleps elongatus Ehrenberg

Assez fréquent dans les sables dulcaquicoles d'Excenevex (Lac Léman) *Coleps elongatus* Ehrb. est généralement un cilié mésosaprobe assez largement répandu. Les spécimens étudiés par nous mesuraient 75 µ de long. Le nombre total de plaques atteignait 56.

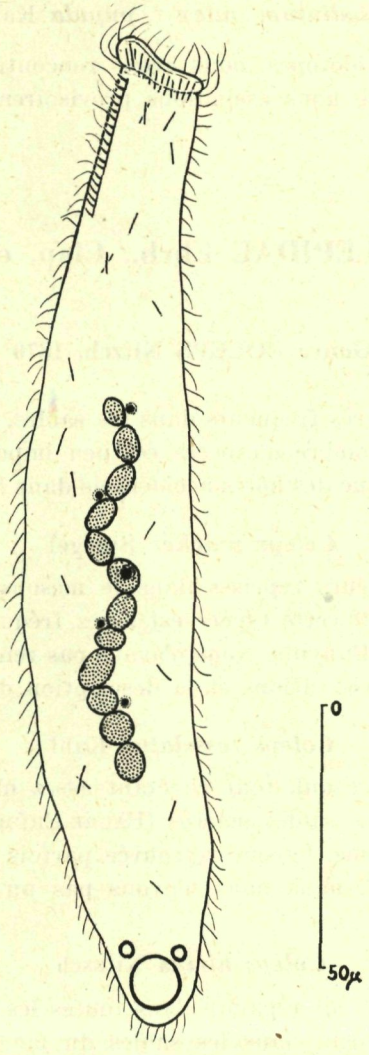

FIG. 61. — *Spathidium moniliforme* Bathia :
Aspect général sur le vivant (figure demi-schématique).

Famille des SPATHIDIIDAE Kahl. 1930

Genre SPATHIDIUM Dujardin, 1841

En dépit de son importance et de sa richesse, le genre *Spathidium* est pratiquement inconnu dans le milieu mésopsammique, à l'exception des deux espèces suivantes, qui ne s'y trouvent qu'exceptionnellement.

Spathidium moniliforme Bathia
(fig. 61)

Cette espèce était assez fréquente dans le sable un peu saprobe de certains échantillons recueillis à Excenevex (Lac Léman). Sa structure est désormais assez bien connue (Pénard 1922, Kahl 1931) et nous sommes d'accord avec les observations de nos prédécesseurs. Les individus étudiés par nous étaient toutefois légèrement plus petits (L. = 170 μ). Ainsi que le remarque Kahl, les trichocystes sont très courts. Le macronucleus est typique, c'est-à-dire constitué par un chapelet d'assez gros éléments ovoïdes. Les cinéties, au nombre de 24 à 26, emprisonnent des fins protrichocystes.

Spathidium chlorelligerum Kahl

Dans les mêmes sables, on trouvait un autre *Spathidium*, assez répandu aussi et encore plus nettement saprobe. Sur le plan morphologique, il correspondait assez exactement au *S. chlorelligerum* de Kahl (1930), mais était dépourvu de zoochlorelles. Ce beau cilié mesurait 300 μ de long et ses cinéties étaient au nombre de 36 à 38.

Genre PARASPATHIDIUM Noland, 1937

Paraspathidium fuscum (Khal)
(fig. 62)

Classé autrefois par Kahl (1928 et 1930) dans le genre *Trachelocerca*, *Paraspathidium fuscum* est un des ciliés les plus fréquents dans les sables fins des Côtes françaises (Roscoff, Concarneau, Banyuls). Pour

KAHL, ce cilié est surtout une espèce d'eau saumâtre, mais pour FAURE-FREMIET (communication personnelle) et pour FJELD (1955), il s'agit incontestablement d'une espèce constante dans le mésopsammon. TUFFRAU et FAURE-FREMIET (sous presse) ont étudié, à fond, la morphologie

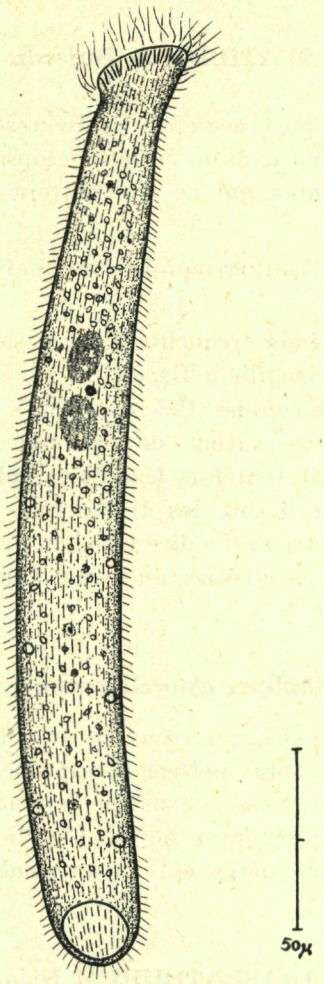

FIG. 62. — *Paraspathidium fuscum* Kahl : Aspect général sur le vivant.

de ce cilié et nous renvoyons le lecteur à leur prochaine publication. Il y a quelques années, nous pensions pouvoir rattacher cette espèce au genre *Spathidium*. Entre temps, FJELD (1955) se basant sur les observations de NOLAND (1937) admet que le *Paraspathidium trichostomm* et le *Tra-*

chelocerca fusca sont des espèces très voisines et mute donc l'espèce de Kahl, qui devient ainsi *Paraspathidium fuscum* (Kahl). En ce qui nous concerne, nous acceptons provisoirement cette identification.

Les spécimens observés par nous mesuraient 210 à 300 µ, étaient très allongés et légèrement recourbés en banane. La bouche, en forme de spatule, est assez large et garnie de trichocystes toxiques. Les cinéties, méridiennes, sont au nombre de 42 environ et les cils péribuccaux sont très longs, tandis qu'un panache de 3 à 5 cils plus gros, orne le sommet de la fente buccale. L'appareil nucléaire est constitué par deux macronuclei ovalaires, comportant d'assez gros nucléoles, et d'un micronucleus intercalaire (deux, suivant certaines observations de KAHL). La vacuole pulsatile est terminale et s'accompagne parfois de plusieurs vacuoles satellites, qui suivent les deux bords de la cellule.

Genre HOMALOZOON Stokes, 1890

Homalozoon caudatum Kahl

(fig. 63)

Ce beau cilié, nématomorphe et thigmotactique, montre des caractéristiques morphologiques qui rappellent beaucoup les ciliés mésopsammiques les plus typiques. En fait, KAHL (1935) l'a découvert dans les détritus de l'Alster. Nous l'avons retrouvé dans le sable saprobe de certains points de la plage d'Excenevex (Lac Léman).

L'aspect général correspond tout-à-fait avec l'excellente, mais trop brève, description de KAHL. Nous croyons donc utile d'apporter quelques précisions supplémentaires :

De grande taille (L = 500 à 600 µ) *Homalozoon caudatum* est un cilié plat et allongé, dont la partie apicale est en forme de spatule et dont la partie caudale finit en pointe mousse, recourbée du côté gauche. La ciliature, limitée sur un seul côté, est constituée par 12 à 14 cinéties; emprisonnant de fins protrichocystes allongés (uniformément répartis sur toute la surface glabre aussi). La bouche, en forme de fente, est apicale et perpendiculaire à l'axe du corps. Cette bouche est armée d'assez longs trichocystes explosifs (éjectant un filament toxique) et d'une série de très fins fibrilles flexibles, constituant une longue pyramide renversée. Une volumineuse tâche pigmentaire noirâtre (fins granule réfringents) orne le « cou » de l'animal. Une courte rangée de « soies » (« börsten », des auteurs allemands) débute au voisinage de

la tâche pigmentaire pour suivre le bord droit du corps, sur une distance d'environ 80 μ. L'appareil nucléaire est constitué par un chapelet de macronuclei (au nombre de 20 à 27 environ), accompagnés par des

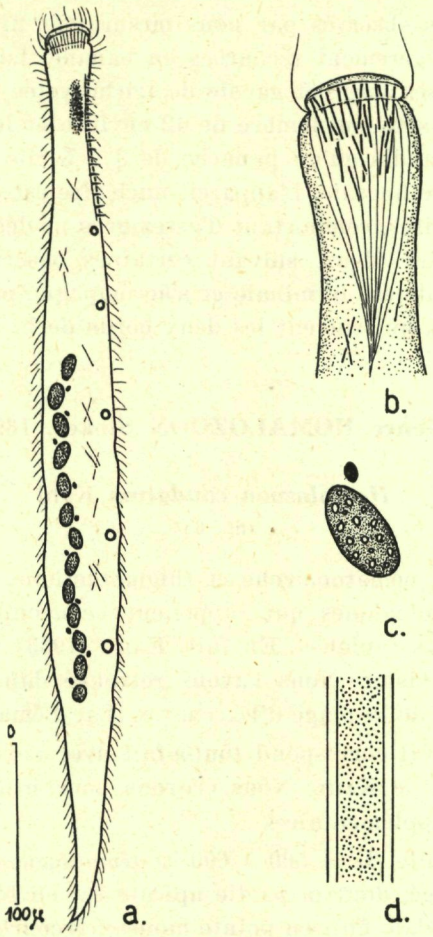

FIG. 63. — *Homalozoon caudatum* Kahl :
a) Aspect général, sur le vivant (figure schématique); b) Structures fibrillaires armant la bouche (sur le vivant); c) Macronucleus et micronucleus; d) protrichocystes.

petits micronuclei sphériques (14 à 17 éléments). Les vacuoles pulsatiles, au nombre de 4 à 7, en moyenne, longent le bord droit du corps. Dans le cytoplasme transparent, on aperçoit assez facilement des mitochondries sphériques ou ovalaires, des grains réfringents de nature inconnue et des ingesta variés (constitués surtout par des flagellés et

des algues). Assez contractile, *H. caudatum* se déplace assez lentement en glissant entre les grains de sable.

Famille des AMPHILEPTIDAE Butschli 1889

Genre LIONOTUS Wrzesniowski, 1870

Ce genre joue un rôle plus grand dans le mésopsammon car nous y avons trouvé quatre espèces, dont l'une, au moins, est très commune, tandis qu'une autre constitue un exemple typique de cilié psammophile.

Lionotus elongatus Dragesco
(fig. 64)

Cette très belle et nouvelle espèce a été trouvée en 1953 dans un sable assez fin et homogène, mais très saprobe, de l'Aber de Roscoff (juste en face de la Station biologique).

Sa forme est typiquement « psammophile » : long serpent plat mesurant plus de 600 µ. La région antérieure est aplatie et transparente et constitue une véritable lame de scalpel dont le côté convexe, très hyalin, comprend la fente buccale, garnie de trichocystes toxiques (les cils bordant la fente buccale sont plus longs et plus épais). L'extrémité caudale est très effilée et garnie de quelques trichocystes, ainsi que d'une petite vacuole contractile. Le côté gauche seul est cilié (une dizaine de cinéties) tandis que le côté droit est pourvu de quelques fines striations. L'appareil nucléaire est constitué par 50 à 65 macronuclei sphériques, dont le diamètre atteint 7 µ, pourvus d'un granule central sidérophile. Les micronuclei n'ont pas été observés. De fins protrichocystes sphériques garnissent les espaces intercinétiques, tandis que des inclusions refringentes et des granulations pigmentaires brunes donnent au cytoplasme une apparente sombre et opaque.

Ce grand *Lionotus* (le plus grand connu à ce jour) nage assez paresseusement, avec des ondulations serpentiformes du corps. Sa forme et sa structure sont très particulières pour un *Lionotus* (notamment l'appareil nucléaire) et seule, la bouche nous permet de l'assimiler au genre. Anomalie curieuse : le côté cilié nous a semblé être plutôt le côté gauche, en contradiction avec ce qui constitue la règle. Mais comme on

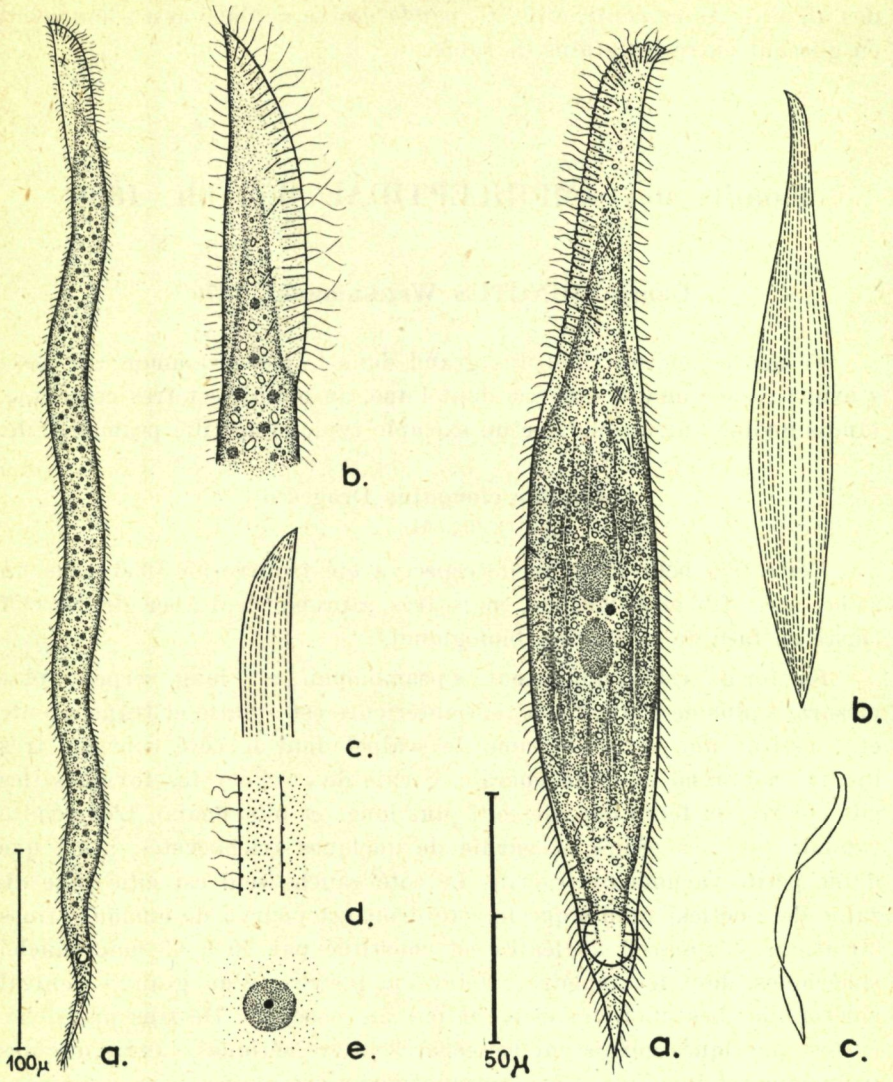

FIG. 64. — *Lionotus elongatus* Dragesco

a) Aspect général. sur le vivant; b) Région antérieure, sur le vivant; c) Région antérieure, ciliature (schéma); d) Protrichocystes; e) Macronucleus.

FIG. 65. — *Lionotus anguilla* Kahl

a) Aspect général, sur le vivant; b) Schéma de la ciliature; c) Torsion du corps.

peut se tromper facilement dans ce genre d'appréciation (suivant que la mise au point du microscope employé a lieu par la descente du tube ou par la remontée de la platine), nous pensons que seules de nouvelles observations permettront de préciser définitivement ce point important. De toute manière, nous avons là un excellent exemple de l'adaptation d'un genre au milieu mésopsammique par l'allongement du corps, la souplesse extrême, l'acquisition de propriétés thigmotactiques très développées, caractères s'accompagnant aussi d'une grande fragilité.

Lionotus lamella Ehrb., Schewiakoff

Cette espèce, la plus commune peut-être parmi les *Lionotus,* a été retrouvée, assez régulièrement, dans divers échantillons de sables saprobes, de granulométrie très variée. Ce n'est donc qu'un hôte occasionnel et accidentel, venant du milieu environnant (algues) et se développant parfois considérablement, aux dépens de divers petits ciliés qui abondent dans certains sables un peu saprobes (*Pleuronema, Crystigera, Uronema,* etc...).

Lionotus anguilla Kahl
(fig. 65)

Cette espèce, très commune dans les eaux douces (?!) a été trouvée, à plusieurs reprises, dans des échantillons de sable assez fin mais hétérogène et vaseux (vieux port de Roscoff et plusieurs stations de l'Aber). Il correspond assez bien au cilié saprobe, décrit par KAHL en 1951, sous le nom de *L. anguilla* et que nous avons retrouvé souvent dans la région parisienne. Il nous est donc impossible de considérer cet animal comme étant un cilié typiquement psammophile, mais plutôt comme accidentel, se développant plus facilement en milieu confiné aux dépens d'autres petits infusoires.

Sa taille varie entre 170 et 300 μ (en parfait accord avec KAHL) et sa forme est très allongée, mais variable (le cilié étant essentiellement contractile). Très plat et très flexible, cet animal glisse rapidement sur le support, auquel il adhère fortement à l'aide de ses cils thigmotactiques. Le côté droit seul est cilié (une douzaine de cinéties), tandis que le côté gauche montre seulement quelques plis flexueux. La bouche, typique du genre, est garnie de nombreux et assez volumineux trichocystes qui se retrouvent, en moindre densité, aussi dans la région caudale, ainsi qu'épars dans le cytoplasme.

L'appareil nucléaire est constitué par deux macronuclei ovalaires

assez allongés, ainsi qu'un assez gros micronucleus sphérique, intercalaire. Une grosse vacuole contractile dilate légèrement la partie caudale, régulièrement effilée. D'assez gros protrichocystes peuvent être observés, soit entre les cinéties, soit uniformément répartis sur la face gauche glabre.

Lors de sa plus grande extension, l'animal est nettement nématomorphe et se tord souvent en hélice pendant la nage.

Retrouvé dernièrement dans les sables fins du Lac Léman, ce même cilié montrait une forme très ventrue, des macronuclei très allongés et environ 10 cinéties.

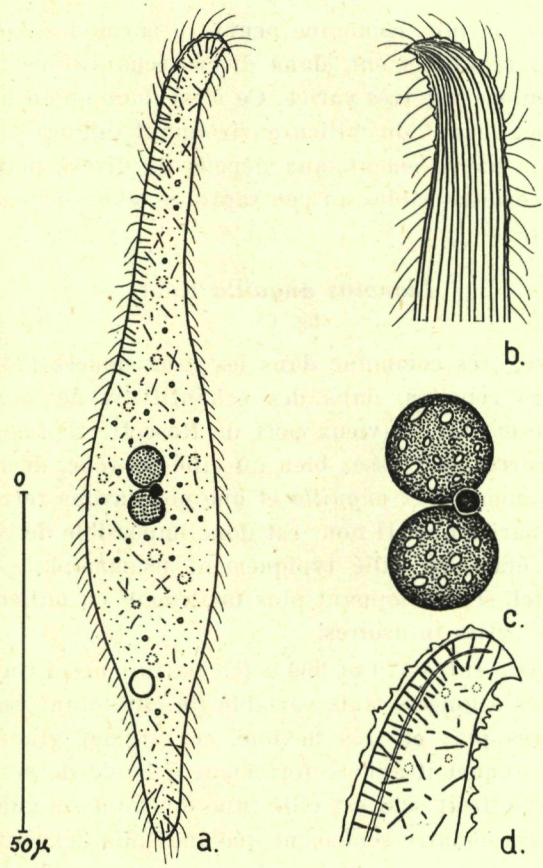

FIG. 66. — *Lionotus dusarti* n. sp.

a) Aspect général, sur le vivant (figure schématique); b) disposition des cinéties dans la région antérieure; c) appareil nucléaire (vert de méthyle acétique); d) trichocystes de la région buccale (sur le vivant).

Lionotus dusarti (1) n. sp.
(fig. 66)

Décrite par KAHL (1931) comme étant une forme du *Lionotus anguilla* Kahl, l'espèce que nous décrivons nous a paru suffisamment constante et caractéristique pour que nous soyons tenté de l'élever au rang d'espèce nouvelle. Trouvé dans le sable fin d'Excenevex (Lac Léman) *L. dusarti* est un cilié de taille moyenne (L = 135 µ contre 200 µ pour KAHL) dont la forme générale rappelle *L. anguilla,* tout en présentant un élargissement médian caractéristique, mettant bien en évidence l'extrémité caudale, plus étroite mais arrondie terminalement (l'aspect général rappelle beaucoup *L. fasciola* Ehrb., Wrzesniowski). Les macronuclei sont sphériques et contigus et englobent un petit micronucleus (chez *L. anguilla* les macronuclei sont typiquement allongés et assez éloignés). Les trichocystes sont très nombreux et répartis aussi bien le long du bec antérieur (surtout ventralement) que dans la région caudale — ce qui n'arrive jamais chez *L. fasciola*). Les cinéties sont au nombre de douze et emprisonnent de petits protrichocystes dispersés. Le cytoplasme est encombré de réserves et ingestas variés, ainsi que de petits bâtonnets énigmatiques (bactéries symbiontes ?).

Genre HEMIOPHRYS Wrzesniowski, 1870

Cet important genre n'est représenté que par trois espèces, dont une est d'ailleurs nouvelle :

Hémiophrys loxophylliforme n. sp.
(fig. 67)

Cette espèce a été rencontrée une seule fois, en très petit nombre d'exemplaires, dans un sable fin, homogène et un peu jaunâtre de l'Aber de Roscoff.

Aplati latéralement, et en forme de feuille, l'*Hemiophrys loxophylliforme* rappelle beaucoup un *Loxophyllum,* mais la disposition de la bouche et l'aspect des trichocystes en font un *Hémiophrys* assez typique.

Le côté droit seul est cilié et les cinéties sont au nombre de 12 environ. Le côté gauche est glabre et pourvu de deux plis apparents, limitant une zone marginale très fine et une zone centrale plus bombée qui est légèrement striée longitudinalement. La bouche s'ouvre dans

(1) Dédié à B. Dusart, zoologiste français.

le plan du bord convexe antérieur, et s'orne de quelques gros trichocystes, recourbés en faucille .L'appareil nucléaire est constitué par deux macronuclei sphériques d'assez grande taille (nous n'avons pas pu trouver trace de micronucleus). La partie postérieure de l'animal est générale-

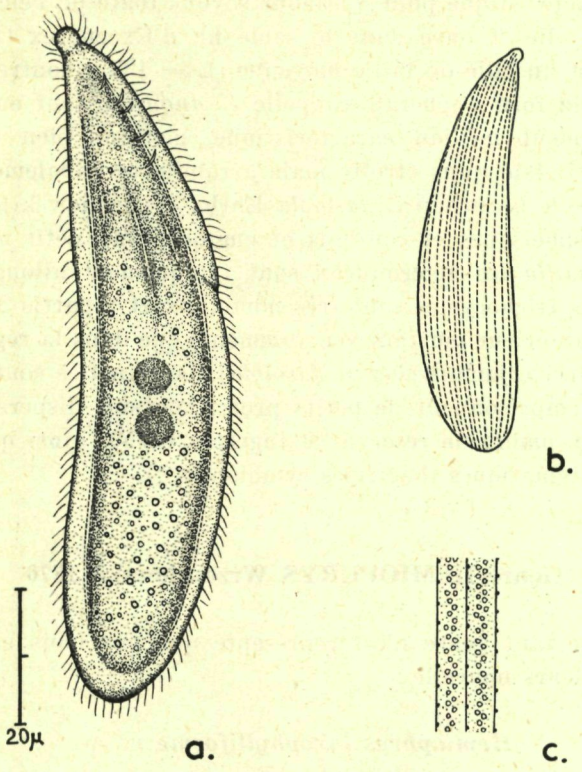

Fig. 67. — *Hemiophrys loxophylliforme* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) cinétome (schématique); c) Protrichocystes intercinétiques.

ment très opaque, car encombrée de nombreuses granulations très réfringentes (réserves ?). D'assez volumineux protrichocystes sphériques, incolores, peuvent être aisément observés entre les cinéties. Ce cilié mesure 80 à 110 µ de long et sa nage est assez lente.

Difficile à classer avec certitude le *H. loxophylliforme* est très proche de *Hemiophrys fusidens* Kahl, mais il en diffère par plusieurs caractères : taille plus petite, absence de vacuoles pulsatiles, nombre de cinéties plus faible. En outre, *H. fusidens* n'est connu que dans l'eau douce.

Hémiophrys rotunda Kahl

Un des échantillons de sable fin du Léman (Excenevex) contenait un joli *Hémiophrys* qui se rapprochait beaucoup de l'espèce *H. rotunda* de KAHL (1930). En fait, le cilié observé à Thonon ne correspondait pas tout à fait à la description de l'auteur allemand. C'est ainsi que nous avons compté 22 à 23 cinéties, au lieu de 16, que les macronuclei étaient ovalaires, et non pas sphériques, et que les trichocystes étaient un peu plus volumineux que ne l'a figuré KAHL, etc. Nous n'avons pas vu, non plus, la fusion des vacuoles pulsatiles ventrales, de manière à constituer un canal collecteur. Par ailleurs, la forme générale et la taille (200 μ) correspondent très bien au dessin publié par KAHL (1930, p. 187).

Hémiophrys (Lionotus) fusidens Kahl

Trouvé, à plusieurs reprises, dans le sable saumâtre, d'une petite pièce d'eau du Canet (« place A » du Professeur PETIT) *H. fusidens* est connu aussi bien des eaux douces que des eaux saumâtres (jusqu'à 3 pour mille de chlorinité), et sa répartition habituelle nous permet d'affirmer qu'il ne constitue pas un cilié typiquement psammique.

Genre LOXOPHYLLUM Dujardin-Wrzesniowski, 1870

Ce genre, riche en espèces et largement répandu est un des mieux représentés dans le milieu interstitiel. Il est difficile de rencontrer un échantillon de sable fin ou grossier qui ne montre pas plusieurs espèces de *Loxophyllum*. Le nombre des individus n'est pas toujours très grand, mais celui des espèces est assez considérable. KAHL (1930, 1935) et BOCK (1952) à Kiel, en avaient rencontré une dizaine. Deux ou trois d'entre elles semblent montrer une adaptation assez nette au milieu interstitiel, tandis que certaines autres, au demeurant très communes, ne sont certainement que des hôtes accidentels du mésopsammon.

Loxophyllum helus Stokes

Cette espèce, une des plus banales parmi les ciliés marins, est très fréquente dans les échantillons de sable les plus variés. Rencontrée par KAHL (1930) dans les milieux saprobes les plus divers, elle a été observée par BOCK (1952) dans les sables de la région de Kiel. Nous l'avons retrouvée un peu partout, dans l'Aber de Roscoff, ainsi que dans un

sable saumâtre de la région de Banyuls-sur-Mer (dans ce dernier cas, la taille de l'animal atteignait 300 μ et nous avons pu y compter environ vingt cinéties). Dans l'ensemble, nos observations ne font que confirmer celles de nos prédécesseurs.

Loxophyllum helus, Stokes var. ***minimus*** n. var.
(fig. 68)

Très voisine du précédent, mais de très petite taille (L = 75 μ), cette variété a été trouvée, en assez grande abondance, dans un sable moyennement fin et assez hétérogène de l'Aber de Roscoff.

Morphologiquement presque identique au *L. helus,* cette nouvelle variété ne montre que 15 à 16 cinéties (tandis que sur le côté glabre, l'on peut compter 6 à 8 stries ou plis cuticulaires). Sa forme générale

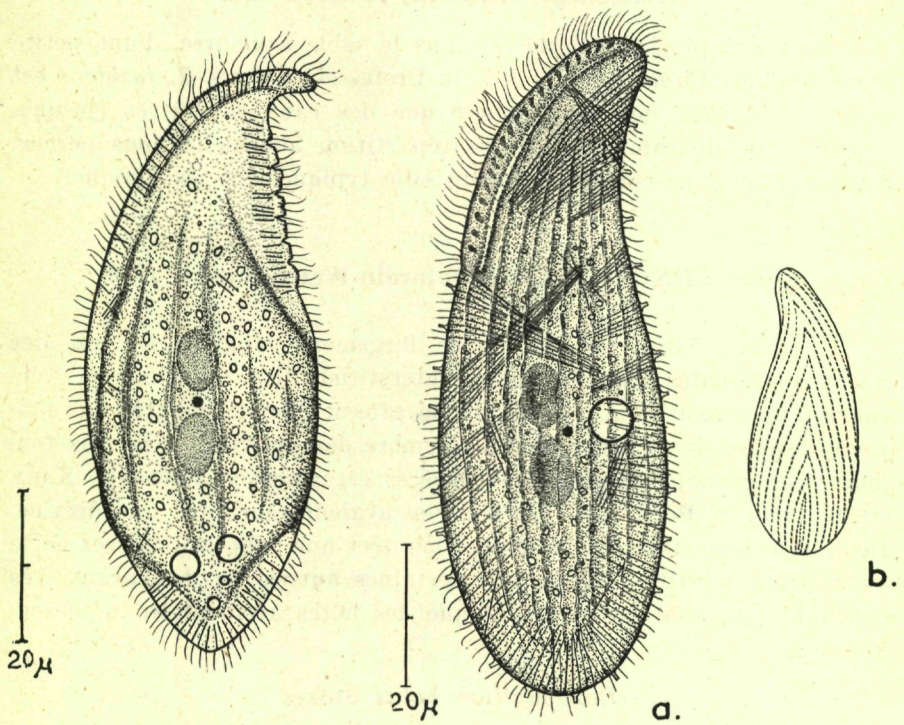

FIG. 68. — *Loxophyllum helus* Stokes, var. *minimus :*
Aspect général, sur le vivant.
(dessin de gauche)

FIG. 69. — *Loxophyllum fibrillatus* Dragesco :
a) Aspect général, sur le vivant; b) schéma de la disposition des cinéties.
(dessin de droite)

est plus trapue mais sa grande flexibilité lui permet, parfois, de s'enrouler en hélice. Cette variété ressemble aussi au *Loxophyllum simplex* Kahl, mais cette dernière espèce est beaucoup plus grande (200 µ) et trop sommairement décrite pour pouvoir être assimilée à notre petit cilié proche de *L. helus*. Nous en faisons donc, au moins provisoirement, une variété de l'espèce type, caractérisée par sa forme arrondie, sa petite taille et le nombre plus petit de cinéties.

Loxophyllum trinucleatum Mansfeld

Ce cilié marin a été observé, une seule fois, dans un sable très fin de l'Aber de Roscoff. Nous l'avons assimilié au *L. trinucleatum*, en dépit du fait que la taille des individus mesurés par nous atteignent 180 µ (contre 75 µ pour le *L. trinucleatum* type) et que la forme de l'animal nous a semblée beaucoup plus effilée. Par ailleurs (appareil nucléaire constitué par trois macronuclei, vacuole contractile antérieure, trichocystes ornant tout le pourtour, etc.), la structure de ce cilié correspond parfaitement aux descriptions des auteurs.

Loxophyllum meleagris Dujardin

Ce très banal cilié, fréquent dans toutes les eaux douces, a été trouvé par nous (et non sans étonnement) dans un sable fin et sale de l'Aber de Roscoff (au voisinage même du Laboratoire Lacaze-Duthiers). Son aspect général et sa morphologie nous obligent à l'assimiler au bien connu *L. meleagris*. La taille est, toutefois, légèrement plus petite (L = 350 µ) et la forme moyenne un peu plus large que dans l'espèce-type. Nous y avons observé 16 éléments macronucléaires, 20 à 22 cinéties et 16 à 18 stries sur le côté non cilié. Nous croyons que c'est la première fois que l'on signale ce cilié dans le milieu marin et nous pensons qu'il n'est dans le sable qu'un hôte accidentel et assez exceptionnel (1).

Loxophyllum undulatum Sauerbrey
(fig. 70)

Ce beau cilié, découvert par SAUERBREY (1928) dans le sable de la région de Kiel, et retrouvé par BOCK (1952) dans les mêmes conditions, s'est montré assez fréquemment dans certains échantillons de sable fin de l'Aber de Roscoff (et notamment à la « place 3 » de B. SWEDMARK).

(1) Nous avons retrouvé dernièrement *L. meleagris* dans les sables du Léman, ainsi que dans un sable légèrement saumâtre de Goulven.

Nos observations confirment et précisent celles de l'auteur allemand : sa forme est plus pointue postérieurement que ne l'a figuré SAUERBREY, tandis que sa taille nous a semblé légèrement plus petite. Les individus de Roscoff apparaissaient colorés en rose pâle, à cause des protrichocystes intercinétiques pigmentés. Tout le bord dorsal est dépourvu de trichocystes et la chaîne nucléaire est plutôt ventrale. Le cytoplasme est transparent, vacuolaire et légèrement fibreux. Le bord ventral (garni de trichocystes un peu recourbés) a tendance à onduler (comme chez *L. meleagris*). La longueur moyenne est de 600 µ.

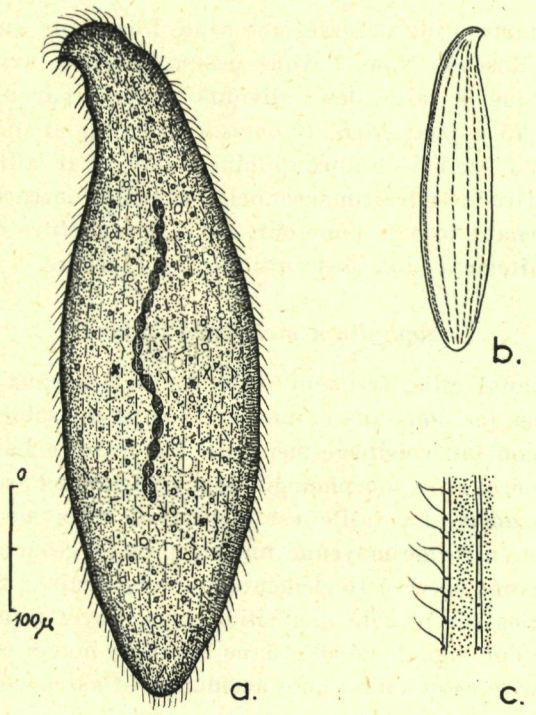

FIG. 70.
Loxophyllum undulatum Sauerbrey
a) Aspect général sur le vivant; b) striations de la face gauche; c) protrichocystes intercinétiques.

Loxophyllum setigerum Quennerstedt
(fig. 72 a)

Ce très fréquent et très variable cilié marin a été signalé dans le sable, pour la première fois par BOCK (1952). Nous l'avons observé nous-

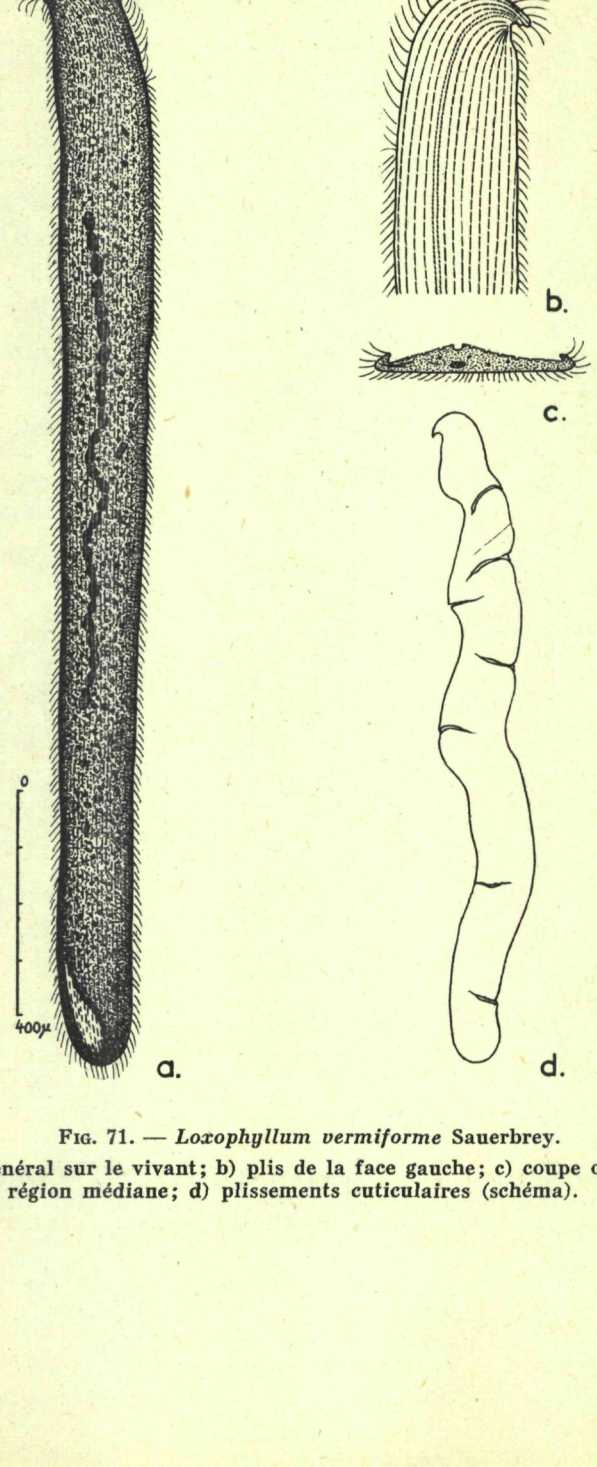

FIG. 71. — *Loxophyllum vermiforme* Sauerbrey.

a) Aspect général sur le vivant; b) plis de la face gauche; c) coupe optique théorique dans la région médiane; d) plissements cuticulaires (schéma).

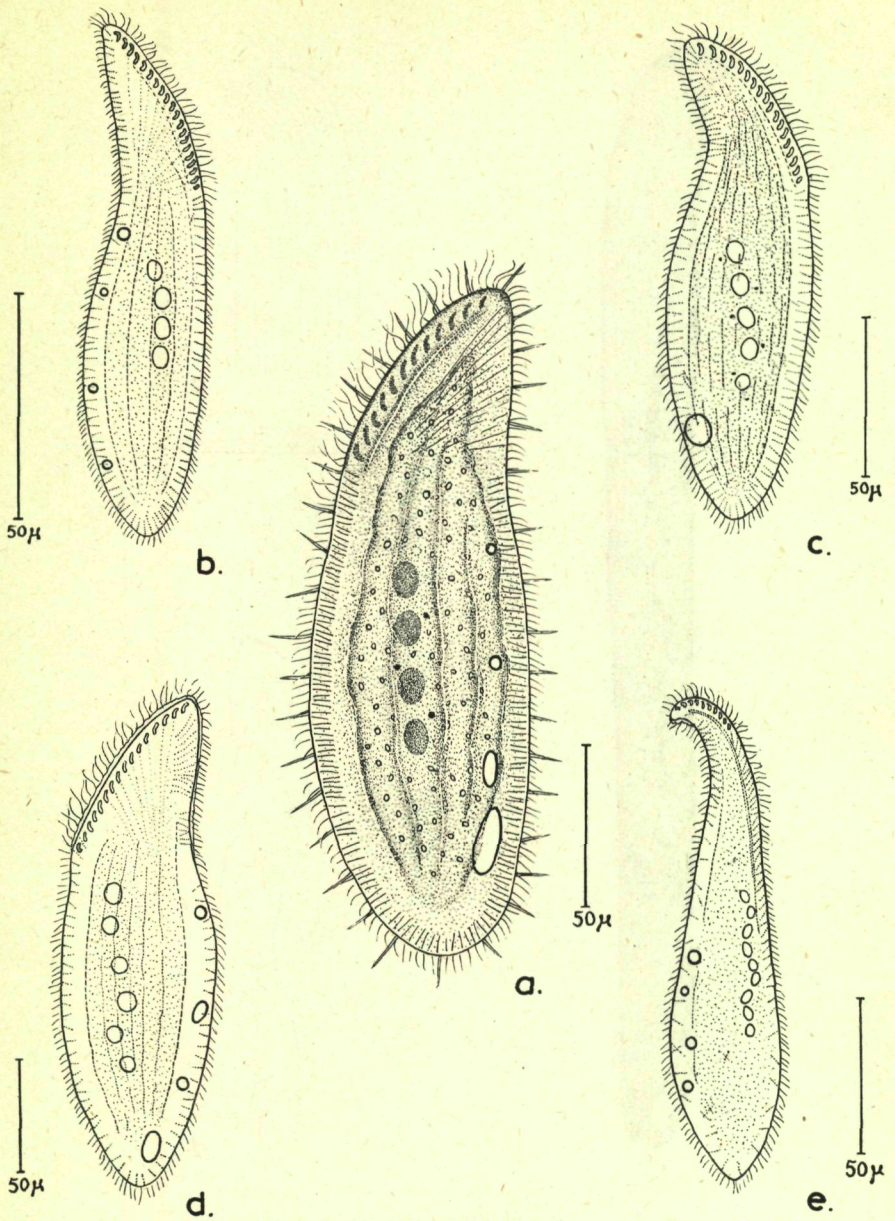

FIG. 72. — *Loxophyllum setigerum* Quennerstedt et les espèces ou variétés voisines: a) *L. setigerum* typique; b) *L. setigerum* var. *fibrillatus* (n. var.); c) *Loxophyllum variabilis* (n. sp.); d) *L. variabilis* (n. sp.) forme à six noyaux; e) *Loxophyllum* sp. (variété de *L. meleagris* ?).

même, depuis 1951, et de façon constante dans les sables fins les plus variés aussi bien à Roscoff qu'à Banyuls. Nous dirons même que cet infusoire constitue l'une des espèces les plus banales du milieu mésopsammique (en dépit du fait même qu'elle soit très fréquente partout ailleurs, et que sa présence dans le sable ne revêt pas une signification écologique particulière).

Ce cilié nous a semblé extrêmement variable, aussi bien en ce qui concerne sa taille (entre 80 et 330 µ !!) que sa forme et certains aspects de sa structure. Dans l'ensemble, nos observations correspondent bien avec les figures données par KAHL (1931) et nous ne décrirons pas à nouveau cette espèce si bien connue. Nous préciserons seulement quelques points de détail : les cinéties sont au nombre de 22 environ et les espaces intercinétiques sont garnis de petits protrichocystes (répartis en désordre sur la face glabre). Bien souvent, les individus rencontrés étaient amicronuclées (réaction nucléale de FEULGEN). Les trichocystes antérieurs nous ont semblé souvent plus longs que les autres. Les « papilles » en relief, qui ornent la lèvre gauche de la fente buccale, montrent une structure grenue (nous ignorons complètement le rôle de ces formations). Enfin, les soies rigides qui entourent complètement le corps de l'animal, nous ont semblé labiles car nous n'avons pas pu les voir sur tous les individus.

Loxophyllum setigerum Quennerstedt ***var. fibrillatus*** nov. var.
(fig. 72 b et 73)

Ce joli cilié, très voisin du précédent, a été trouvé dans le sable fin de l'Aber de Roscoff et revu un grand nombre de fois, dans ces échantillons provenant de stations très diverses.

Cet infusoire ressemble énormément au *L. setigerum*-type : taille (180 à 280 µ), nombre de macronuclei, disposition des trichocystes, existence de papilles peribuccales, vacuoles contractiles multiples et dorsales, etc... Deux différences importantes sont toutefois à signaler de façon constante : absence de soies rigides marginales et présence d'un faisceau de très longues et très ténues fibrilles qui partent de la région buccale pour se diriger vers le milieu du corps (voir fig. 73).

Loxophyllum pseudosetigerum Dragesco
(fig. 76)

Ce cilié, bien embarrassant lui aussi, a été trouvé dans un sable fin de l'Aber de Roscoff, en un assez petit nombre d'exemplaires. Cette espèce est, elle aussi, très proche de *L. setigerum* Quenn., par l'existence

de soies périphériques rigides et de papilles péribuccales. Les différences sont toutefois assez considérables : la forme du corps est très élargie et très arrondie, l'appareil nucléaire est constitué par une douzaine de macronuclei sphériques (les micronuclei n'ont pas été observés), les trichocystes sont plus longs et la vacuole contractile est unique. Le nombre de cinéties est toutefois du même ordre que chez *L. setigerum*. Ce cilié se rapproche un peu aussi du *L. multinucleatum* Kahl, mais il s'en différencie aisément, car ce dernier est beaucoup plus large et dépourvu de papilles et soies marginales du type *setigerum* ou *verrucosum*. Le côté glabre est très plissé. Longueur : 180 µ.

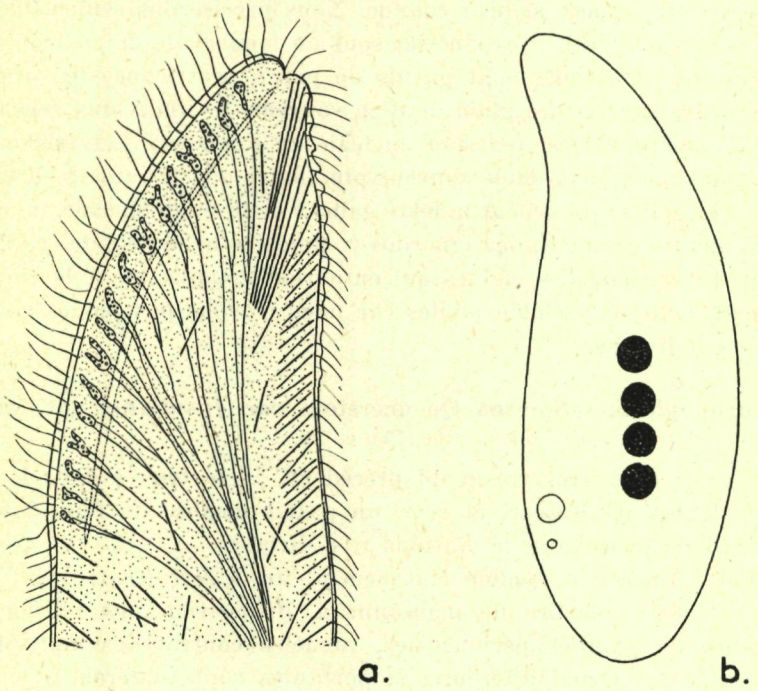

FIG. 73. — *Loxophyllum setigerum* var. *fibrillatus* n. var. : a) Fibrilles péri-buccales (demi-schématique) ; b) Macronuclei d'une race amicronuclée (réaction nucléale de FEULGEN).

Loxophyllum lanceolatum Dragesco
(fig. 74)

Ce joli cilié est assez peu fréquent dans le sable fin de l'Aber de Roscoff. Il ressemble énormément au *L. uninucleatum* Kahl, mais s'en différencie par un caractère qui est, *peut-être,* très important : notre

cilié montre, toujours, la présence de *deux* macronuclei de petite taille (avec un micronucleus intercalaire) à la place du gros macronucleus ovalaire unique, qui caractérise l'espèce de KAHL (1928). Dans ces conditions, nous sommes obligé de considérer notre cilié comme étant nouveau, et nous le décrivons comme suit : petit *Loxophyllum* (L : 90 µ) très plat et en forme de feuille (pointu postérieurement). Le côté droit cilié montre neuf cinéties, tandis que le côté glabre est pourvu de deux à quatre plis assez apparents. Les cils, assez longs, sont très développés autour des lèvres de la longue fente buccale. Entre les cinéties et aussi

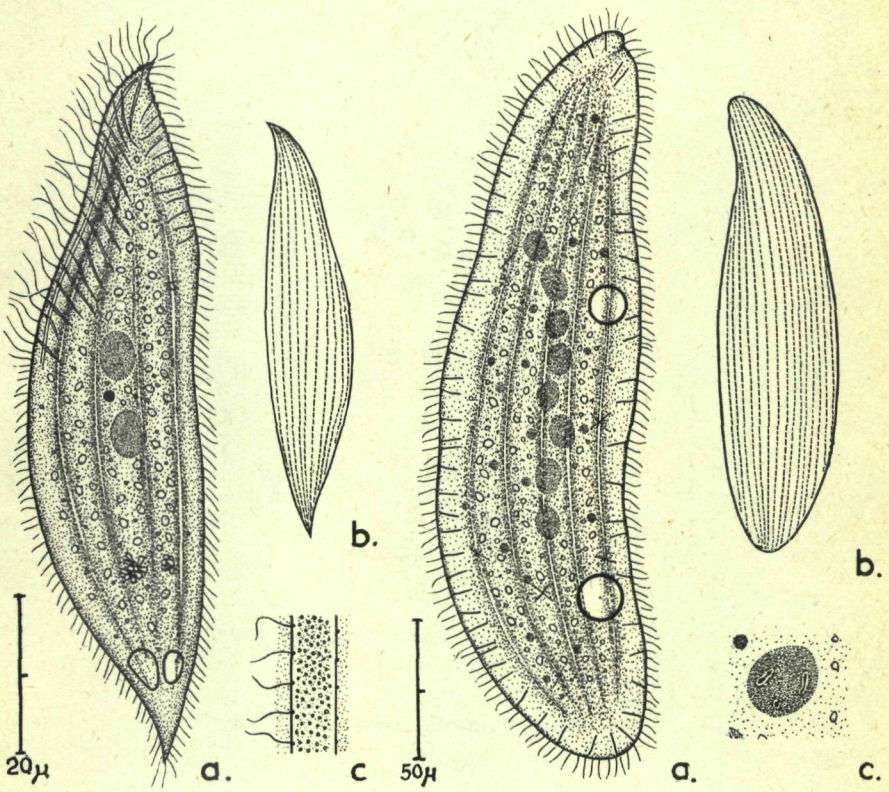

FIG. 74. — *Loxophyllum lanceolatum* Dragesco :
a) Aspect général, sur le vivant; b) schéma du cinétome; c) protrichocystes. (dessin de gauche)

FIG. 75. — *Loxophyllum laevigatum* Sauerbrey :
a) Aspect général, sur le vivant; b) schéma du cinétome; c) macronucleus (schéma). (dessin de droite)

du côté glabre, on peut observer une grande quantité de très petits protrichocystes. Les trichocystes sont très longs et visibles surtout dans la région de la bouche ainsi que dans les petites papilles antérieures dorsales. La vacuole contractile est terminale et généralement dédoublée. Le cytoplasme, très transparent, est souvent chargé en inclusions réfringentes. La nage est lente et la contractibilité assez grande.

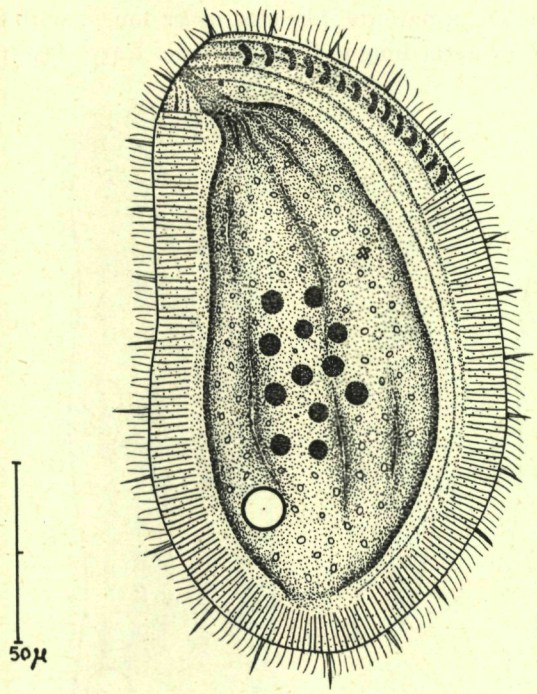

FIG. 76. — *Loxophyllum pseudosetigerum* Dragesco : Aspect général, sur le vivant.

Loxophyllum laevigatum Sauerbrey

(fig. 75)

Ce grand cilié (L : 260 µ) a été trouvé dans un sable très fin et homogène, recueilli à l'Ile de Batz (au large de la ville de Roscoff).

Ce n'est pas avec une grande conviction que nous avons assimilé cette aspèce au *Loxophyllum laevigatum* de SAUERBREY (1928), en dépit des quelques ressemblances et du fait que cette dernière espèce a été découverte dans le milieu interstitiel et revue par BOCK (1952) dans les sables de Kiel.

En effet, si la taille (260 µ contre 270 µ), la forme approximative, l'appareil nucléaire sont les mêmes dans les deux espèces, le *Loxophyllum* de Roscoff montre deux vacuoles contractiles (dont une antérieure), moins de cinéties (14 contre 40), des trichocystes sur tout le pourtour (seulement du côté ventral d'après SAUERBREY) et du pigment sombre intra-cytosplasmique. En outre, notre cilié montre la présence d'algues symbiontes (zooxanthelles). Il est donc très probable qu'on ait affaire à une espèce nouvelle.

Loxophyllum variabilis Dragesco

(fig. 72 c)

Cette espèce, difficile à classer, a été trouvée, assez fréquemment, aussi bien à Roscoff qu'à Banyuls dans des échantillons de sables de granulométrie très différente. Dans l'ensemble, cette espèce reste très proche de *L. setigerum* Quenn. par sa taille (100 à 260 µ), la forme générale du corps, la position des vacuoles contractiles, l'aspect des trichocystes, la présence de papilles péribuccales, etc... En revanche, ce cilié montre toujours cinq macronuclei (au lieu de quatre) et, parfois jusqu'à sept, ainsi qu'une absence totale de soies (épines) marginales rigides. En outre, les individus observés se sont montrés très variables, non seulement en ce qui concerne la taille et la forme du corps, mais aussi du point de vue de leur structure interne : nombre de macronuclei, taille des trichocystes et des protrichocystes, nombre et aspect des plis de la face glabre, nombre des vacuoles contractiles, etc... Le nombre de cinéties est de 16 ou 17, donc légèrement inférieur à ce que nous avons vu chez *L. setigerum* (22). Quoi qu'il en soit, il est très malaisé de conclure et ce n'est que provisoirement que nous nous décidons de créer une espèce synthétique : *L. variabilis* pour définir ces animaux embarrassants.

Loxophyllum kahli n. sp.

(fig. 77)

Ce curieux cilié, voisin de *Loxophyllum setigerum,* a été trouvé, par nous, en assez grande quantité, dans un échantillon de sable fin de l'Aber de Roscoff.

Les caractéristiques morphologiques de cette espèce semblent constituer un panachage entre celles de *L. setigerum* et *L. variabilis* avec toutefois quelques petites caractéristiques inédites :

De petite taille (L : 120 µ) *Loxophyllum kahli* est un cilié large et plat dont la forme, la disposition des trichocystes, l'aspect des « papilles » buccales et la position des vacuoles contractiles rappellent

tout à fait le typique *L. setigerum*. En revanche, l'absence de soies marginales rigides et l'aspect général rappelleraient plutôt le *L. variabilis*. Le nombre des macronuclei est de 11 à 12, ce qui nous éloigne assez sensiblement des deux espèces précédentes, pour nous rapprocher du *L. pseudosetigerum*. Deux autres caractéristiques le différencient toutefois de tout cet ensemble d'espèces voisines : le nombre des cinéties est plus grand (22 à 24) et le pourtour du corps est orné d'une frange ectoplasmatique ou cuticulaire festonnée.

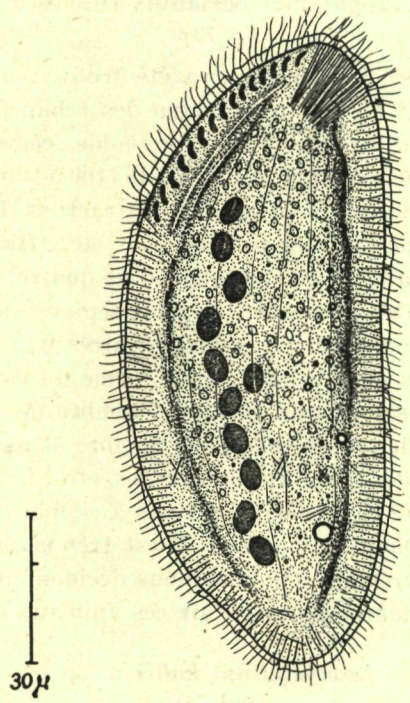

FIG. 77. — *Loxophyllum kahli* n. sp. : Aspect général, sur le vivant.

Loxophyllum sp,
(fig. 72 e)

Cette espèce, que nous préférons ne pas assimiler à une espèce existante, et encore moins à considérer comme une espèce nouvelle, a été observée, à plusieurs reprises, dans un sable fin et homogène de

l'Aber de Roscoff (1). C'est un *Loxophyllum* qui présente, lui aussi, un panachage de caractères communs à plusieurs espèces : forme élancée (se rapprochant de *P. meleagris*) taille moyenne (L : 180 µ) macronuclei en chapelet de 10 unités (un peu comme *L. undulatum*), papilles buccales (petites et peu nombreuses) du type *L. setigerum*, trichocystes peu nombreux, vacuoles contractiles dorsales, etc... En fait, ce cilié rappelle beaucoup *L. kahli*, mais ne possède ni protrichocystes ni expansions cuticulaires ou ectoplasmatiques et le nombre de ses cinéties reste assez bas (12 à 14). Sa détermination n'en demeure que plus embarrassante.

Loxophyllum fibrillatus Dragesco
(fig. 69)

Ce curieux cilié a été trouvé tout d'abord en 1952 dans un sable fin du Banc de Ledanet (Finistère) et, ensuite dans le sable vaseux du vieux port de Roscoff (donc, dans des sables extrêmement différents).

Cette espèce rappelle, à première vue, le *Loxophyllum setigerum* Quenn. par son aspect global et la présence de ces sortes de papilles qui ornent la lèvre gauche de la fente buccale. En fait, les différences sont considérables et assez inédites : *L. fibrillatus* a une très belle forme régulière, arrondie postérieurement. Le côté droit montre environ 24 cinéties à disposition assez curieuse (s'imbriquant sur une ligne fictive médiane) tandis que le côté gauche est pourvu de 20 à 22 striations ondulées. Tout le pourtour du corps est garni de très curieuses expansions courtes et épaisses à terminaison tronquée (très différentes des soies pointues de *L. setigerum*). Les cils sont assez fins et légèrement plus longs tout autour de la fente buccale. De fins protrichocystes ornent ls espaces intercinétiques. Les trichocystes sont très longs et courbes et certains faisceaux antérieurs atteignent des dimensions extraordinaires dépassant la largeur de l'animal et ressemblant plutôt à des faisceaux de trichites. Les « papilles » péribuccales sont prolongées par des fibrilles qui disparaissent dans le cytoplasme. L'appareil nucléaire est constitué par deux macronuclei ovalaires et un micronucleus intercalaire. La vacuole contractile est latérale et postérieure. La longueur atteint 90 µ (toutefois, un individu trouvé dans le sable fin de la place « 3 » de SWEDMARK montrait une taille plus grande et comptait environ 30 cinéties).

(1) Tout dernièrement (1956), nous l'avons retrouvée dans un sable fin de Goulven. Sa forme était plus arrondie, le nombre de macronuclei oscillait entre 10 et 16 (L = 180 à 230 µ).

Loxophyllum psammophyllus Dragesco

(fig. 78)

Ce magnifique cilié, représentant typique de la faune microporale, a été trouvé, en 1951, dans un sable moyennement fin de l'Aber de Roscoff. Absolument différent de toutes les autres espèces connues, le *Loxophyllum psammophyllus* est un animal de grande taille (L : 450 µ) et de forme très allongée. Plat et très flexible, il lui arrive souvent de se tordre en hélice pendant la nage. Il est caractérisé, entre autres, par son appareil nucléaire constitué par plusieurs dizaines de petits éléments macronucléaires sphériques. La vacuole pulsatile est terminale et il existe des vacuoles satellites tout le long de la face dorsale. Les trichocystes ornent surtout le côté ventral et semblent concentrés uniquement aux extrémités et au bord dorsal. On remarque, en outre, de nombreux trichochystes, parfois en paquets, épars dans le cytoplasme. Chose curieuse, il semble que ce soit le côté gauche qui est cilié (cinéties assez nombreuses), tandis que le côté droit reste glabre et plissé longitudinalement. Entre les cinéties, et sur toute la face glabre, on remarque de très fins et nombreux protrichocystes. La nage est assez lente, avec des torsions du corps en hélice. La face ciliée est thigmotactique.

Loxophyllum vermiforme Sauerbrey

(fig. 71)

Cette extraordinaire espèce, découverte en 1928 par Sauerbrey, a été retrouvée par Bock (1952) dans les sables de la région de Kiel, et par nous-même, à plusieurs reprises, dans les sables fins de l'Aber de Roscoff (place « 5 » de B. Swedmark).

Nos observations confirment et précisent les descriptions de Sauerbrey (1928). La taille est gigantesque (jusqu'à 2 000 µ, à Roscoff) et la forme plus allongée et plus droite que ne l'a figuré l'auteur allemand. Ce cilié est d'ailleurs très contractile et extrêmement plat. Il montre donc une tendance à se replier sur lui-même, jusqu'à constituer, parfois, un petit tas de forme invraisemblable. Le côté droit est seul cilié (24 à 26 cinéties) tandis que le côté gauche montre un grand pli central (en gouttière) et une douzaine de plis moins apparents. Les trichocystes, assez longs, garnissent uniquement le bord ventral. (On en voit aussi, épars dans le cytoplasme). La vacuole contractile est terminale et de grande taille. L'appareil nucléaire est constitué par un chapelet de macronuclei ovalaires (20 à 40 éléments).

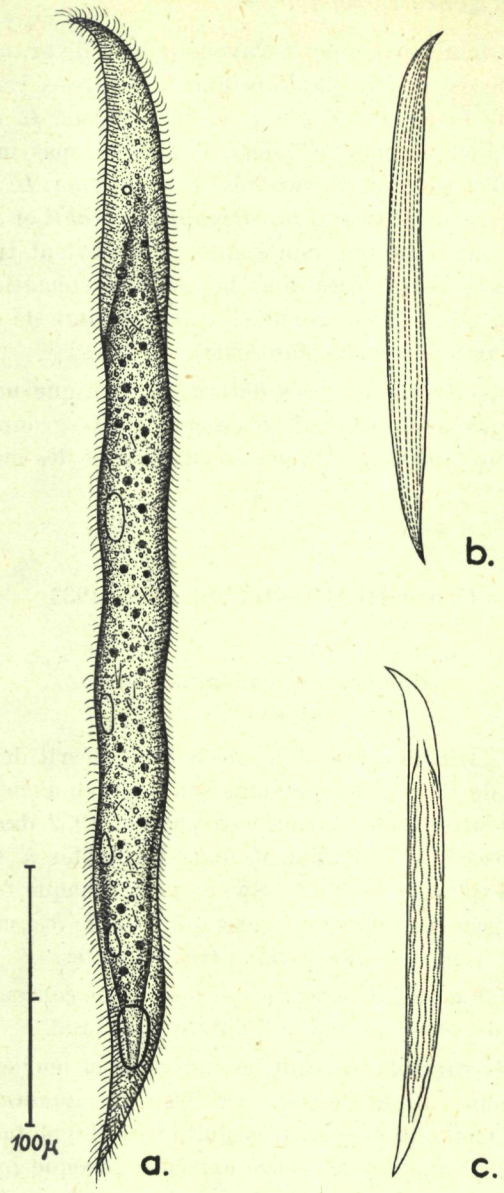

FIG. 78. — *Loxophyllum psammophyllus* Dragesco :
a) Aspect général, sur le vivant; b) face ciliée (schéma); c) face non-ciliée (plis).

Systématique du genre *Loxophyllum*

Si, d'une façon générale, nous n'avons pas eu de grandes difficultés à définir les espèces de *Loxophyllum* que nous avons rencontrées (des espèces telles que *L. psammophylum, L. vermiforme, L. undulatum, L. helus, etc.* sont parfaitement définies), il n'en est pas moins vrai que tout un groupe d'espèces ou de variétés (*L. setigerum, L. setigerum* var. *fibrillatum, L. pseudosetigerum, L. variabilis, L. kahli* et *L. sp.*) montre une variabilité pour le moins inquiétante, et il devient très difficile de savoir quels sont les caractères dont la valeur systématique reste sûre et bien définie (nombre de macronuclei, taille, nombre de cinéties même, semblent régis par une aimable fantaisie).

Nous ne considérons donc les déterminations que nous avons établies que comme provisoires et sujettes à caution. Le groupe *L. setigerum* devra être, un jour, réétudié à l'aide de cultures et des méthodes biométriques.

Genre HEMIONOTUS, Kahl 1933

Hemionotus caudatus Kahl

(fig. 79)

Trouvé par KAHL dans les sables de Kiel, et décrit dans son manuscrit, non publié, de 1933, ainsi que dans son ouvrage d'ensemble de 1935, *Hemionotus caudatus* a été retrouvé en 1950 et 1952 dans le sable fin de l'Aber de Roscoff, et notamment dans les sables à *Psammodrillus balanoglossoïdes* (place « 3 » de B. SWEDMARK). Chaque fois nous avons trouvé, assez aisément, plusieurs exemplaires de ce cilié, mais son extrême fragilité rend les observations très délicates.

La description de KAHL est exacte et nous nous contentons de confirmer et préciser les observations de l'auteur allemand.

De taille très variable (suivant les individus et leur état de contraction ou d'extension), allant de 600 µ à 1 400 µ, *Hemionotus caudatus* est un cilié extrêmement allongé et très plat, très thigmotactique du côté cilié (côté droit). D'une transparence extrême (presque invisible sous la loupe binoculaire) son bord ventral est plus long que le bord opposé et se plisse en ondulations labiles et mouvantes. L'animal est très contractile et sa nage est lente et consiste plutôt en un plissement sur le support.

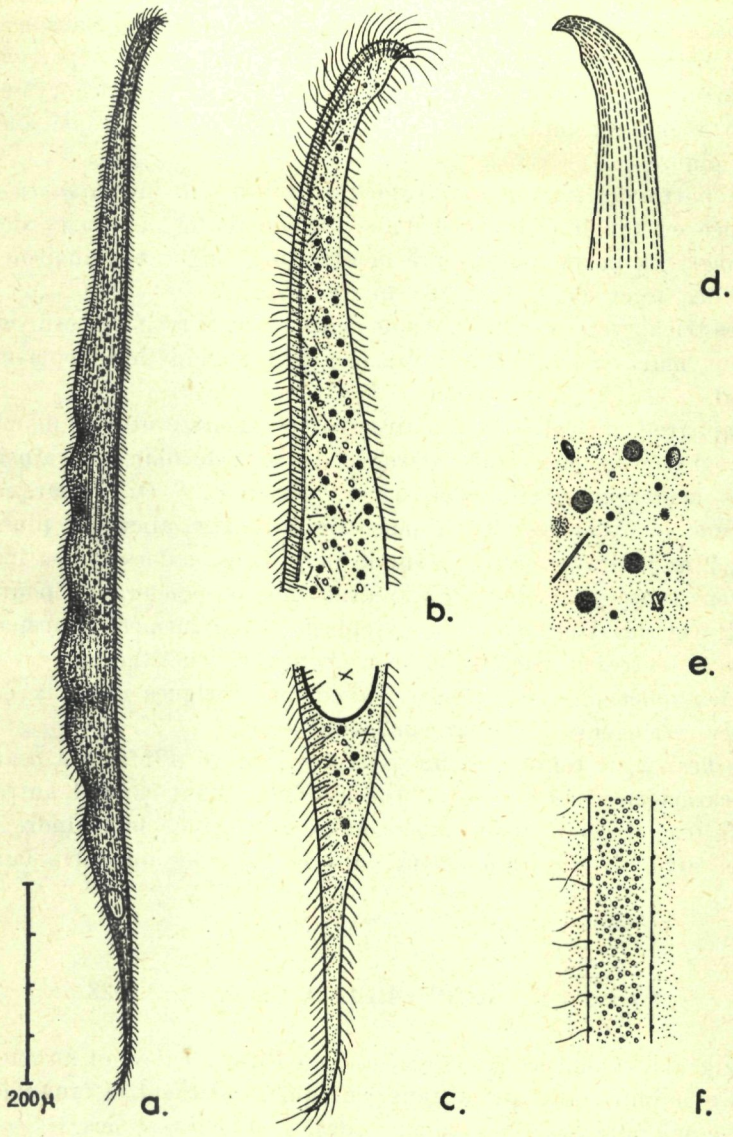

FIG. 79. — *Hemionotus caudatus* Kahl :
a) Aspect général sur le vivant; b) partie antérieure, montrant les trichocystes et les noyaux; c) partie postérieure; d) schéma de la ciliature antérieure (sur le vivant); e) inclusions cytoplasmiques : macronuclei, micronuclei, trichocyste, cristaux, etc.; f) protrichocystes intercinétiques.

Le côté droit seul est cilié (16 cinéties environ), tandis que le côté gauche est glabre et pourvu de plis longitudinaux. Nous n'avons pas remarqué, ainsi que l'affirme KAHL, que les cinéties dépassent du côté dorsal mais nous avons pu observer de fins protrichocystes en navette, régulièrement répartis entre les stries ciliaires ainsi que sur le côté glabre.

La partie antérieure, qui rappelle tout à fait un *Lionotus,* est recourbée en faucille et ornée d'une grande fente buccale et de cils plus longs. La partie postérieure montre une longue terminaison caudale effilée, légèrement recourbée du côté ventral.

Des trichocystes du type toxique ornent tout le long du bord ventral ondulant, mais on en voit aussi un peu partout dans le cytoplasme de l'animal.

L'appareil nucléaire est constitué par plusieurs centaines de macronuclei sphériques, mesurant environ 3 microns de diamètre, ainsi que de très nombreux micronuclei, encore plus petits. On remarque, en outre, une volumineuse vacuole pulsatile terminale, ainsi que plusieurs autres, plus petites, réparties tout le long du côté dorsal. Les ingesta sont représentés par des algues, avec une prépondérance pour des Flagellés et des Diatomées. Le cytoplasme, extrêmement transparent, montre, en outre, un chondriome peu abondant, constitué par des mitochondries sphériques ou ovalaires, ainsi que quelques cristaux et des granules réfringents, de nature indéterminée.

Ce beau cilié représente un exemples typique d'infusoire psammophile, caractérisé par une sensibilité extrême à tout contact autre que le sable (car il éclate instantanément au contact de la moindre bulle d'air et cytolyse très rapidement dans les pipettes ou entre lame et lamelle).

Genre CENTROPHORELLA Sauerbrey, 1928

Ce genre, découvert par Sauerbrey en 1928, est devenu aujourd'hui un des plus importants parmi tous ceux qui constituent la faunule infusorienne microporale. Très voisines des *Remanella* et des *Geleia,* les *Centrophorella* n'en constituent pas moins un genre très bien défini par la partiularité de posséder des caulobactéries symbiontes, implantées sur le côté non cilié, bactéries différentes suivant l'hôte, mais qui se retrouvent chez toutes les espèces du genre. A l'unique espèce des auteurs antérieurs, FAURE-FREMIET (1950 et 1951) en rajoute deux

nouvelles, tandis que Bock (1952) revoit deux d'entr'elles et que nous-même (entre 1951 et 1955) retrouvons ces trois espèces ainsi que plusieurs autres nouvelles. Dans les sables fins et homogènes, les *Centrophorella* sont toujours assez abondamment représentées et constituent un bon critère de la richesse d'une faunule microporale type (fig. 80).

Centrophorella fasciolata Sauerbrey
(fig. 81)

La plus commune de toutes, mais aussi la plus variable, *Centrophorella fasciolata* a été longuement décrite par E. Faure-Fremiet (1950). Découvert par Sauerbrey (1928) et revu par Kahl (1933-1935) et Noland (1937), mais toujours en petite quantité, ce curieux cilié s'est toujours montré très abondant, aussi bien à Concarneau qu'à Banyuls et à Roscoff. Contrairement donc à l'opinion des auteurs anciens, il semble aujourd'hui évident que *C. fasciolata* est un cilié très commun, car nous l'avons vu souvent en quantité prodigieuse. La structure fine de cette espèce, ainsi que celle des bactéroïdes symbiontes qui recouvrent la face non ciliée, ont été admirablement décrites par Faure-Fremiet (1950-1951) et nous n'y reviendrons pas. Nous ajouterons seulement que nous l'avons rencontrée en énormes quantités dans le sable fin, mais saprobe, de l'Ile Verte (il nous a, d'ailleurs, toujours semblé que les *Centrophorella* étaient des ciliés plutôt saprobes). Dans la plupart des cas, la taille est extrêmement variable, la longueur pouvant atteindre 800 µ ou descendre à 200 µ seulement. Un individu, particulièrement filiforme, atteignait 1 600 µ et possédait une extrémité caudale étalée et arrondie. Il s'agissait peut-être d'une espèce nouvelle que nous n'avons pas eu la possibilité d'étudier plus en détail.

Centrophorella fistulosa Fauré-Frémiet
(fig. 80)

Admirablement étudiée par Faure-Frémiet (1950), qui l'a découverte dans les sables fins du Mousterlin, cette superbe espèce est assez fréquente dans la région de Roscoff, et nous avons pu la filmer et l'observer assez fréquemment. En tout point semblable à la description donnée par notre maître, *G. fistulosa* mesure, en moyenne, 1 mm de long. et sa masse totale est assez considérable. Nous rappelons ici que les curieux bactéroïdes phorétiques, qui sont régulièrement implantés sur toute la face non ciliée, semblent pouvoir être définis comme étant des caulobactéries (au sens de Henrici).

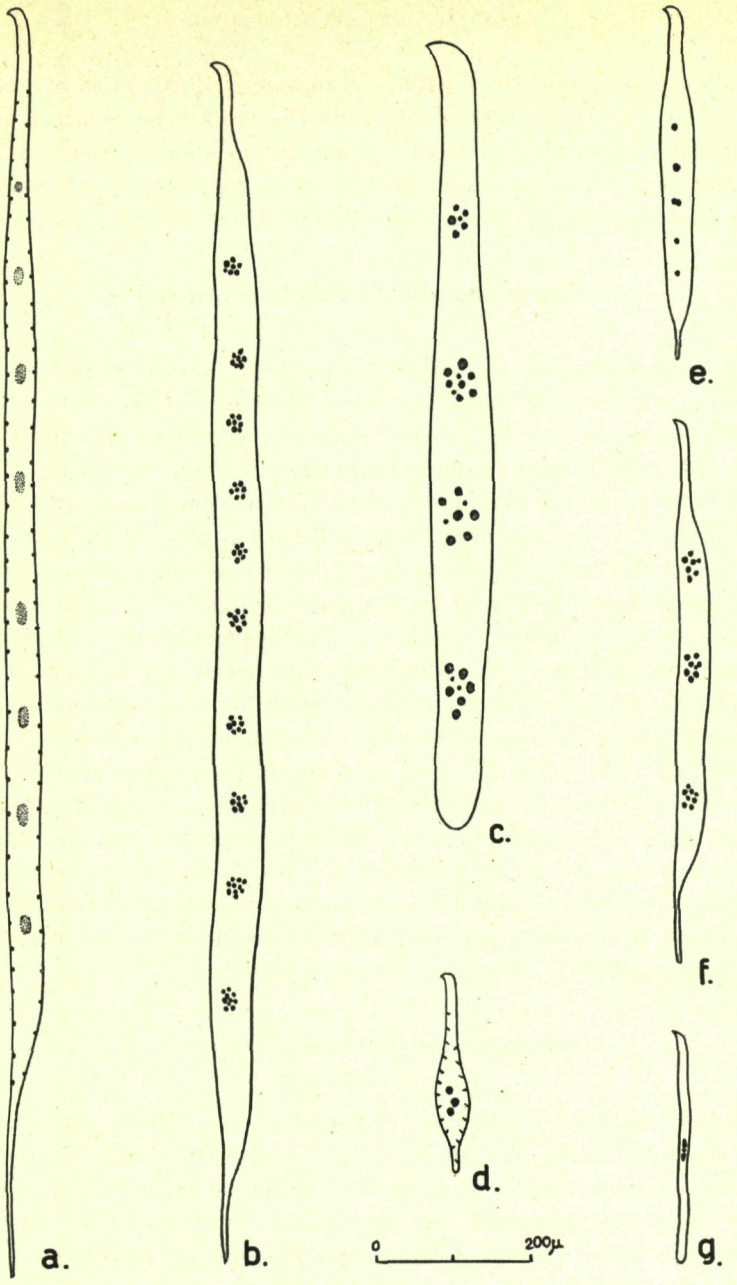

FIG. 80. — Les diverses espèces du genre *Centrophorella* (figures schématiques) :

a) *Centrophorella longissima* Dragesco; b) *C. fistulosa* Fauré-Fremiet; c) *C. grandis* Dragesco; d) *C. trichocystus* Dragesco; e) *C. lanceolata* Fauré-Fremiet; f) *C. faurei* Dragesco; g) *C. fasciolata* Sauerbrey.

Centrophorella lanceolata Fauré-Frémiet

Découverte par Fauré-Frémiet (1951), dans les sables du Cape Cod (U.S.A.), cette espèce a été revue par nous-même à Roscoff, vers la même époque et par Bock (1952) dans la région de Kiel. L'espèce observée par nous était, en tous points, semblable à celle décrite par notre maître, et il nous semble inutile d'y ajouter quelque chose.

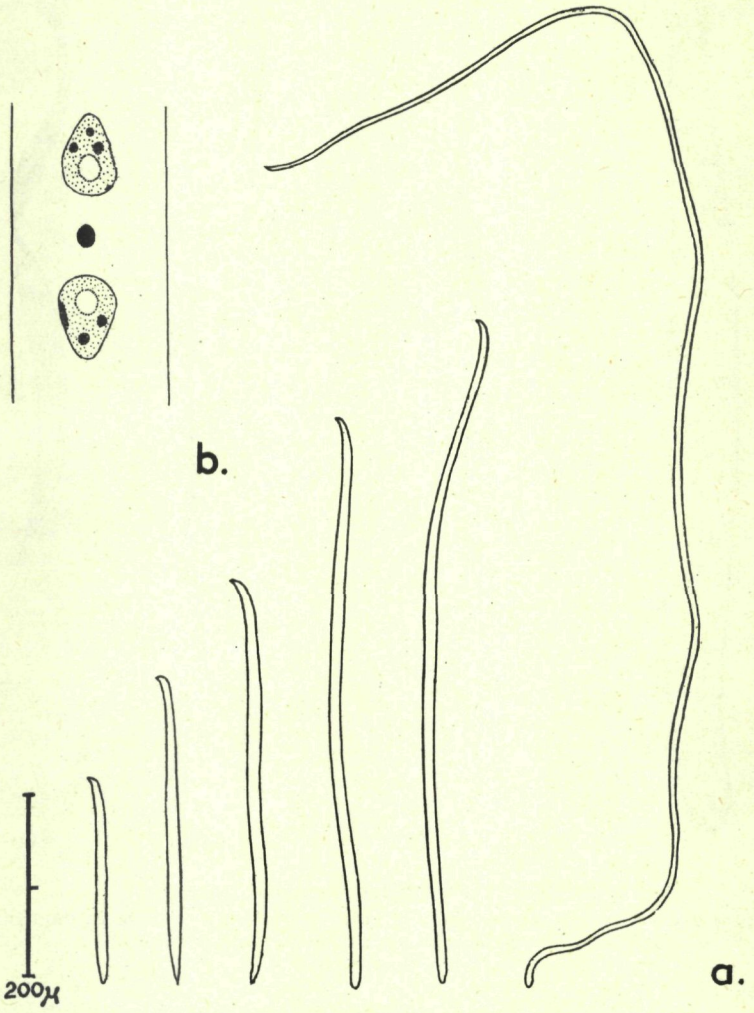

Fig. 81. — *Centrophorella fasciolata* Sauerbrey :
a) Variabilité de taille chez divers individus de l'Aber de Roscoff; b) appareil nucléaire (réaction nucléale de Feulgen).

Centrophorella grandis Dragesco
(fig. 82)

Trouvée dans le sable fin de l'Aber de Roscoff, cette grande espèce est assez proche de *Centrophorella fistulosa* Fauré-Frémiet, mais ne s'enroule jamais en gouttière comme cette dernière. Elle présente, tout

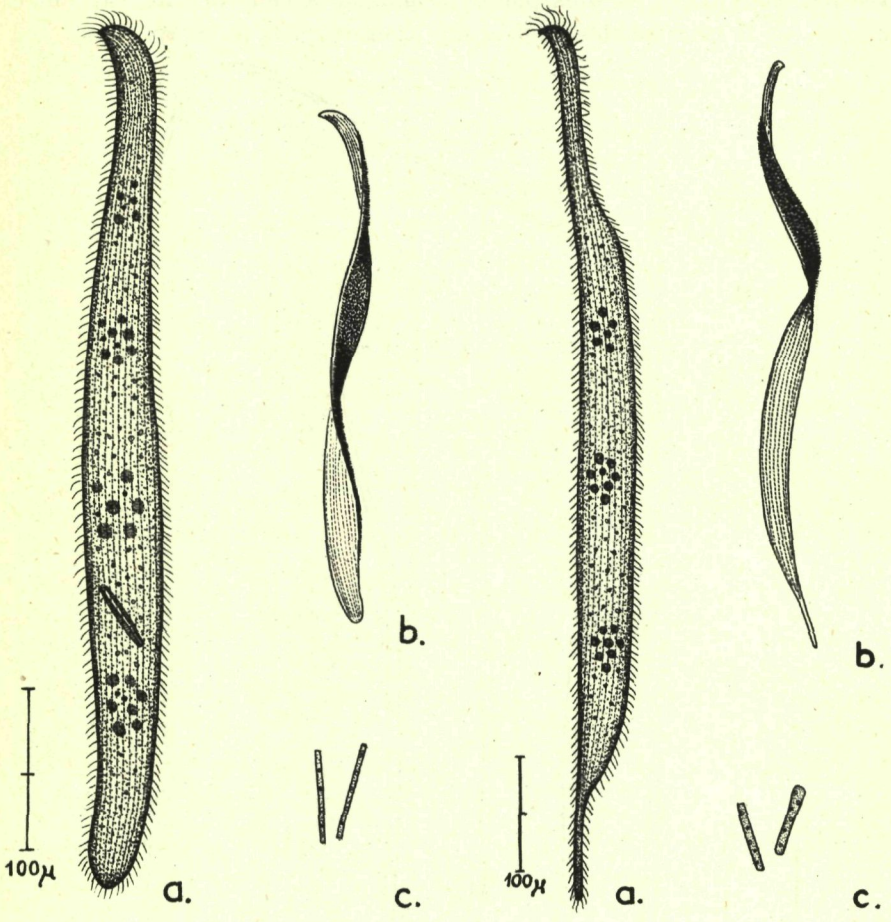

FIG. 82. — *Centrophorella grandis* Dragesco :
a) Aspect général, sur le vivant; b) individu se tordant en hélice et montrant les bactéroïdes, implantés sur sa face gauche; c) bactéroïdes isolés.
(dessin de gauche)

FIG. 83. — *Centrophorella faurei* Dragesco :
a) Aspect général, sur le vivant; b) individu nageant (tordu en hélice); c) bactéroïdes isolés.
(dessin de droite)

au contraire, un grand aplatissement du corps. Sa taille dépasse 1 000 µ de long pour une largeur de 110 µ, son volume est donc considérable. L'appareil nucléaire est constitué par seulement 4 à 6 groupes de plusieurs macronuclei (5-8), peu chromatiques, ainsi que 1 à 2 micronuclei du type normal. Donc, en tout, 27-35 macronulcei et 7 à 9 micronuclei (réaction nucléale de FEULGEN). Ainsi qu'il arrive chez les autres espèces du genre, l'ouverture buccale n'est pas perceptible, mais la disposition des cils laisserait penser qu'elle est antérieure et sur le côté convexe du bec, ainsi qu'il advient chez les *Lionotus*. Le côté cilié montre de très nombreuses cinéties très difficiles à compter, à cause de l'aspect noirâtre de l'animal, aspect dû à la forte refringence des bactéroïdes phorétiques qui garnissent le côté glabre (et qui sont, en fait, incolores). Les ingesta semblent être constitués par des diatomées.

Centrophorella faurei Dragesco
(fig. 83)

Cette nouvelle espèce a été trouvée dans le sable fin, mais vaseux, de l'Aber de Roscoff (en face du Laboratoire) ainsi que sur la plage de Banyuls-sur-Mer. Cilié de grande taille (env. 1 000 µ), ressemblant quelque peu à la *C. lanceolata* Fauré-Frémiet, mais s'en différenciant par sa taille considérable et son appareil nucléaire plus complexe (constitué par trois groupes de noyaux totalisant de 20 à 25 macronuclei et plusieurs micronuclei). Les cinéties n'ont pas pu être comptées mais sont assez nombreuses. La partie antérieure, en forme de bec, et l'extrémité caudale pointue, sont allongées et très transparentes. Les bactéroïdes phorétiques sont incolores, mais de grande taille et bourrés de granules très réfringentes (d'où teinte générale presque noire dans toute la zone centrale du cilié). L'animal est fortement aplati et très thigmotactique et sa nage est lente car il tourne en hélice et s'enroule autour de son axe comme un ruban. Cette espèce est très commune, surtout dans les sables méditerranéens.

Centrophorella trichocystus Dragesco
(fig. 84)

Cette curieuse espèce, bien différente de toutes celles que nous venons de voir, a été trouvée dans le sable fin, mais vaseux et saprobe, de certains échantillons récoltés dans l'Aber de Roscoff. De petite taille (L = 250 µ) cette espèce se caractérise par sa forme lancéolée, sa grande transparence, sa teinte jaune clair, sa couverture de bactéroïdes, peu refringents et peu abondants, sa ciliature assez lâche, la présence

d'ingestas (vacuole assez considérable remplie de granules très fins refringents). Deux caractéristiques assez inattendues viennent compléter cette description succincte : *Centrophorella trichocystus* est pourvue de trois macronuclei vésiculeux, finement granuleux (d'un type différent de tous ceux que nous avons pu voir jusqu'à présent) ainsi que d'assez gros trichocystes explosifs, en forme de navettes et régulièrement implantés sur tout le pourtour.

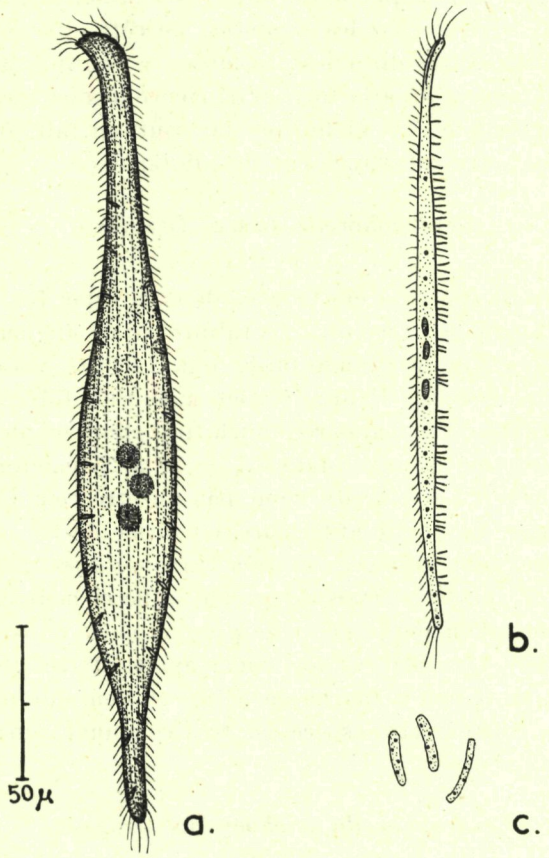

FIG. 84. — *Centrophorella trichocystus* Dragesco :
a) Aspect général, sur le vivant; b) vue de profil (montrant les bactéroïdes, peu denses, implantés sur le côté gauche, non cilié; c) bactéroïdes phorétiques isolés.

Centrophorella longissima Dragesco
(fig. 85)

Cette très belle espèce a été trouvée par nous dans le sable fin de

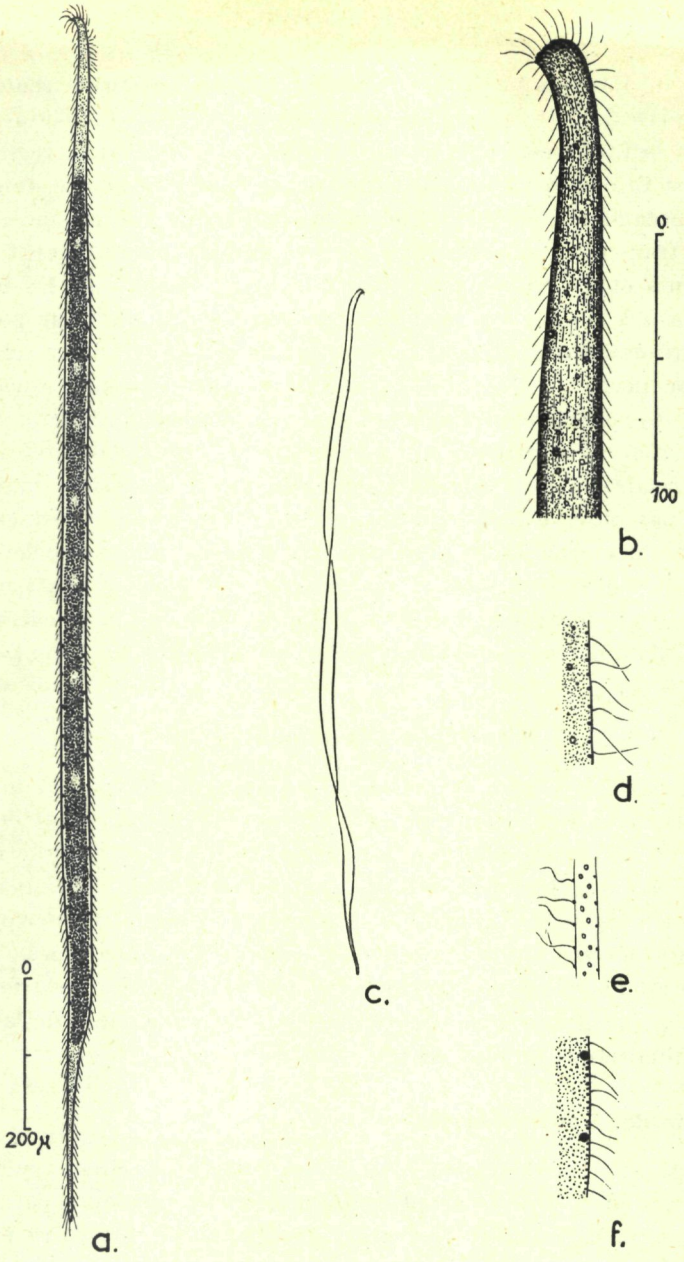

FIG. 85. — *Centrophorella longissima* Dragesco :
a) Aspect général. sur le vivant; b) partie apicale (sur le vivant); c) aspect du cilié pendant la nage (torsion en hélice du corps); d) protrichocystes intercinétiques vus de profil; e) protrichocystes intercinétiques vus de face (sur le vivant); f) schéma de la disposition de trichocystes (?) globulaires marginaux.

la plage de Banyuls-sur-Mer (1). Peu fréquente (rencontrée seulement à deux reprises), cette splendide *Centrophorella* atteint 1 600 µ de longueur et sa forme est celle d'un long ruban aplati, dont la région antérieure est recourbée, pour constituer un bec assez prononcé, tandis que la région caudale s'effile en une longue pointe. Le cytoplasme est incolore et transparent, tandis que les bactéroïdes phorétiques sont peu réfringents et de grande taille (du type *C. trichocystus*). De la sorte, la région médiane de l'animal reste assez transparente pour permettre l'observation des organites cellulaires. Un détail de structure très caractéristique permet de reconnaître aisément cette curieuse espèce : des corpuscules sphériques réfringents sont régulièrement répartis sur tout son pourtour et s'entremêlent avec des petits protrichocystes transparents ovalaires. (Il s'agit probablement de trichocystes, mais nous n'avons pas observé leur explosion). L'appareil nucléaire est constitué par sept à dix groupes de plusieurs macronuclei et micronuclei (le peu de matériel dont nous avons pu disposer ne nous a pas permis de réaliser des colorations nucléaires). La nage de ce cilié est lente et spiralée, l'animal s'enroulant en hélice ou adhérant fortement au support.

Centrophorella minuta n. sp. ?

Une curieuse espèce de petite taille (170 µ) a été vue par nous, une seule fois, dans le sable fin de la « Station 3 » (SWEDMARK) de l'Aber de Roscoff. De forme ovalaire (pyriforme) cette espèce contractile montrait un bec antérieur transparent tandis que la région terminale était tout à fait arrondie. Le nombre de cinéties atteint dix environ et de fins protrichocystes garnissaient les espaces intercinétiques. Le côté glabre était abondamment garni de bactéroïdes phorétiques très réfringents. L'appareil nucléaire n'a pas pu être observé, à cause de la densité extraordinaire des bactéroïdes.

Cytologie des *Centrophorella*

Ainsi qu'il advient pour les autres genres de ciliés typiquement mesopsammiques, les *Centrophorella* présentent plusieurs caractéristiques assez particulières. C'est ainsi que l'appareil nucléaire est constitué par des macronuclei vésiculeux et presque entièrement dépourvus d'acide désoxyribosenucléïque (réaction de FEULGEN) accompagnés de

(1) Récemment, nous avons retrouvé cette magnifique espèce, aussi dans les sables fins de l'Aber de Roscoff.

micronuclei du type normal. E. Fauré-Fremiet (1953) a analysé, par ailleurs, la signification probable de ces éléments, ainsi que leur curieux comportement lors de la division cellulaire. Les *Centrophorella* sont, en outre, caractérisées par leur extrême fragilité entraînant l'explosion ou la cytolyse rapide de l'animal (ce qui rend les observations extrêmement laborieuses). Très thigmotactiques aussi, ces curieux ciliés semblent donc posséder un ectoplasme doué de propriétés particulières, en rapport avec le milieu interstitiel. En dépit de nos efforts réitérés, il nous a été impossible d'étudier la structure de la bouche, et nous n'avons même pas pu apercevoir l'existence d'une ciliature buccale quelque peu spécialisée. Les Caulobactéries qui sont implantées sur la face glabre des *Centrophorella* ont été longuement étudiées par Faure-Fremiet (1950, 1951) qui a précisé aussi le fait que chaque espèce de cilié semble être accompagnée par un bactéroïde spécifique. C'est aussi ce que nous avons pu constater nous-même et quoique les différences soient très difficiles à établir avec précision, il nous a bien semblé que les diverses espèces que nous avons étudiées se caractérisaient, entre autres, par des bactéroïdes légèrement différents (ces différences portant sur la taille, la forme, la couleur, la réfringence et l'abondance des granulations internes, etc.). Il serait évidemment intéressant de pouvoir cultiver ces phorétiques, afin de pouvoir prouver définitivement cette impression.

Position systématique des *Centrophorella*.

L'impossibilité dans laquelle on se trouve pour connaître la structure de la bouche ainsi que l'absence d'une ciliature spécialisée rend très douteuse l'incorporation du genre *Centrophorella* à l'une des familles connues et ce n'est que provisoirement que nous admettrons leur rattachement aux Amphileptidae (Fauré-Frémiet, 1950).

Famille des TRACHELIDAE Ehrenberg, 1838

Genre TRACHELIUS Schrank, 1803

Trachelius ovum Ehrenberg

Cette espèce, commune dans toutes les eaux douces, s'est montrée assez constante dans les sables fins du Lac Léman (Excenevex et envi-

rons). Si la structure générale correspondait parfaitement aux descriptions des auteurs et à nos propres observations antérieures (l'espèce est fréquente dans les environs de Paris), la taille de ces *T. ovum* nous a paru toujours assez petite (diamètre max. : 150 µ), tandis que la forme était très globuleuse et la trompe très courte. Le macronucleus était constitué soit par un gros boudin replié sur lui-même, soit par deux éléments cylindriques courts et épais.

Genre DILEPTUS Dujardin, 1841

Par leur aspect morphologique, les *Dileptus* semblent devoir constituer un des éléments de base du mésopsammon. En fait, ce genre est mal représenté et peu significatif, sauf peut-être dans les sables dulcaquicoles et saumâtres qui nous ont permis d'y reconnaître cinq espèces, dont trois nouvelles.

Dileptus marinus Kahl

Découvert par Kahl (1935) dans les sables fins de la région de Kiel et retrouvé par Bock dans la même région, *Dileptus marinus* est peu abondant dans les sables de Roscoff. Les individus observés par nous correspondaient parfaitement à la description des auteurs allemands, notamment en ce qui concerne la forme tronquée et massive de la trompe. La région caudale nous a paru moins effilée et moins longue. La taille variait entre 450 et 600 µ.

Dileptus estuarinus n. sp.

(fig. 87)

Ce beau cilié était assez fréquent dans un sable légèrement saumâtre de Goulven (à l'embouchure d'une petite rivière). Très caractéristique par sa forme massive, sa fine pointe caudale, sa trompe courte très épaisse à la base, son corps légèrement aplati, sa tendance à se plisser (à la manière des *Hémionotus* ou du *Loxophyllum vermiforme*), *D. estuarinus* rappelle un peu *D. falciforme* Kahl, par sa forme générale, mais cette dernière espèce est plus petite, présente une trompe plus fine, une région caudale moins pointue et un noyau différent. On pourrait le rapprocher aussi du *D. gigas* (Clap. et Lachm.) mais son macronucleus est tout à fait différent. *Dileptus estuarinus* est un cilié peu contractile, de consistance assez molle et de couleur jaunâtre. Ses mou-

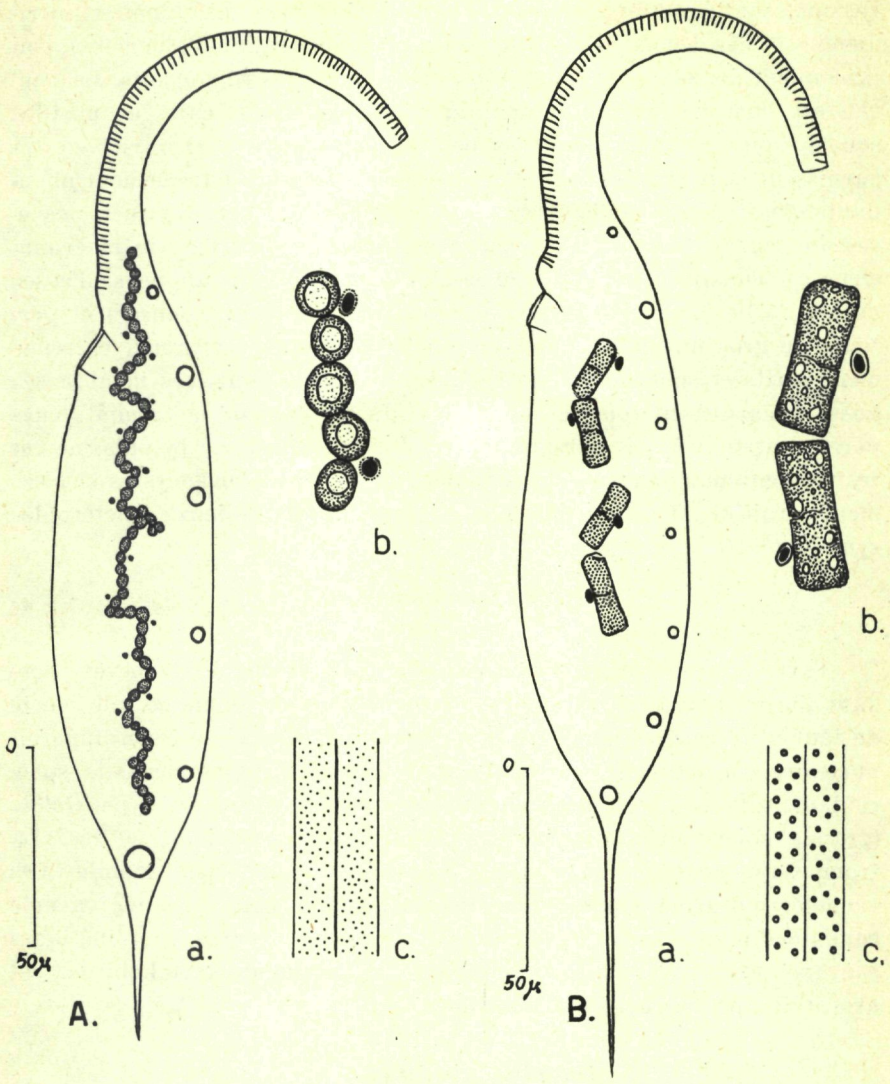

FIG. 86. — Nouveaux *Dileptus* des sables fins du lac Léman :

A) *Dileptus thononensis* n. sp. :

a) Schéma de la structure générale (sur le vivant) ; b) portion de l'appareil nucléaire (vert de méthyle acétique) ; c) protrichocystes.

B) *Dileptus aculeatus* n. sp. :

a) aspect général, sur le vivant (dessin schématique) ; b) un des groupes nucléaires (vert de méthyle acétique). protrichocystes.

vements sont lents et sa courte trompe s'agite peu. Les cinéties, méridiennes et assez nombreuses (un peu plus de 40 vraisemblablement), emprisonnent de très nombreux petits protrichocystes réfringents. La bouche est bien visible, au milieu du plateau buccal, mais les fibrilles squelettiques sont peu visibles et peuvent être absentes. Des trichocystes garnissent la partie ventrale de la trompe, mais sont extrêmement abondants, aussi, dans tout le cytoplasme (bien plus que chez les autres espèces du genre). L'appareil nucléaire est assez particulier : le macronucleus est constitué par 70 à 80 éléments arrondis ou allongés, d'assez grande taille (au moins deux fois plus gros que chez *D. anser*) et porteurs de gros nucléoles. Les micronuclei sont très nombreux, extrêmement petits et sphériques. Les vacuoles pulsatiles sont très nombreuses aussi et garnissent tous le bord dorsal du corps et de la trompe (leurs pores sont tout à fait dorsaux et très bien visibles). Le cytoplasme est transparent mais chargé d'inclusions refringentes, trichocystes (légèrement arqués) et d'innombrables bâtonnets mystérieux (bactéroïdes symbiontes ?)

Dileptus thononensis n. sp.
(fig. 86 A)

Cette nouvelle espèce, trouvée dans le sable fin d'Excenevex, pendant l'hiver 1955-1956, rappelle un peu *D. marinus,* mais se différencie de toutes les espèces du genre par sa petite taille (250 μ), son appareil nucléaire constitué par un chapelet de 60 à 70 petits éléments sphéroïdaux (diam. 5-7 μ) dont la structure semble être du type *Geleia* (grande zone centrale achromatique), sa pointe caudale effilée. La trompe est courte, relativement épaisse et semble peu mobile. Les vacuoles pulsatiles montrent la disposition habituelle : grande vacuole caudale et petites vacuoles satellites dorsales. Les espaces intercinétiques sont garnis de très fins protrichocystes. La bouche, du type habituel, est armée de fines baguettes squelettiques.

Dileptus aculeatus n. sp.
(fig. 86 B)

Trouvé dans le même biotope que l'espèce précédente, ce nouveau *Dileptus* est presque identique, à première vue, à celui que nous venons de décrire (taille semblable : env. 300 μ, forme équivalente) mais en diffère considérablement sur plusieurs points importants : la pointe caudale est beaucoup plus longue et plus effilée, la trompe est plus épaisse à la base et plus courte, l'appareil nucléaire est totalement dif-

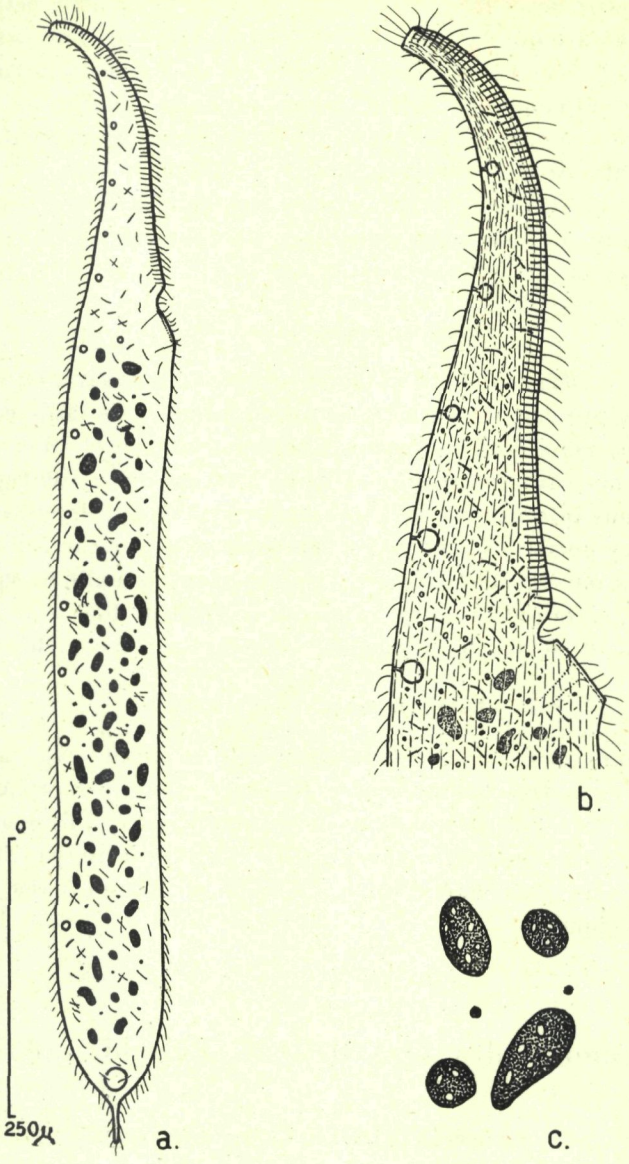

FIG. 87. — *Dileptus estuarinus* n. sp. :
a) Aspect général, sur le vivant (figure schématique, simplifiée) ; b) détail de la partie antérieure (sur le vivant) ; c) noyaux (vert de méthyle).

férent : quatre gros macronucléi cylindriques et quatre petits micronuclei (structure qui se rapproche un peu de celle que l'on observe chez *D. mucronatus,* mais dédoublée). Ayant pu vérifier cette structure sur un assez grand nombre d'individus, nous pouvons affirmer qu'il ne s'agit pas là d'un stade de division, mais d'une structure permanente. La couleur générale du cilié est jaune-brunâtre et semble due à la présence d'un grand nombre de protrichocystes gros et très refringents. Bouche et disposition des vacuoles pulsatiles, sont identiques à ce que l'on connaît chez la plupart des espèces du genre.

Dileptus mucronatus Pénard

Dans ce même sable d'Excenevex, nous avons trouvé, en compagnie des espèces précédentes, un cilié de même forme et de taille équivalente (L = 240 μ) mais dont la trompe était plus longue et plus flexible et l'appareil nucléaire constitué par deux macronuclei cylindriques et un micronucleus intercalaire. Le nombre des cinéties oscille entre 22 et 26, les vacuoles pulsatiles sont peu nombreuses et la bouche est armée par tout un ensemble de fines baguettes rigides. Nous assimilons, sans grande conviction, cette espèce au *D. mucronatus* Penard, dont elle diffère par son aspect affiné, sa pointe caudale effilée, sa trompe grêle et mobile.

Dileptus anser O. F. Müller

Toujours dans le même milieu (sable d'Excenevex), nous avons trouvé aussi la très banale espèce *D. anser,* dont la morphologie correspondait bien aux descriptions des auteurs mais qui semblait plus petite que d'habitude (L = 450 μ). Ce cilié, rencontré seulement deux fois, doit être considéré comme un hôte accidentel dans le milieu mesopsammique.

Famille des LOXODIDAE Bütschli, 1889

Genre LOXODES Ehrenberg, 1830

Les *Loxodes,* ciliés extrêmement voisins des *Remanella* (au point que la seule différence notable est due à l'existence d'un squelette interne chez ces derniers) semblent devoir constituer un des éléments de base de la microfaune psammique dulcaquicole. En fait, les *Loxodes* sont

des animaux nettement saprobes, qui ont été trouvés dans des eaux douces très variées. Personnellement, nous avons toujours eu l'impression qu'un fond légèrement sableux était souvent un indice favorable quant à la présence de ces ciliés. Nous n'avons donc pas été surpris de rencontrer, très régulièrement, des *Loxodes* dans pratiquement tous les échantillons de sables fins du lac Léman.

On connaît actuellement cinq espèces de *Loxodes*, assez mal définies d'ailleurs. A Excenevex, nous avions à faire à une population hétérogène, constituée par au moins trois espèces. Les critères morphologiques étant assez imprécis, il nous a fallu adopter une méthode statistique pour pouvoir définir les espèces constituant cette population. Forme du corps, structure de la bouche, structure des noyaux sont semblables dans toutes les espèces, les variations jouant seulement sur la taille, le nombre des noyaux et des corps de Müller, le nombre des cinéties et l'aspect des protrichocystes. Les courbes réalisées en partant de l'étude de trois de ces variables (taille, nombre de macronuclei et nombre des cinéties) nous ont permis (fig. 88) de définir trois espèces voisines, mais assez nettement caractérisées. Nous estimons, toutefois, que ce n'est que par des cultures pures, longuement poursuivies, que l'on pourra connaître avec précision la systématique des *Loxodes*.

Loxodes magnus Stokes
(fig. 89 A)

Cette espèce, la plus grande de toutes, peut être caractérisée ainsi : taille variant entre 400 et 800 µ. Nombre de macronuclei : 13 à 23, nombre de micronuclei : 10 à 21, nombre de cinéties 30 à 32. Nombre de corps de Müller : 10 à 24. Couleur brune, due à la présence de nombreux protrichocystes jaune foncé. Ingesta : Diatomées. Nage lente.

Loxodes penardi (1) n. sp.
(fig. 89 B)

Difficile à différencier du précédent, confondue par de nombreux auteurs avec le *L. rostrum* cette nouvelle espèce avait été considérée par Kahl comme une variété *penardi* du *L. magnus*. L'auteur allemand s'était toutefois rendu compte qu'il s'agissait d'une variété montrant des caractères constants et après inspection de nos courbes, nous pensons qu'il est préférable d'élever cette variété au rang d'espèce nouvelle. Toutefois, *L. penardi* ne peut être distingué de *L. magnus* qu'après observation

(1) Dédié à F. Penard, protistologue suisse.

soigneuse et à condition de disposer d'un nombre suffisant d'individus. Ses principales caractéristiques sont les suivantes : taille 200 à 400 μ. Nombre de macronuclei : 3 à 9, nombre de micronuclei 3 à 8, nombre de cinéties : 15 à 17, nombre de corps de Müller : 4 à 9. L'aspect général est jaunâtre (protrichocystes moins colorés).

Loxodes rostrum O. F. Müller

(fig. 89 C)

Le plus petit de tous, le *Loxodes rostrum* se caractérise par une forme plus trapue (parfois arrondie, postérieurement) et une apparence incolore. Il est très nettement caractérisé aussi par ses deux macronuclei assez rapprochés. La taille varie entre 110 et 350 μ, les cinéties

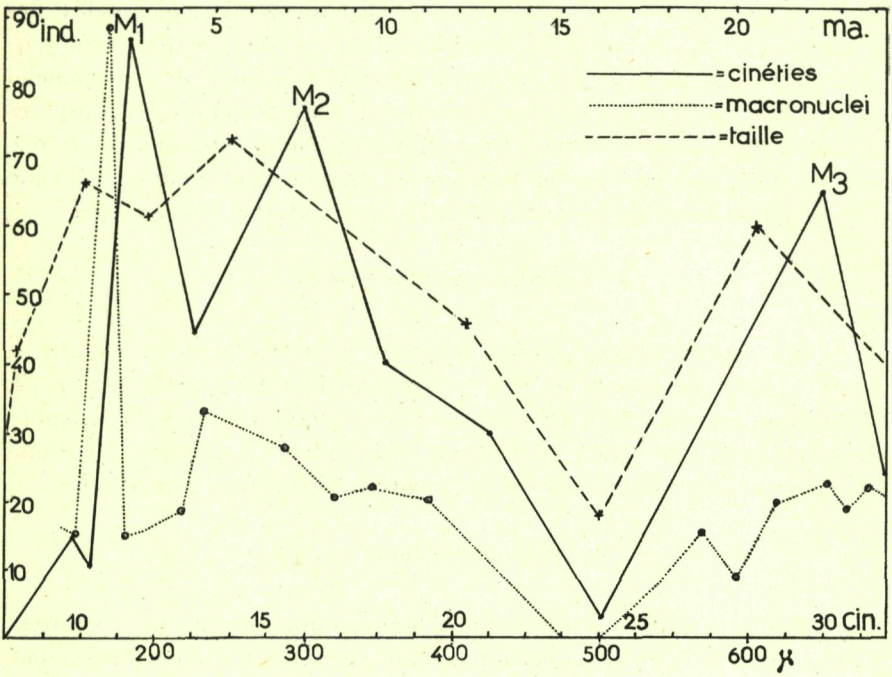

FIG. 88. — Graphique statistique des principaux caractères biométriques de la population de *Loxodes* de la plage d'Excenevex.

En abscisses : nombre de macronuclei (*ma*, échelle supérieure) ; nombre des cinéties ; (*cin*, échelle inférieure) ; en miconrs (μ échelle extérieure au cadre).

En ordonnées : nombre d'individus.

Ces courbes permettent de définir trois espèces caractérisées surtout par leur nombre de cinéties : M1 : *Loxodes rostrum*, M2 : *Loxodes penardi*, M3 : *Loxodes magnus*.

sont au nombre de 10 à 12 et les corps de Müller varient entre 10 et 12. La nage est lente. Nourriture figurée : algues.

De l'étude comparative de nos courbes, il résulte que le meilleur critère systématique pour comparer des espèces voisines consiste dans la

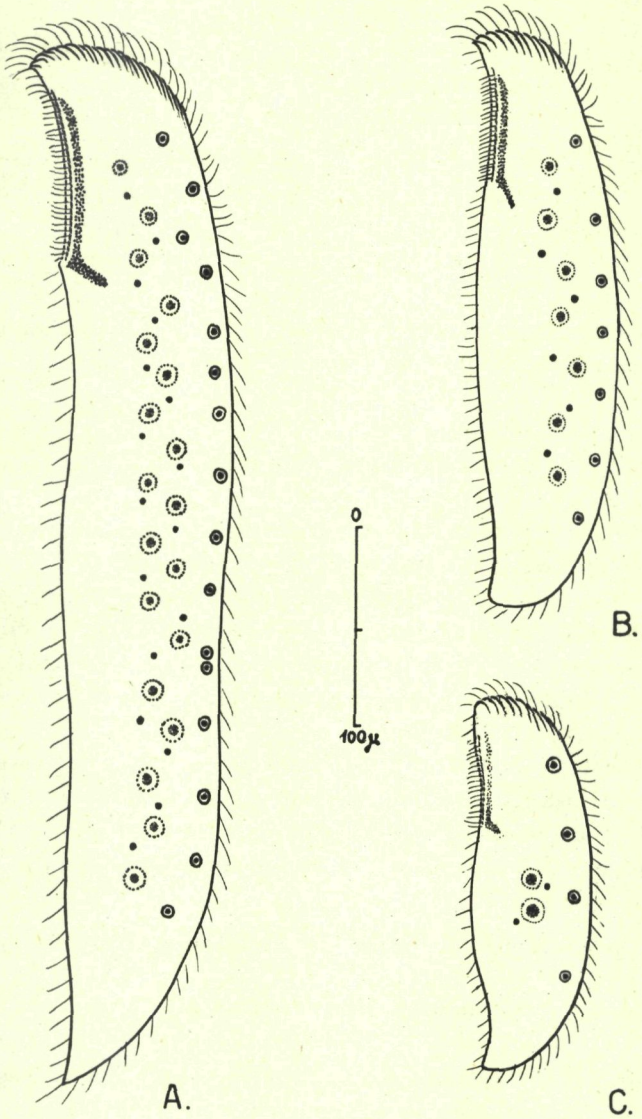

FIG. 89. — Les trois espèces de *Loxodes* que nous avons pu définir biométriquement: A) *Loxodes magnus* Stokes; B) *Loxodes penardi* n. sp.; C) *Loxodes rostrum* O.F. Müller (figures schématiques simplifiées).

connaissance exacte du nombre des cinéties et de l'intervalle de sa variation.

TABLEAU RÉSUMANT LES CARACTÉRISTIQUES NUMÉRIQUES PERMETTANT DE DÉFINIR TROIS ESPÈCES DE LOXODES

Espèce	Nombre de macronuclei	Nombre de micronuclei	Longueur	Nombre de cinéties	Nombre de corps de Müller
L. magnus.	13-23	10-21	400-800 µ	30-32	10-24
L. penardi.	3-9	3-8	200-450 µ	15-17	4-9
L. rostrum	2	1-3	110-350 µ	10-12	2-9

Le caractère le moins significatif, du point de vue systématique, est sans aucun doute le nombre des corps de Müller (fig. 88).

Genre REMANELLA Kahl, 1933

Ce genre, un des plus importants parmi les ciliés mésopsammiques, a été découvert par KAHL qui avait décrit, dès 1933, six espèces très bien définies et assez largement répandues. FAURE-FREMIET a apporté en 1950 quelques précisions concernant la cytologie de ces ciliés assez particuliers, tandis qu'en 1952, ce même auteur en décrivait une nouvelle espèce. BOCK en 1952 cite quatre des espèces de KAHL, revues par lui dans la région de Kiel.

Nous-même, entre 1950 et 1954, avons pu retrouver et étudier toutes les espèces de KAHL, ainsi qu'un assez grand nombre d'espèces nouvelles. Nous nous permettons donc d'entreprendre ici une révision complète de ce genre, extrêmement typique et encore mal connu.

Révision systématique du genre et description d'espèces nouvelles

Remanella multinucleata Kahl

(fig. 91 a)

Cette espèce est très commune dans les sables des plages de Roscoff, dans des échantillons de granulométrie assez différente. Elle est, en revanche, un peu moins abondante dans les sables fins de la plage de Banyuls. Cette grande espèce (650 à 800 µ) correspond parfaitement

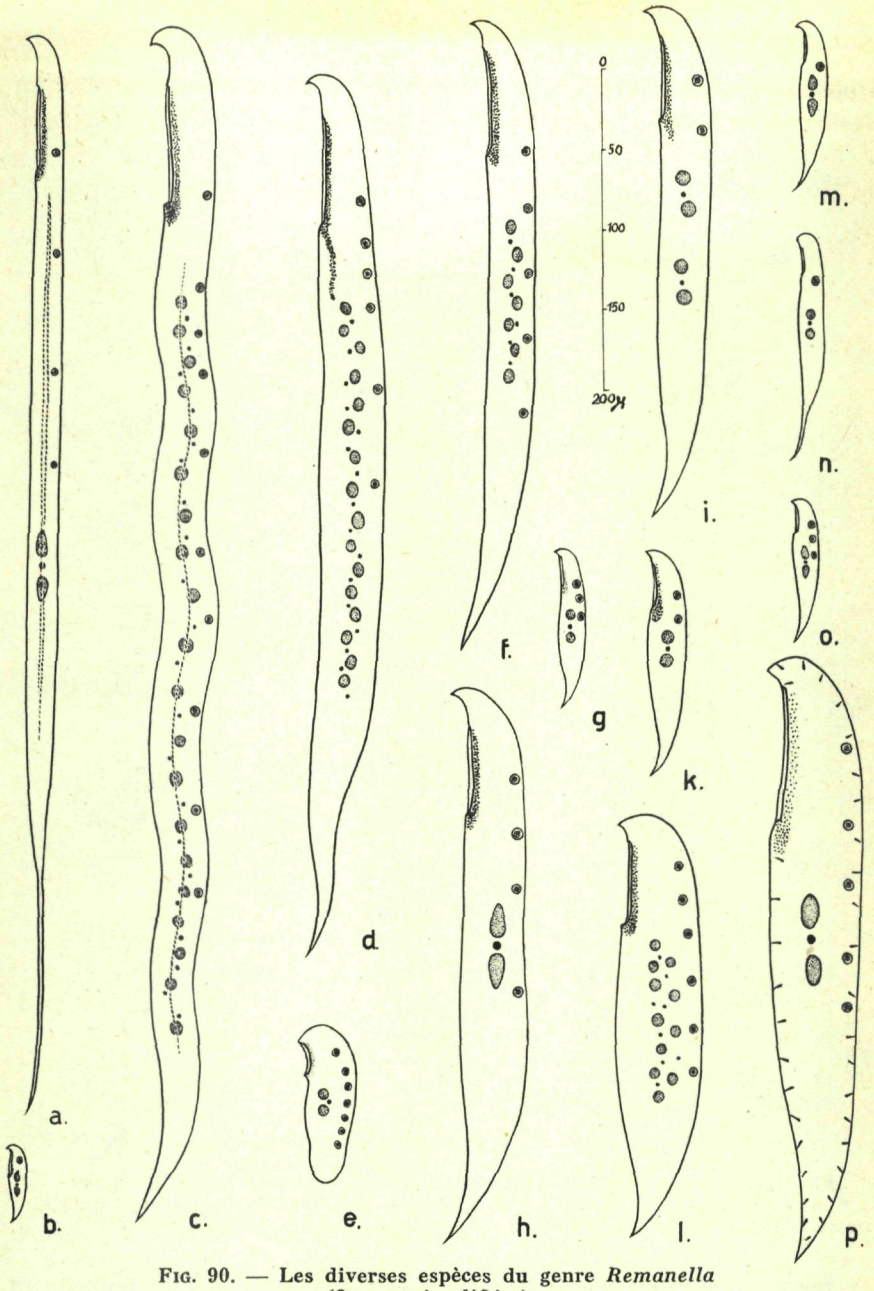

FIG. 90. — Les diverses espèces du genre *Remanella* (figures simplifiées) :

— **A corps de Müller composites :** a) *R. caudata* Dragesco; c) *R. gigas* Dragesco; d) *R. multinucleata* Kahl; f) *R. faurei* Dragesco; h) *R. rugosa* Kahl; i) *R. levii* n. sp.; k) *R. margaritifera* Kahl; m) *R. rugosa* var. *unicorpusculata* Kahl; n) *R. microstoma* Dragesco; o) *R. rugosa* var. ?; p) *R. trichocystus* Dragesco;

— **A corps de Müller simples :** b) *R. minuta* Dragesco; e) *R. obtusa* Fauré-Fremiet; g) *R. granulosa* Kahl; l) *R. swedmarki* Dragesco.

à la description donnée par KAHL. Elle se caractérise par un appareil nucléaire constitué de plusieurs éléments sphériques (12 à 20 environ), accompagnés de petits micronuclei, la présence de quatre à six « corps de Müller » composites, une longue zone pigmentaire jaune qui longe

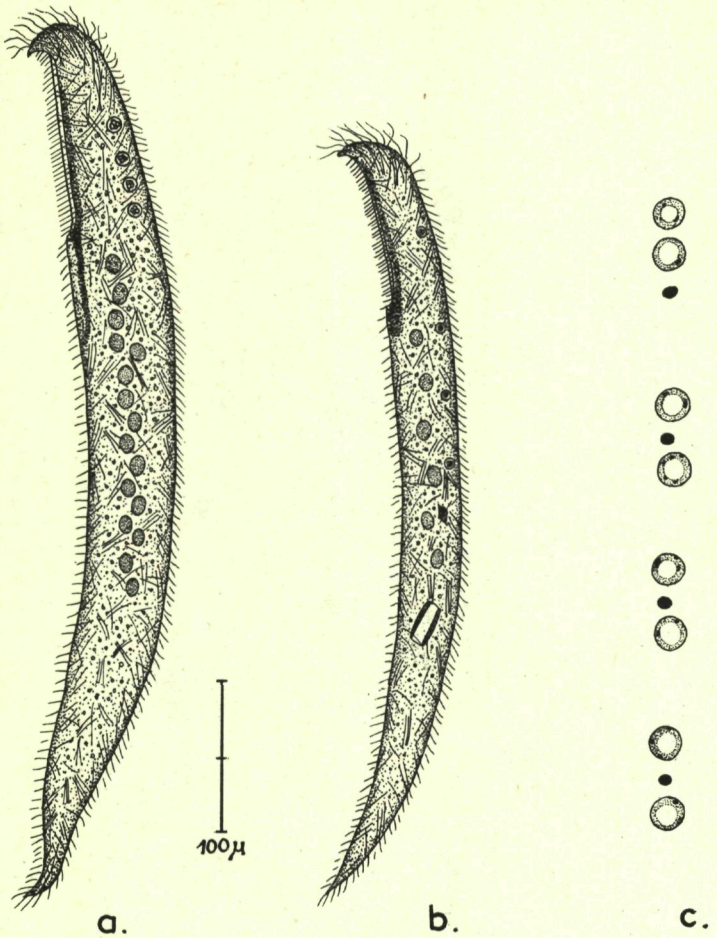

FIG. 91. — *Remanella multinucleata* Kahl et *Remanella faurei* Dragesco : a) *R. multinucleata*, sur le vivant; b) *R. faurei*, sur le vivant; c) appareil nucléaire chez un grand individu de *R. faurei* (réaction nucléale de FEULGEN).

l'ouverture buccale, une coloration assez foncée (pigment jaune-brun intercinétique), un sillon peu apparent au milieu de la face glâbre, une tendance à se tordre en hélice et un bord dorsal montrant des ondulations passagères. En outre, l'espèce montre les caractéristiques

générales de toutes les *Remanella* : grand aplatissement du corps, face droite seule ciliée, présence de « spicules » internes constituant une armature complexe, partie antérieure en faucille et partie terminale pointue et recourbée vers l'avant. Des protrichocystes peuvent être observés entre les stries ciliaires. L'espèce est thigmotactique et assez fragile et sa nage est lente. Les ingesta semblent constitués par des flagellés.

Remanella faurei Dragesco
(fig. 91 b)

Cette espèce a été trouvée tout d'abord par FAURE-FREMIET (1950) à Concarneau et décrite sous le nom de *R. multinucleata.* Nous l'avons retrouvée, nous-même, aussi bien à Roscoff qu'à Concarneau et à Banyuls dans des sables fins et homogènes. Quoique très proche de l'espèce précédente, nous estimons nécessaire de la considérer comme étant une espèce nouvelle car, bien que nous ignorons encore la valeur exacte des variations interspécifiques des *Remanella,* il nous a été, pour le moment, impossible de trouver des formes intermédiaires entre la *R. multinucleata*-type et celle que nous avons décrite sous le nom de *R. faurei.*

En effet, cette espèce, qui est assez fréquente, diffère de la *R. multinucleata* par sa taille régulièrement plus faible (350 à 500 µ), son appareil nucléaire constitué par seulement six à huit éléments, sa nage plus rapide, son manque de pigmentation générale, etc. Même sous la loupe binoculaire, la différence d'aspect et de comportement de ces deux espèces reste frappante. Le corps est moins souple et n'a pas tendance à s'enrouler en hélice ou à onduler sur les bords, ainsi que le fait *R. multinucleata.* Les corps de Müller sont semblables (c'est-à-dire composites) et les « spicules » internes identiques. Les ingesta sont constitués de Diatomées.

Remanella gigas Dragesco
(fig. 93)

Trouvée dans le sable fin, mais légèrement saprobe de l'Aber de Roscoff, cette espèce est peu fréquente et nous ne l'avons observée que dans un seul échantillon.

Assez proche de *R. multinucleata,* ce cilié se caractérise par sa grande taille (plus de 1 000 µ), son aspect « nématomorphe », le sillon très apparent qui garnit le côté gauche du corps, et sa couleur générale brune.

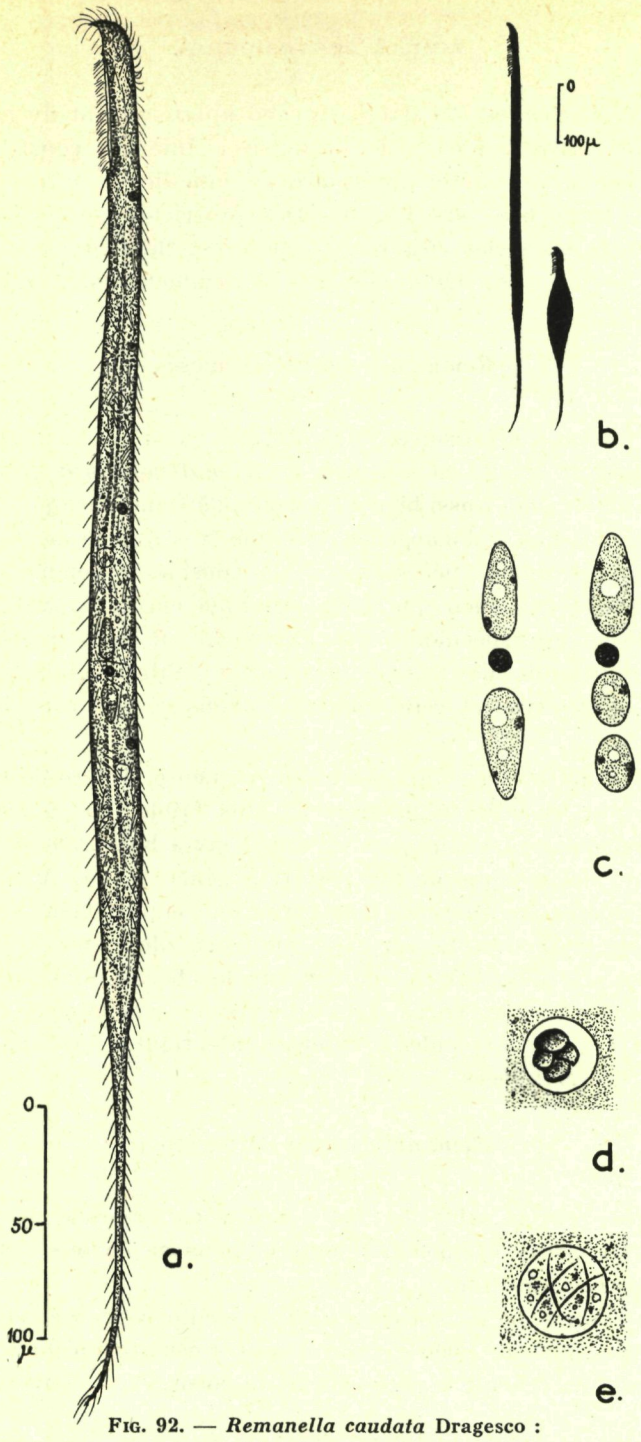

FIG. 92. — *Remanella caudata* Dragesco :
a) Aspect général, sur le vivant; b) extension et contraction maxima; c) appareil nucléaire (vert de méthyle acétique); d) vésicule de Müller; e) ingesta (vacuole digestive contenant les débris d'une *Remanella* de petite taille).

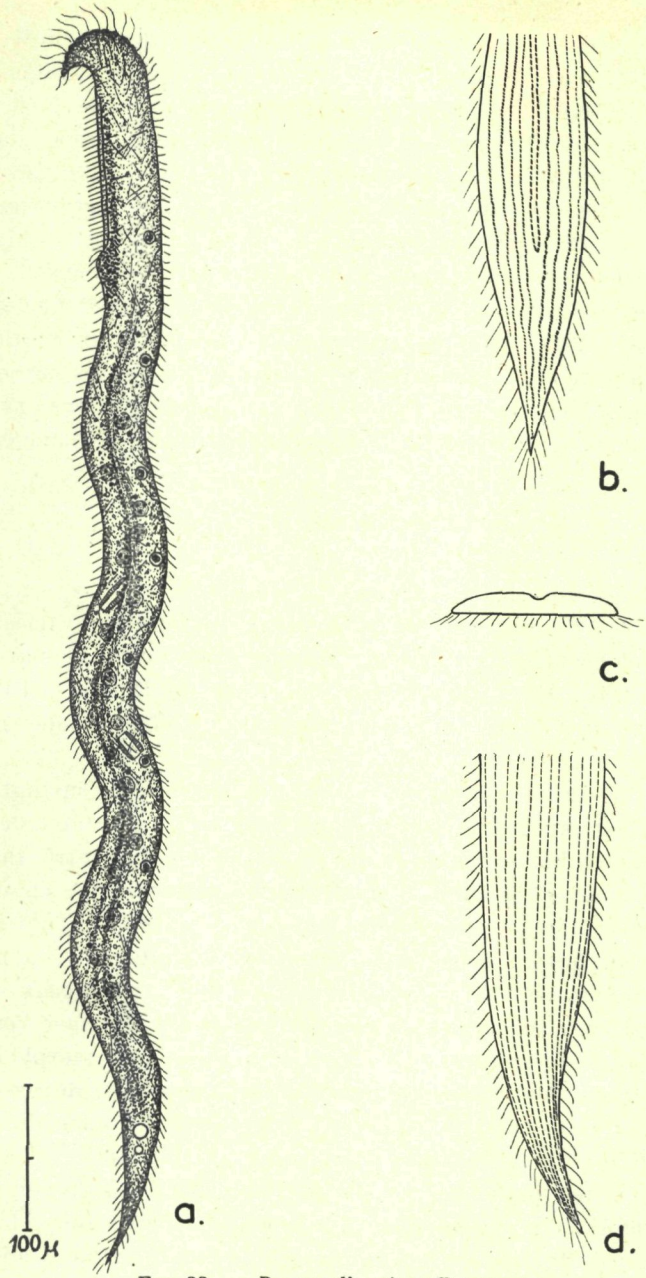

FIG. 93. — *Remanella gigas* Dragesco :
a) Aspect général, sur le vivant; b) replis de la face gauche (schématique); c) coupe optique théorique; d) cinéties (région postérieure).

La face droite est garnie de nombreuses cinéties portant de fins cils thigmotactiques. Des protrichocystes et des grains de pigment noirâtre intercinétiques peuvent être observés, sous un très fort grossissement. La face gauche montre des stries apparentes, ainsi qu'un profond pli médian. La forme générale du corps est celle de toutes les *Remanella,* mais beaucoup plus allongée. La bouche est entourée de pigment brun très apparent, tandis que dans la région terminale on observe une ou plusieurs vacuoles (pulsatiles ?). Les corps de Müller sont du type composite et au nombre de 7 à 9. L'appareil nucléaire est constitué par vingt (ou plus) macronuclei très peu chromatiques et environ autant de micronuclei très petits et sphériques. L'appareil fibrillaire est très abondant et le cytoplasme est bourré d'inclusions refringentes. Les ingesta sont constitués par des Diatomées. La nage est lente et paresseuse.

Remanella swedmarki (1) Dragesco)
(fig. 94)

Cette belle espèce a été trouvée, à plusieurs reprises, (en 1951 et 1952) dans les échantillons de sable de granulométrie variée : sable hétérogène et grossier de l'Anse du Kernic, sable fin du chenal de l'Ile Verte ou devant la station biologique (Aber de Roscoff). Elle était suffisamment abondante pour nous permettre d'effectuer des préparations microscopiques.

De grande taille (350 μ) cette espèce se caractérise surtout par sa forme très large et très plate, rappelant tout à fait une lame de scapel. Les divers individus que nous avons pu observer ont montré une variabilité assez inattendue, dont l'ampleur met sérieusement en question la valeur des critères systématiques des espèces du genre. Tout d'abord, nous avons enregistré une grande variation de taille : 300 μ pour les individus trouvés en 1951 et seulement 60 à 160 μ pour ceux observés en 1952. L'absence de formes de passage semblerait indiquer l'existence de deux espèces différentes. Les autres caractéristiques morphologiques étant identiques, nous nous refusons, pour le moment, de prendre en considération cette variation qui peut être liée à des conditions écologiques particulières. Le nombre des noyaux est, lui aussi, extrêmement variable et proportionnel à la taille de l'animal : 11 à 60 sur des animaux de 300 à 350 μ et seulement 5 à 8 pour les petits individus mesurant 60 à 120 μ (le nombre des micronuclei subit la même diminution : de 15, il peut passer à 2).

(1) Dédiée à B. Swedmark, zoologiste suédois.

Cette diminution progressive de taille, accompagnée d'une diminution du nombre des noyaux est connue aussi chez un genre voisin d'eau douce : *Loxodes* et correspond peut-être à des stades physiologiques différents de la même espèce. On serait donc tenté d'admettre

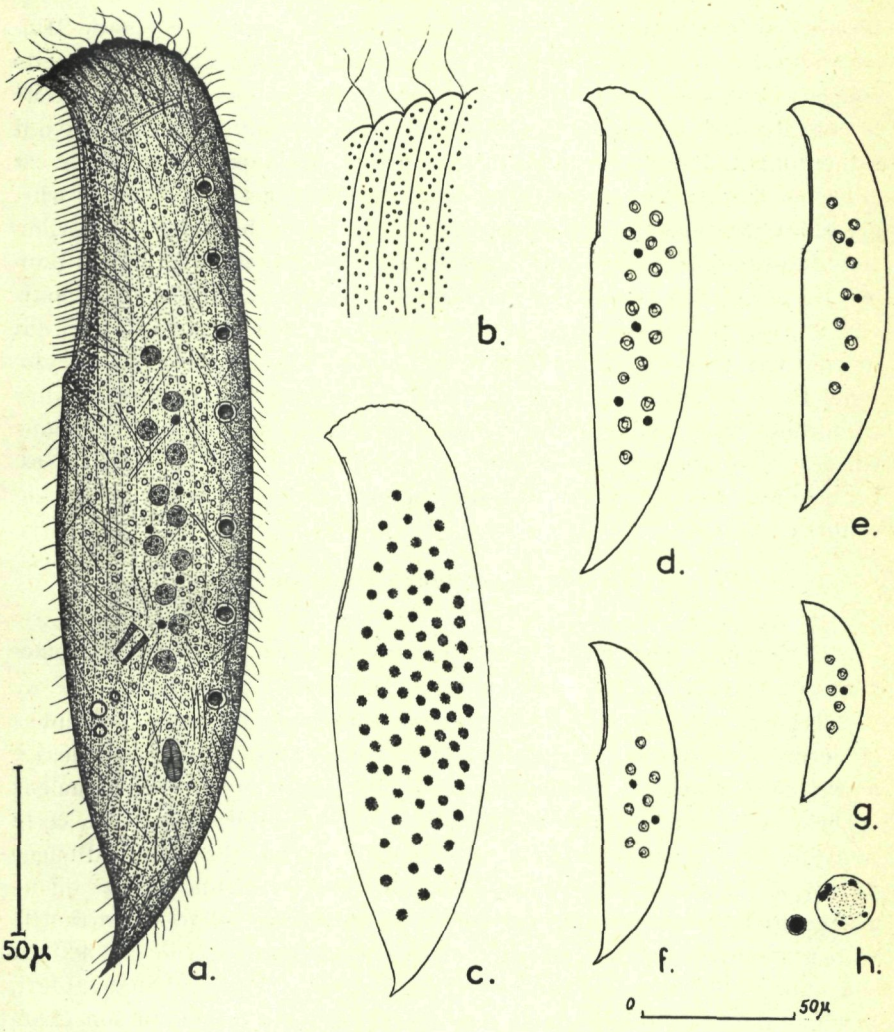

FIG. 94. — *Remanella swedmarki* Dragesco :
a) Aspect général, sur le vivant, b) Protrichocystes intercinétiques (schématique); c) macronuclei chez un grand individu (vert de méthyle acétique, schématique) d-e-f-g) diminution du nombre des macronuclei et des micronuclei chez des animaux de petite taille (réaction nucléale de Feulgen); h) détail d'un complexe nucléaire (Feulgen).

que toute la classification des *Remanella* est à revoir, en se basant sur des études statistiques et des cultures. Pour le moment, nous nous contenterons de signaler cette possibilité tout en ne pouvant pas donner des précisions complémentaires.

De toute manière, *Remanella swedmarki* reste parfaitement caractérisée par sa forme fasciolée, sa grande bouche et ses « corps de Müller » simples. La bouche montre très nettement toute une série de cils courts et épais qui rappellent des membranelles et qui sont insérés sur le côté droit de la longue fente buccale, qui remonte très haut et qui est entourée d'une zone pigmentaire brune. La face droite seule est ciliée et montre des protrichocystes intercinétiques. La face gauche, glâbre et légèrement bombée, est garnie de protrichocystes à distribution désordonnée. Les noyaux, dont le nombre varie dans de larges limites, sont représentés par des macronuclei, presque entièrement dépourvus d'acide thymonucléique et des petits micronuclei sphériques, qui se colorent très intensément par la réaction de Feulgen. Le « cytosquelette » interne est très abondant et constitué par des fibrilles recourbés, typiques. Le cytoplasme montre des quantités d'inclusions variées ainsi que des ingesta constitués notamment par des Diatomées. La nage est assez lente et l'infusoire ne montre pas de tendance à s'enrouler en hélice.

Remanella caudata Dragesco
(fig. 92)

Cette jolie espèce était assez fréquente dans les sables fins et homogènes de la plage même de Banyuls-sur-Mer (1953).

Très proche de *Remanella rugosa* Kahl par les caractéristiques structurales internes : corps de Müller composites, appareil nucléaire constitué par deux gros macronuclei elliptiques et un micronucleus sphérique, bouche entourée de pigment jaune caractéristique, etc., cette nouvelle espèce s'en distingue très facilement par la forme allongée du corps. La partie postérieure de ce cilié s'effile en une longue queue assez rigide. Le reste du corps est, tout au contraire, très contractile et peut montrer des variations de forme considérable (voir fig. 92). A son extension maximum l'infusoire devient un véritable ruban aplati, atteignant 750 µ de long, mais dont la masse reste faible, vu son étroitesse et sa minceur.

Le côté droit du corps est cilié et thigmotactique, tandis que le côté gauche présente, comme chez *R. gigas,* un long pli médian (ainsi que deux autres, plus faibles, à la naissance de l'appendice caudal).

L'animal nage lentement et il est très fragile, explosant instantanément au contact de l'interface air-verre.

L'appareil nucléaire présente parfois une anomalie : un des macronuclei ovalaires est remplacé par deux éléments de petite taille, sphériques. Ces macronuclei sont, en tout état de cause, très pauvres en acide thymonucléique.

Les corps de Müller sont au nombre de quatre ou cinq et chacun est constitué par plusieurs granules coalescents.

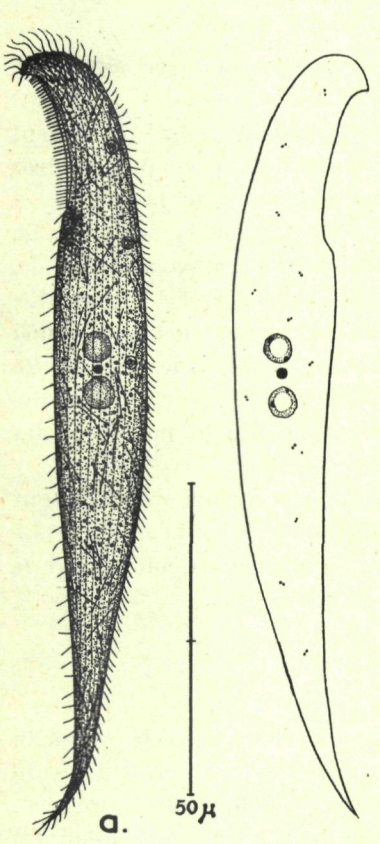

FIG. 95. — *Remanella granulosa* Kahl :
a) Aspect général sur le vivant; b) appareil nucléaire et diplosomes thymonucléiques (réaction nucléale de Feulgen).
(dessin de gauche)

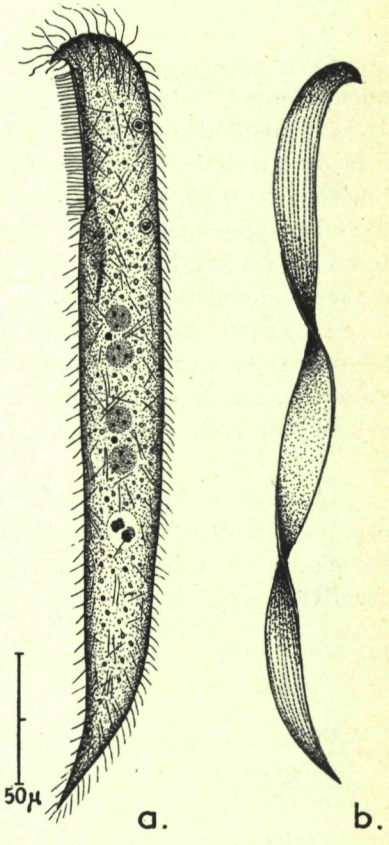

FIG. 96. — *Remanella levii* n. sp. :
a) Aspect général, sur le vivant; b) aspect que prend l'animal pendant la nage.
(dessin de droite)

Les fibrilles internes sont nombreuses et montrent une disposition assez anarchique.

La bouche est garnie d'assez longs cils et entourée de grains de pigment.

Enfin, le cytoplasme est abondamment pourvu de fins bâtonnets (bactéries symbiontes ?) tandis que les ingesta semblent laisser croire que ce cilié se nourrit d'autres espèces de Remanella (!).

Remanella granulosa Kahl
(fig. 95)

Cette espèce, décrite par KAHL en 1933, s'est montrée assez fréquente dans le sable fin de l'Aber de Roscoff.

Les individus observés par nous correspondent assez exactement à la description de l'auteur allemand : macronuclei sphériques (à gros nucléole central), grosses granulations brune autour de la bouche et dans le cytoplasme, deux à quatre corps de Müller composites. La forme du corps est fine et très allongée et la fente buccale, assez grande, est ornée de cils longs et denses. La seule divergence avec l'auteur allemand consiste dans la taille de l'animal : 150 µ contre 300 à 400 µ (KAHL). Il se peut que, comme dans le cas des *Loxodes*, les *Remanella* puissent subir une diminution considérable de taille, à certaines périodes de leur cycle physiologique et que nos mesures aient porté sur des cas particuliers.

La réaction nucléale de FEULGEN montre que les macronuclei sont presque complètement dépourvus d'acide thymonucléique et que le cytoplasme est richement pourvu en granules et diplocoques colorés par le réactif de Schiff (signalés par FAURE-FREMIET, 1950).

Remanella levii (1) n. sp.
(fig. 96)

Cette grande espèce trouvée une fois seulement dans le sable fin et homogène de l'Aber de Roscoff, est très voisine de la *R. multinucleata* (KAHL) mais, en dépit de sa grande taille (600 à 700 µ) on n'y observe que quatre gros macronuclei sphériques et deux corps de Müller. La bouche est entourée d'une zone pigmentaire très développée et les ingesta sont constitués de Flagellés.

En l'absence de culture, il nous est impossible d'affirmer avec certitude qu'il s'agit là d'une espèce nouvelle ou plutôt d'un stade physio-

(1) Dédiée à Claude LEVI, zoologiste français.

logique de la *R. multinucleata*. Remarquons toutefois que la constance de sa grande taille, ainsi que le nombre et le volume des macronuclei nous donnent nettement à penser qu'il s'agirait plutôt d'une espèce nouvelle.

Remanella rugosa Kahl

(fig. 97)

Décrite par KAHL en 1933, *Remanella rugosa* est une espèce très commune dans les sables fins de l'Aber de Roscoff.

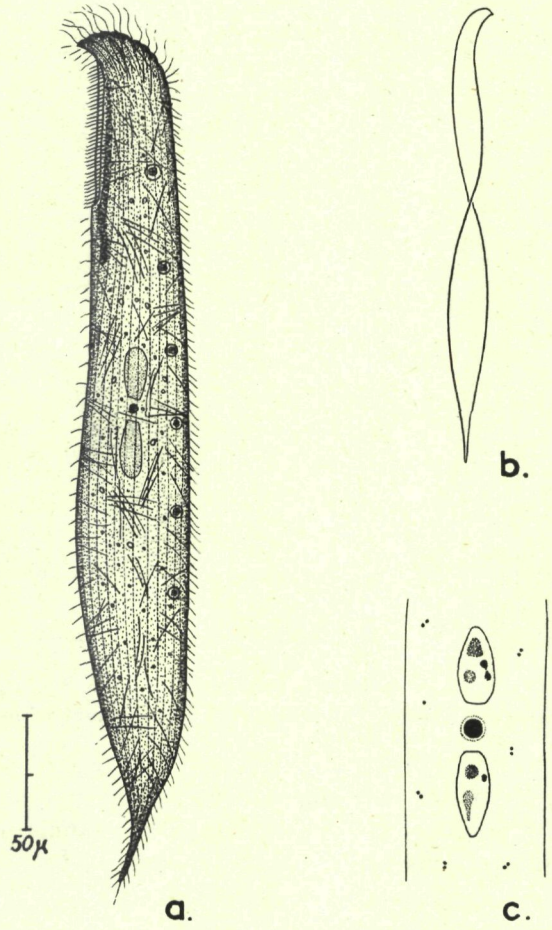

FIG. 97. — *Remanella rugosa* Kahl;
a) Aspect général, sur le vivant; b) torsion en hélice pendant la nage; c) appareil nucléaire (réaction nucléale de Feulgen).

Elle est assez bien caractérisée par ses corps de Müller composites (au nombre de 4 à 8), son appareil nucléaire constitué de deux assez gros macronuclei ovalaires et d'un micronucleus sphérique intercalaire, ainsi que par la présence de fins grains pigmentaires peri-buccaux. Sa taille varie entre 180 et 400 µ (200 à 300 µ d'après KAHL). Dans le

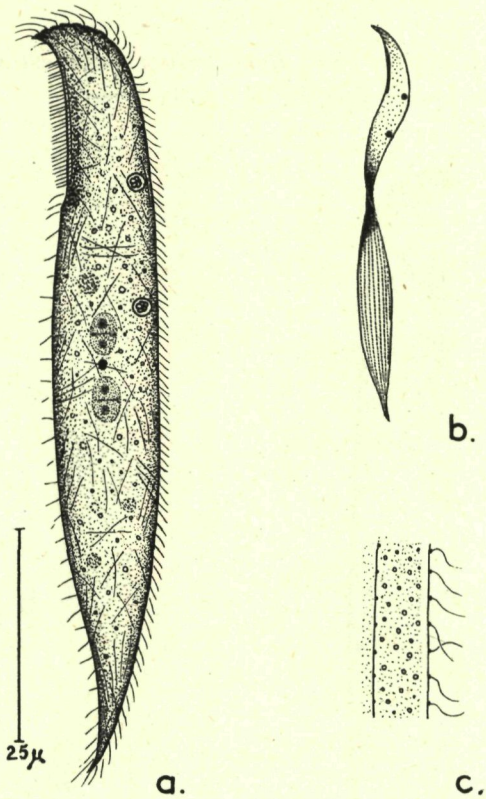

FIG. 98. — *Remanella rugosa* Kahl var. n. ?
a) Aspect général, sur le vivant; b) torsion en hélice pendant la nage; c) protrichocystes intercinétiques (schématique).

chenal de l'Ile Verte, les individus étaient nettement plus grands que ceux décrits par KAHL à Kiel ou au Helgoland, tandis qu'ils paraissaient plus trapus et plus petits dans le sable de l'Aber même (devant le Laboratoire et à la place « 3 » de B. SWEDMARK).

La réaction nucléale de FEULGEN, montre de très nombreux grains colorés en rouge par le réactif de SCHIFF et disposés souvent en « diplocoques » (FAURE-FREMIET, 1950).

L'animal est très plat et peut s'enrouler en hélice, tandis que ses cils sont souvent thigmotactiques. Le « squelette » interne, constitué par des spicules minérales, est très abondant. La face ciliée montre

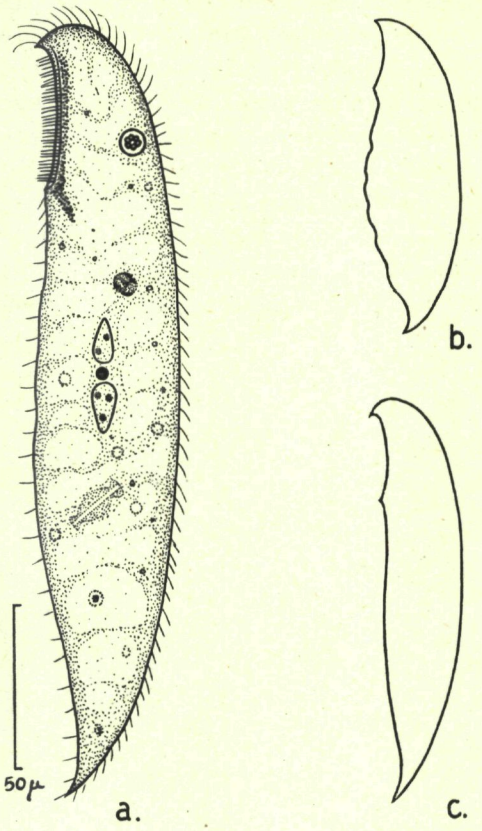

FIG. 99. — Variante de *Remanella rugosa* trouvée dans le sable saumâtre de l'étang du Fournelet (Camargue) :

a) Aspect général, sur le vivant (schématique); b) contraction maxima; c) forme habituelle, en extension.

14 à 15 cinéties, tandis que la face glabre est ornée de très fins protrichocystes jaunâtres. Certains individus montraient une anomalie nucléaire : un des deux macronuclei était constitué de deux éléments sphériques à la place de l'un des éléments allongés.

Cette espèce, probablement la plus commune de toutes, montre d'ailleurs quelque variabilité (fig. 98 et 99).

Remanella rugosa var. *unicorpusculata* Kahl
(fig. 100)

De structure générale identique, cette variété (?) se caractérise par la présence d'un seul corpuscule de Müller et par sa petite taille (seulement 100 µ). Il nous est très difficile de nous prononcer au sujet de la validité de cette variété. Il reste un fait certain, c'est que nous avons retrouvé, assez régulièrement, un cilié dont les caractéristiques semblent constantes et qui correspond à la description de KAHL. Il faut remarquer, toutefois, que la variété décrite par KAHL mesurait environ 250 µ d'où une divergence de taille assez importante. Toujours dans les sables de Roscoff, nous avons trouvé parfois un autre *Remanella* de petite taille (80 µ) ressemblant beaucoup à la variété *unicorpusculata* de *R. rugosa* (Kahl) mais possédant toujours *deux* corpus-

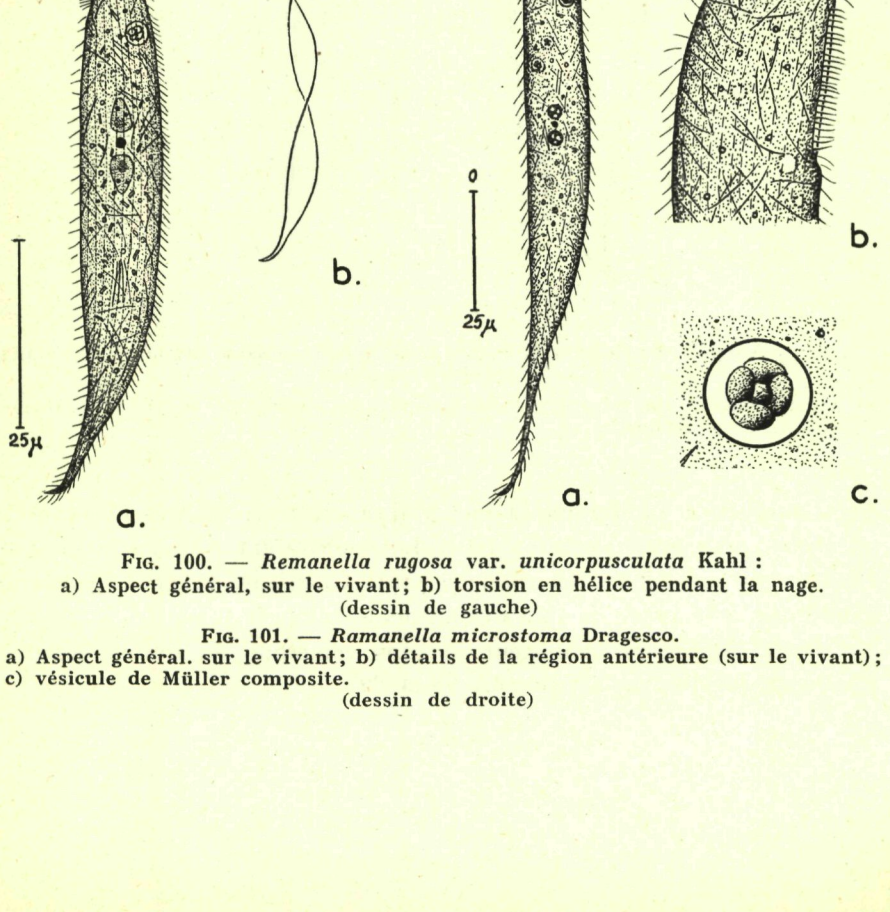

FIG. 100. — *Remanella rugosa* var. *unicorpusculata* Kahl :
a) Aspect général, sur le vivant; b) torsion en hélice pendant la nage.
(dessin de gauche)

FIG. 101. — *Ramanella microstoma* Dragesco.
a) Aspect général. sur le vivant; b) détails de la région antérieure (sur le vivant); c) vésicule de Müller composite.
(dessin de droite)

cules de Müller et des macronuclei un peu particuliers : ovalaires et cloisonnés en deux. Nous hésitons d'en faire une nouvelle variété et nous nous contenterons de la signaler, tout en remarquant qu'il est très possible qu'il ne s'agisse en fait que de formes physiologiques de l'espèce *R. rugosa*. En attendant que des cultures ou des études statistiques puissent le prouver nous conservons, provisoirement, la variété *unicorpuculata* de KAHL car il s'agit d'un cilié assez fréquent.

Remanella microstoma Dragesco
(fig. 101)

Trouvée en 1952 à Banyuls, dans un sable fin et homogène, cette espèce se rapproche beaucoup de *R. rugosa* var. *unicorpusculata* (Kahl) mais s'en différencie très nettement par sa bouche particulière, très courte et à peine visible et garnie de cils fins et peu nombreux. En outre, l'animal montre un bec antérieur peu prononcé, des petits macronuclei sphériques et une terminaison caudale longue et effilée. Cette espèce possède donc un seul corpuscule de Müller composite et un squelette interne à peu près normal. Le côté droit est seul cilié et montre environ douze cinéties. Le pigment péri-buccal semble absent, ainsi que les protrichocystes. La taille est faible (140 µ de moyenne) et la nage assez lente.

Remanella trichocystus Dragesco
(fig. 102)

Très proche encore de *Remanella rugosa* Kahl, cette nouvelle espèce a été trouvée en 1953 dans le sable fin, homogène et un peu saprobe, de l'Aber de Roscoff. De grande taille (450 µ en moyenne) *R. trichocystus* est morphologiquement identique à *R. rugosa* Kahl, mais montre de gros trichocystes en forme de bâtonnets, disposés tout autour du corps, ainsi que des gros grains pigmentaires jaune-brun, répartis tout autour de la bouche ou épars dans le cytoplasme (concentration apicale). Elle se différencie, en outre, de *R. rugosa* (Kahl) par le nombre plus élevé de cinéties (20 contre 15). Les corpuscules de Müller, l'appareil nucléaire, le squelette et la forme générale sont du type *R. rugosa*. Les ingesta sont constitués par des Diatomées.

Remanella margaritifera Kahl
(fig. 104)

Cette petite espèce, très abondante à Kiel, Sylt et Helgoland, a été décrite par KAHL en 1933 comme étant une des espèces les plus com-

munes du genre. Effectivement, nous l'avons retrouvée aussi dans la région de Roscoff, en énorme quantité et dans des échantillons de sable très variés. C'est certainement l'espèce la plus richement représentée. Elle a été retrouvée aussi par Bock (1952) qui la considère comme commune.

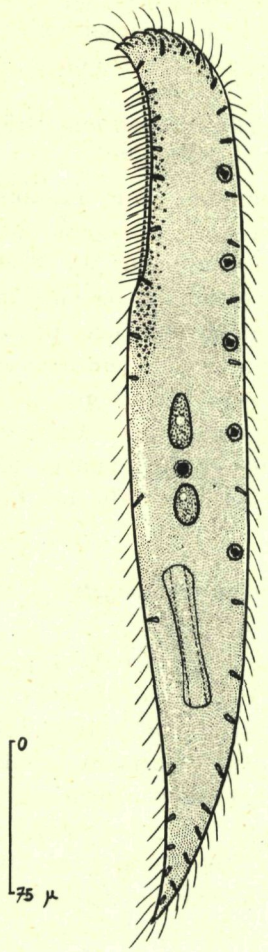

Fig. 102. — *Remanella trichocystus* Dragesco :
Aspect général; schématique (le « squelette » interne calcique et les cinéties n'ont pas été figurés).

L'aspect morphologique général correspond assez bien à la description de Kahl : forme élargie du corps, deux à cinq corps de Müller *simples,* appareil nucléaire constitué par deux gros macronuclei sphé-

riques et un micronucleus intercalaire, cytoplasme transparent et dépourvu de pigment. Les divergences portent sur deux points : *a*) les individus observés par nous étaient nettement plus petits (70 à 110 μ contre 100 à 200 μ chez KAHL) et *b*) la grande ouverture buccale nous a semblé entièrement dépourvue de zone pigmentaire tandis que KAHL figure une pigmentation assez abondante. En outre, des individus observés en 1954 nous ont montré une structure interne très vacuolaire.

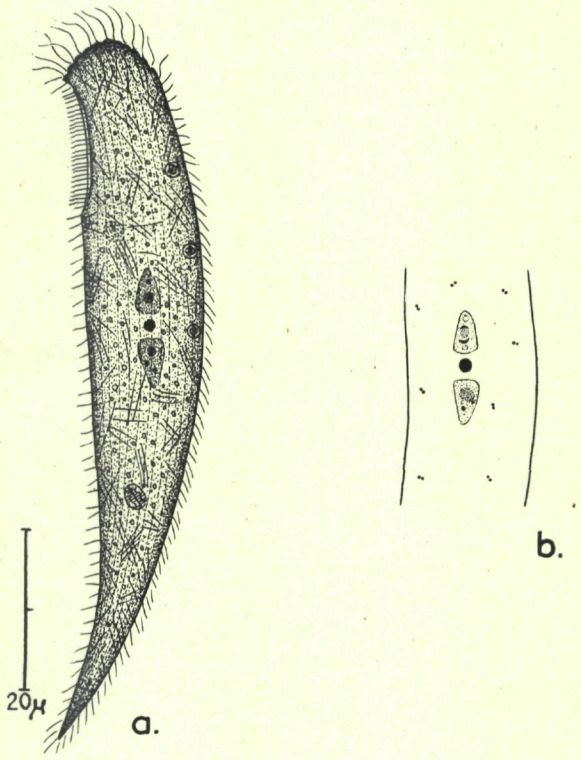

FIG. 103. — *Remanella rugosa* var. ?
a) Aspect général, sur le vivant; b) appareil nucléaire et diplosomes thymonucléiques (réaction de Feulgen).

Nos observations nous ont permis de préciser les points suivants :

La bouche est pourvue de véritables petites membranelles, constituées par trois ou quatre cils coalescents insérées du côté droit, les macronuclei, achromatiques dans leur ensemble, montrent un assez grand nombre de fins granules Feulgen-positifs : les cinéties, localisées sur le côté droit, sont au nombre de 10 à 12 et portent des cils fins et

assez thigmotactiques. Pigment et protrichocystes sont absents et les mitochondries, ectoplasmatiques, sont sphériques ou en forme d'haltères et assez volumineuses (3 à 6 μ). Les ingesta semblent être constitués par des algues variées.

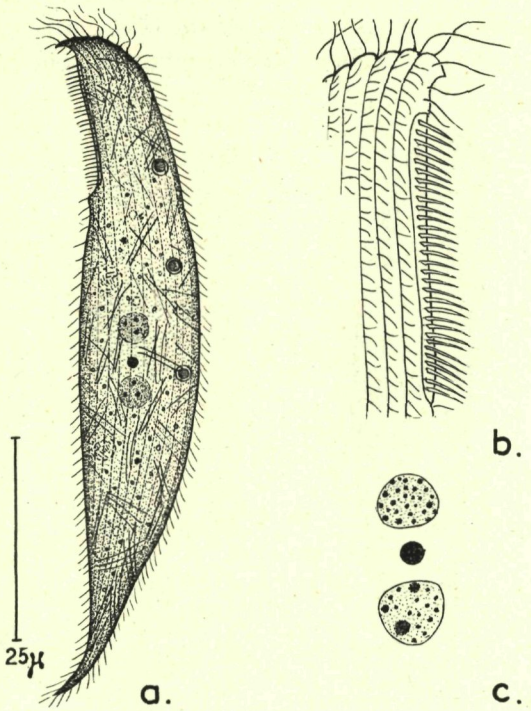

FIG. 104. — *Remanella margaritifera* Kahl :
a) Aspect général, sur le vivant; b) cils coalescents (membranelles ?) garnissant la bouche; c) appareil nucléaire (Feulgen).

Remanella minuta Dragesco
(fig. 105)

Cette nouvelle espèce, la plus petite du genre, était commune en 1951 dans un sable fin, mais très vaseux, récolté dans le vieux port de Roscoff. Trouvée en énorme quantité, cette espèce est assez voisine de *R. margaritifera* Kahl, mais s'en différencie par sa taille, toujours inférieure à 50 μ (32 à 48 μ), sa bouche pourvue de pigment brunâtre et ses macronuclei de forme très allongée. Les corps de Müller sont simples

et font légèrement saillie à l'extérieur. Les fibrilles internes sont peu nombreuses, car elles sont relativement volumineuses. Le côté droit seul est cilié et montre 8 à 10 cinéties. Très plat, l'animal est déformé par les corps de Müller et les vacuoles digestives (qui contiennent de fins corpuscules agités par le mouvement brownien).

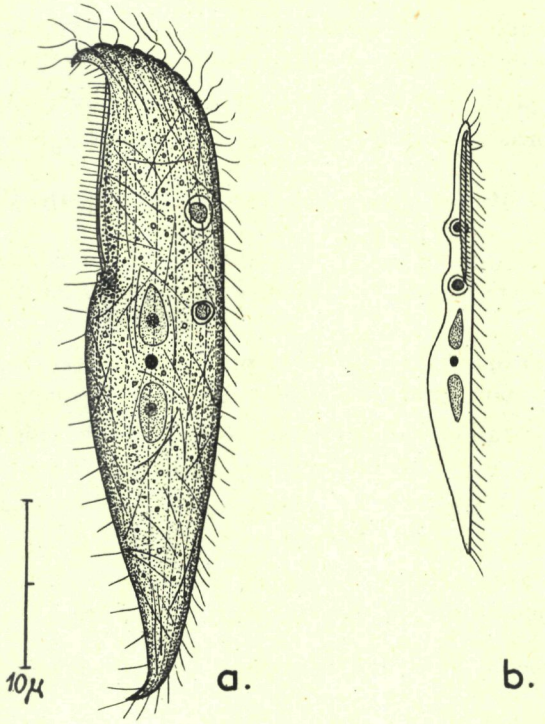

FIG. 105. — *Remanella minuta* Dragesco :
a) Aspect général, sur le vivant; b) schéma de la vue ventrale.

Remanella brunnea Kahl

Dans l'absence de figure et d'une description précise, nous pensons que cette espèce est destinée à devenir un « nomen nudum ».

Diagnose des diverses espèces du genre ***Remanella*** (fig. 90)

Pour faciliter la détermination des diverses espèces de ce genre très important, nous suggèrons la petite clef de détermination qui suit :

1. — **Corps de Müller « simples »** (un *seul* gros granule refringent).

a) Grande taille (300 µ). Nombreux noyaux, pigment péribuccal, forme du corps assez élargie : *Remanella swedmarki* Dragesco.

b) Petite taille (80 µ), deux macronuclei sphériques, pas de pigment, forme du corps allongée : *Remanella margaritifera* Kahl.

c) Petite taille (110 µ), deux macrunuclei sphériques, pigment péribuccal, forme du corps élargie : *Remanella obtusa* Faure-Frémiet.

d) Très petite taille (40 µ) deux macronuclei ovalaires, pigment péribuccal, forme assez fine : *Remanella minuta* Dragesco.

2. — **Corps de Müller « composites »** (granules constitués par plusieurs éléments).

A. — *Espèces possèdant plus de deux macronuclei,* taille supérieure à 400 µ.

a) Très grande taille (1 000 µ) plusieurs dizaines de macronuclei, forme extrêmement allongée : *Remanella gigas* Dragesco.

b) Grande taille (650 µ) plus de 10 macronuclei, pigmentation brunâtre, forme très allongée : *Remanella multinucleata* Kahl.

c) Grande taille (650 µ) quatre macronuclei volumineux, forme allongée et plate : *Remanella levii* n. sp.

d) Assez grande taille (450 µ) six à dix macronuclei, pigmentation jaunâtre, forme effilée : *Remanella faurei* Dragesco.

B. — *Espèces possèdant deux* (ou exceptionnellement *trois*) *macronuclei :*

a) Très grande taille (600 µ), gros macronuclei allongés, forme très allongée (filiforme) : *Remanella caudata* Dragesco.

b) Grande taille (350 µ) gros macronuclei allongés, forme allongée et très plate : *Remanella rugosa* Kahl.

c) Grande taille (400 µ), gros macronuclei allongés, etc. (comme *R. rugosa*) mais trichocystes : *Remanella tricocystus* Dragesco.

d) Petite taille (100 µ) un seul corps de Müller, pas de pigment péribuccal : *Remanella rugosa* var. *unicorspusculata* Kahl.

e) Assez petite taille (140 µ) macronuclei *sphériques,* gros grains pigmentaires péribuccaux : *Remanella granulosa* Kahl.

f) Assez petite taille (140 µ) petits macronuclei sphériques, petite bouche dépourvue de pigment : *Remanella microstoma* Dragesco.

Quelques considérations générales concernant le genre *Remanella* Kahl

a) Systématique.

En dépit du fait que nous ayons retrouvé toutes les espèces signalées par KAHL ainsi qu'un certain nombre d'espèces nouvelles, la classification des Remanella reste sujette à caution. Effectivement, ce genre est d'une très grande homogénéité, toutes les espèces se ressemblent et montrent de nombreux caractères communs :

Forme typique (bec antérieur et extrémité caudale pointue et recourbée du côté de la bouche), grand aplatissement du corps, face droite ciliée, squelette interne constitué de « spicules » arquées, bouche en fente garnie de cils plus volumineux et plus longs, corps de Müller, macronuclei de structure particulière, etc. Les différences portent sur des détails dont la valeur systématique est difficile à préciser, pour le moment. C'est ainsi, par exemple, que nous avons accepté de suivre KAHL pour diviser les *Remanella* en deux grands groupes, suivant que leurs « corps de Müller » sont simples ou constitués par plusieurs granules. Les observations actuelles semblent donner raison à l'auteur allemand, mais ce n'est qu'en culture prolongée qu'on pourra se rendre compte s'il ne peut y avoir passage d'une structure à l'autre. Le facteur taille semble aussi très approximatif et nous ne savons pas encore si les *Remanella* ne peuvent subir de considérables diminutions de taille, à la suite de la division, ainsi que cela semble arriver dans le genre voisin *Loxodes*. Nos observations sur *Remanella swedmarki* semblent suggérer l'existence d'une telle évolution. De même, il se pourrait que la structure nucléaire soit moins constante qu'on ne serait tenté de le penser à première vue. S'il semble certain qu'il existe des espèces de grande taille, pourvues d'un grand nombre de noyaux et des petites espèces, montrant régulièrement seulement deux macronuclei, les faits sont plus incertains pour des nombres moyens (chez *R. swedmarki,* on a pu constater une énorme régression du nombre des noyaux, accompagnant la diminution de la taille) et il n'est pas certain non plus que les différences de forme et de volume de macronuclei soient absolues. Plus intéressante semble être la notion de la présence ou l'absence de pigment péribuccal, mais il s'agit là encore, d'une donnée plutôt quantitative que qualitative. D'autres considérations, telles la nage, la contractibilité, la fragilité et le contenu des ingesta sont encore des caractéristiques assez floues et incertaines. Reste le nombre des ciné-

ties qui semble avoir une valeur plus stable, mais il n'est pas toujours facile à déterminer avec exactitude.

Bref, nous pensons que seul l'avenir pourra confirmer ou infirmer la valeur des quatorze espèces que nous venons de décrire et cela, grâce à des études statistiques et des cultures... (si la chose est possible). De toute manière, nous savons, par expérience, que ces quatorze espèces correspondent bien à des variations qu'on retrouve, de façon constante, dans la nature et qu'il est souvent commode et utile de pouvoir préciser et nommer.

b) **Ecologie.**

Les *Remanella* sont des ciliés très fréquents et très typiques, connus seulement du milieu interstitiel. Ces ciliés sont absolument caractéristiques de la faunule infusorienne microporale et se retrouvent en grande abondance dans les sables fins, homogènes et un peu saprobes. Leur forme plate et leur face ciliée thigmotactique les rend très habiles à épouser la forme des grains de sable. Comme tous les ciliés typiquement mésopsammiques, les *Remanella* sont très fragiles et éclatent facilement lorsque leur surface entre en contact avec le verre ou l'air libre. Si certaines espèces restent rares et peu abondantes, il en existe d'autres qui pullulent réellement dans les sables vaseux (*R. minuta* et *R. margaritifera* par ex.).

c) **Cytologie.**

La structure fine des *Remanella* est assez difficile à préciser car ces animaux sont fragiles et se fixent assez mal. Nous avons pu, toutefois, établir les points suivants :

***La bouche** des Remanella* est constituée par une longue fente latérale s'ouvrant au-dessous du bec apical, caractéristique du genre. Cette fente, qui reste toujours fermée et qu'il est très difficile de voir avec précision, est garnie de cils particuliers. Très difficile à analyser (les imprégnations argentiques réussissent assez mal) cette ciliature buccale nous semble constituée par une brosse de cils, épais et assez courts, implantés du côté droit et formant de véritables petites membranelles, dont les éléments constitutifs restent, le plus souvent, indépendants, mais dont les cinétosomes s'alignent en petites cinéties obliques et très courtes (imprégnations argentiques). Du côté gauche, la fente buccale semble bordée par des cils simples assez longs et moins serrés (ayant

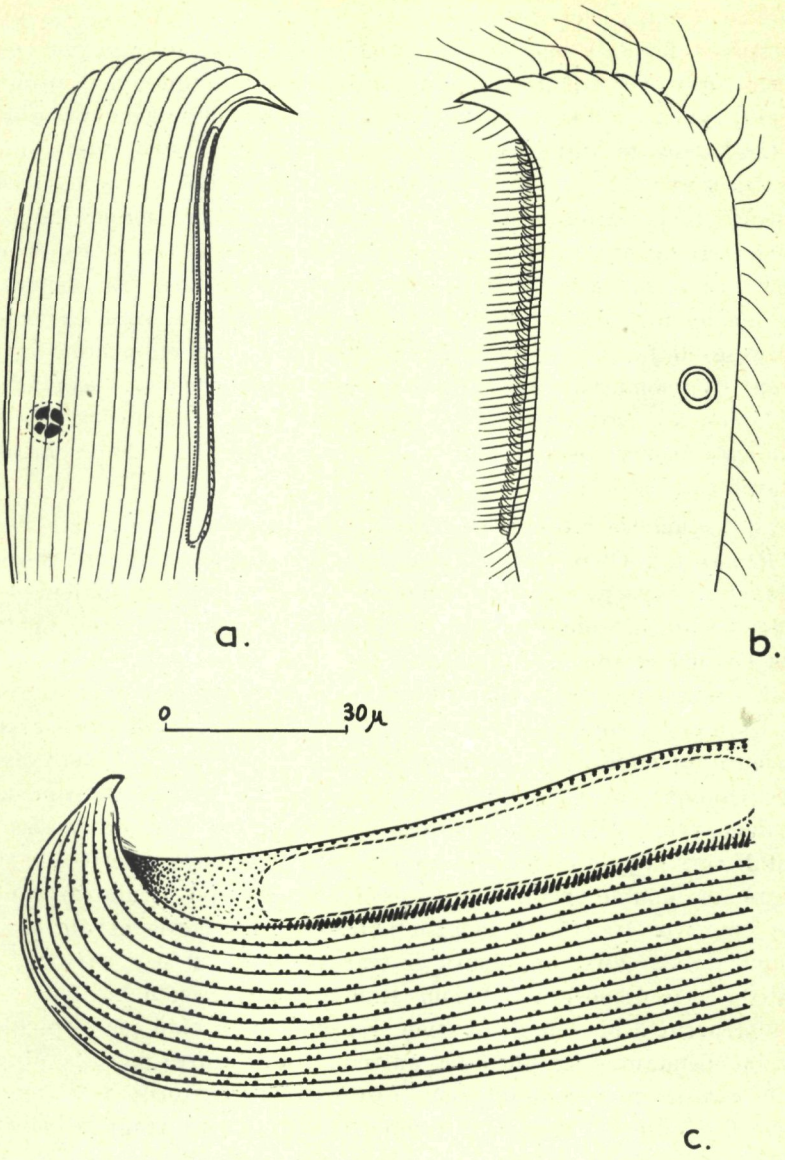

FIG. 106. — La bouche des *Remanella* :
a) Fente buccale chez *R. rugosa* (imprégnation argentique, schématique); b) les deux sortes de cils ornant la bouche de *R. swedmarki* (acide osmique); c) disposition des cinétosomes chez *R. multinucleata* (imprégnation argentique).

tendance à constituer une sorte de palette souple). Dans la plupart des espèces, la fente buccale est entourée de grains de pigment (jaune ou brun) qui réalisent un véritable fourreau autour du court entonnoir buccal (pharynx) qui se dirige vers le bas et un peu obliquement (fig. 106).

Les ***Corps de Müller*** sont des concrétions minérales, dures et très résistantes aux divers réactifs (y compris acides dilués et potasses caustiques), dont la nature reste encore mystérieuse. Emprisonnés dans une vacuole refringente, les « Corps de Müller » sont simples (discoïdes) ou composites (constitués de plusieurs grains agglutinés). En dehors de ceux (en nombre limité, de 1 à 10 généralement) qui sont envacuolés et disposés de façon assez régulière et dorsalement, il en existe d'autres, souvent très nombreux, épars dans le cytoplasme et souvent exactement semblables aux précédents. Ces organites (très caractéristiques des *Remanella*) se retrouvent dans le genre voisin d'eau douce *Loxodes* (« statoblastes » de PENARD).

Le « ***squelette minéral interne*** » constitue une autre particularité des *Remanella*. C'est KAHL (1935) qui, le premier, a décrit chez les *Remanella* l'existence d'un système fibrillaire squelettique soutenant (?) la face droite et constitué par de nombreuses baguettes refringentes. Nous l'avons retrouvé, nous-même, dès 1950 et l'avons étudié par le détail. Les fibrilles (dont la taille est variable et nettement plus grande chez les espèces volumineuses) sont très allongées, très fines (épaisseur inférieure au micron), légèrement arquées et pointues aux deux extrémités. Quoique assez irrégulière et parfois labile, leur répartition n'est pas dépourvue d'un certain ordre, les baguettes étant disposées en éventail vers la partie antérieure (comme pour consolider la « tête ») et suivant une double orientation (grossièrement perpendiculaire) dans le reste du corps (faisceaux longitudinaux sur les bords et autour des noyaux et faisceaux plus épars et transversaux, un peu partout). En dépit de cette disposition, il nous semble peu vraisemblable d'accorder à ces structures un rôle de soutien. En effet, d'un côté ces « spicules » sont indépendantes les unes des autres et, d'un autre côté, la plupart des *Remanella* montrent une souplesse extrême, se tordant souvent en hélice. De toute manière, leur comportement et leur fragilité générale est du même ordre que chez les espèces dépourvues de spicules (*Centrophorella*). Toutefois, les spicules elles-mêmes sont assez rigides et ne s'aplatissent pas après dessication. Faiblement bi-réfringentes, suivant leur plus grand axe, ces formations paraissaient être, à priori, protéïques. Nous fûmes dons surpris lorsque nous avons pu prouver, dès 1952, la nature minérale de ces curieux éléments. En effet, les « spi-

cules » se sont montrés très labiles, disparaissant instantanément dans les acides dilués, mais résistant assez bien à la potasse et aux hypochlorites. Diverses études que nous avions poursuivies en 1952 et 1953 nous avaient convaincu de la nature calcaire de ces fibrilles. Toutefois,

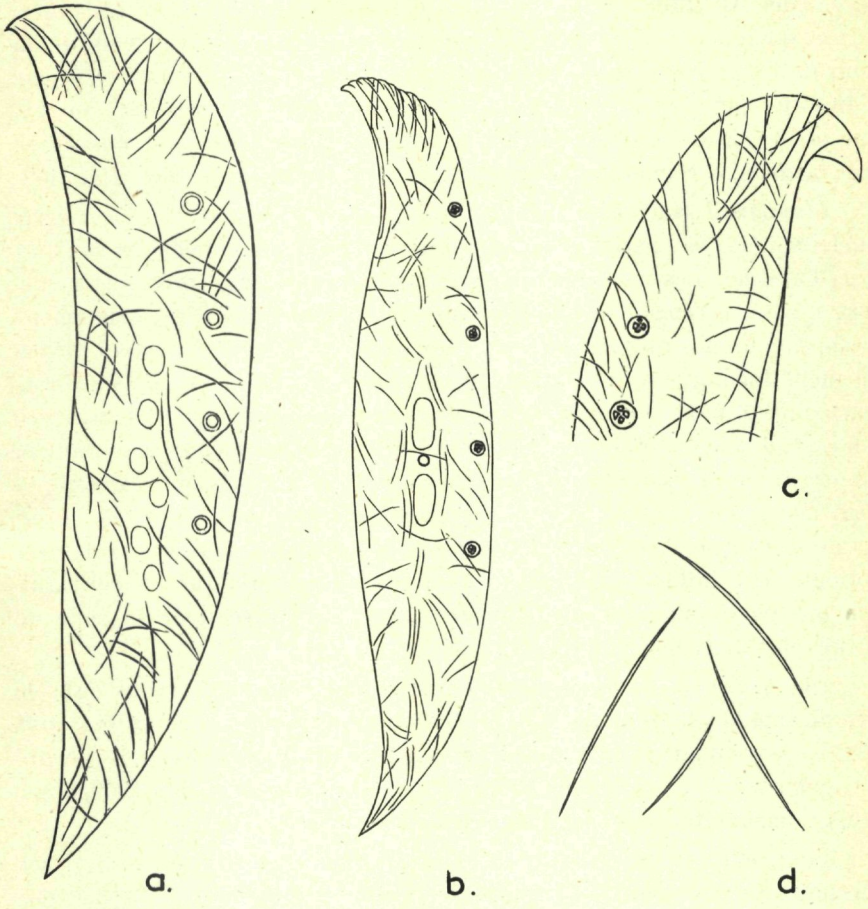

FIG. 107. — *Squelette minéral intracytoplasmatique chez les Remanella :* a) Disposition des baguettes calciques chez *R. swedmarki* (sur le vivant) ; b) disposition des baguettes calciques chez *R. rugosa* (sur imprégnation argentique) ; c) région antérieure de *R. multinucleata* (acide osmique) ; d) spicules isolées de *R. multinucleata* (dans l'eau de mer).

les images au microscope électronique (montrant un canal central) et les observations cytologiques (montrant la persistance d'une image faiblement visible après dissolution) nous ont donné l'indication qu'il s'agissait plutôt d'une trame organique imprégnée de calcaire amorphe

(pas de diagramme de diffraction des électrons). En 1954, FAURE-FREMIET (publication sous presse lors de la rédaction de ces lignes *) a pu obtenir de très belles colorations spécifiques du calcaire (réaction de von Kossa, entre autres), tout en précisant la structure d'ensemble de ce « squelette interne » qui n'a pas d'autre équivalent chez les ciliés. Il y a quelques années il aurait été très étonnant aussi de voir qu'on pouvait trouver des formations calcaires aussi abondantes à l'intérieur d'un cilié. Depuis les travaux de FAURE-FRÉMIET (sous presse) *, on sait que la présence d'inclusions calcaires, de formes variées, est une chose très largement répandue, notamment chez les ciliés des sables (fig. 107).

L'appareil nucléaire est, lui aussi, assez particulier : les micronuclei sphériques, petits et riches en acide desoxyribonucléïque, sont du type habituel. Les macronuclei, tout au contraire, montrent une structure qu'on ne rencontre que chez quelques genres de ciliés strictement mésopsammiques : sphériques ou allongés, ces organites restent pratiquement incolores après action du réactif de Schiff (méthode de FEULGEN), mis à part quelques petits granules épars et quelques traînées floues, faiblement teintées en rouge. En revanche, ces mêmes macronuclei montrent un ou plusieurs corps sphériques, assez réfringents, qui prennent assez intensément le vert lumière. Quoi qu'il en soit, si la masse totale des noyaux est normale, le rapport nucléo-plasmatique réel reste ridiculement faible et difficile à expliquer. Les individus en conjugaison montrent une concentration des noyaux au niveau de la zone de suture des deux conjugants (fig. 109).

Des ***granules Feulgen-positifs*** peuvent être observés épars dans le cytoplasme de la plupart des espèces de *Remanella*. Ces grains sont réunis souvent en couples (diplosomes) et leur diamètre est de l'ordre du quart de micron. FAURE-FRÉMIET les avait signalés dès 1950, mais nous ignorons toujours leur signification exacte.

Le ***Cinétome*** est très difficile à imprégner et à étudier convenablement. Sur le vivant, le nombre de cinéties est assez difficile à compter, mais varie entre 8 et 30 env. suivant les espèces. Les cinétosomes eux-mêmes ne sont pas très visibles, sur le vivant, mais les imprégnations montrent qu'ils sont assez volumineux et souvent dédoublés. Les cinétosomes des cinéties buccales sont légèrement plus gros et mieux visibles sur le vivant.

Les ***protrichocystes,*** présents dans la plupart des espèces, sont généralement des sphères incolores ou jaunâtres, faiblement réfringen-

(*) En 1955.

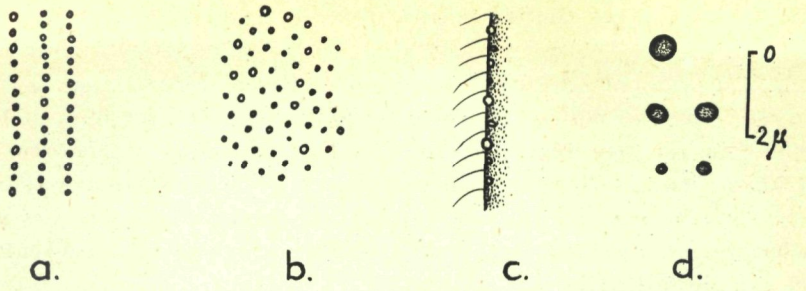

FIG. 108. — Protrichocystes de *Remanella multinucleata* Kahl (Sublimé, vert lumière) :

a) Rangées de gros protrichocystes intercinétiques; b) protrichocystes irrégulièrement distribués (face gauche); c) protrichocystes marginaux (gonflés et à demi éjectés par la fixation); d) détail des protrichocystes.

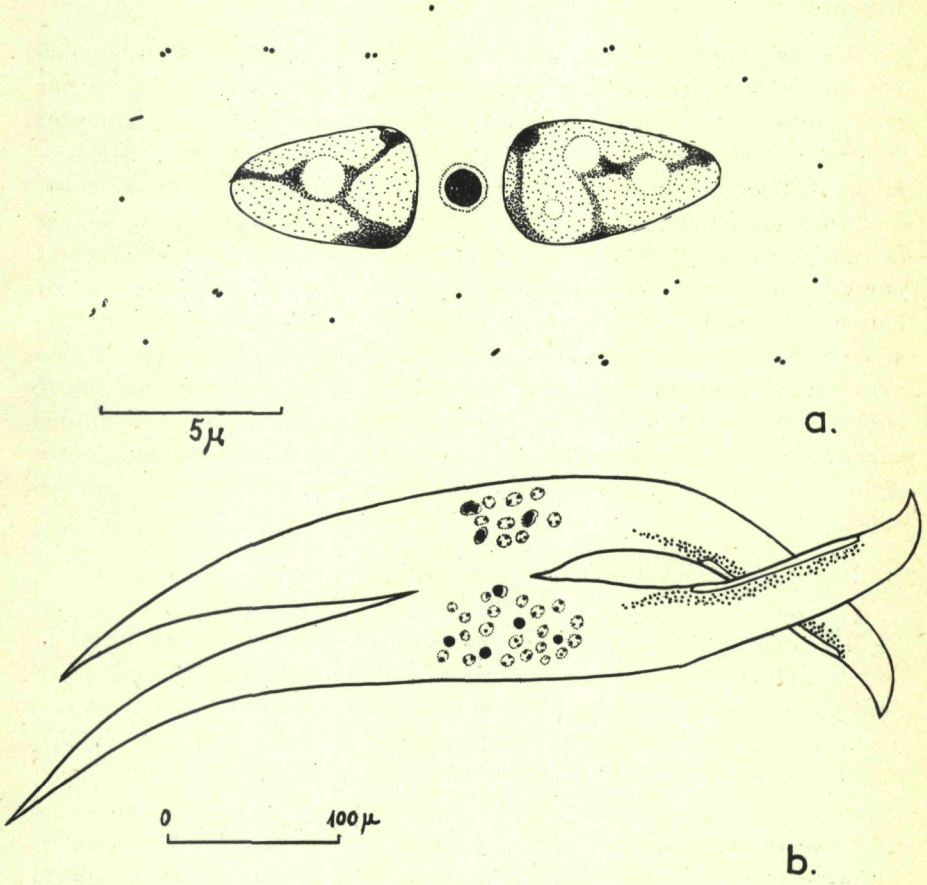

FIG. 109. — Appareil nucléaire des *Remanella*. (Réaction nucléale de Feulgen).

a) Complexe nucléaire et « diplosomes » thymonucléiques chez *R. rugosa* Kahl; b) stade de conjugaison chez *R. multinucleata* Kahl.

tes et disposées entre les cinéties ou uniformément réparties sur le côté non cilié. Chez *R. multinucleata,* leur taille peut dépasser 0,7 µ et leur disposition est très régulière, en files superposées. Certains réactifs entraînent leur gonflement et ils ont alors tendance à sortir vers l'extérieur, sous la forme de grosses boules transparentes (mucus ?). Les protrichocytes antérieurs (disposés autour de la bouche) sont souvent de plus grande taille (fig. 108).

Genre CILIOFAUREA (Dragesco) nom. nov.

Diagnose

Ce nouveau genre, représenté par plusieurs espèces assez abondantes dans le milieu interstitiel, est très voisin des *Remanella.* Décrit par nous (1954) sous le nom de *Faurea* ce nouveau genre devra s'appeler désormais *Cilifaurea* (le nom de *Faurea* étant occupé par un crustacé — Labbe 1927) et reste dédié à notre maître le Prof. E. Fauré-Frémiet. Les *Ciliofaurea* sont, en effet, des ciliés Gymnostomes (?) dont la bouche est une fente allongée latérale, garnie de cils plus longs et plus serrés sur l'une des lèvres. Très aplaties latéralement et ciliées seulement sur leur côté droit, les *Ciliofaurea* se différencient des *Remanella* par l'absence de squelette interne et de corps de Müller, ainsi que par leur forme arrondie ou ovalaire. En outre, la plupart des espèces portent, sur le côté glabre, des débris (silicieux ?) ou divers autres ornements de nature variable, souvent labiles. Toutes les espèces du genre semblent être rigoureusement mésopsammiques. Type du genre = *Ciliofaurea arenicola.*

Ciliofaurea arenicola (Dragesco)

(fig. 111)

Ce curieux cilié a été trouvé dans le sable fin dragué au large de Banyuls (Paulliles). Assez proche de *C. mirabilis* (voir plus loin), cette nouvelle espèce se caractérise par son curieux revêtement, constitué par des débris siliceux (sable) recouvrant le côté gauche, glabre et bombé. Ces débris, de forme très variée, sont tout à fait superficiels et s'éparpillent dans la préparation après cytolyse du cilié. La forme du corps est ovalaire, asymétrique, montrant un léger bec du côté de la bouche. Cette dernière est une longue fente, dépourvue de structure définie et garnie d'une sorte de brosse, constituée par des cils longs et serrés, implantés sur sa lèvre gauche. Les cinéties, localisées sur le côté droit,

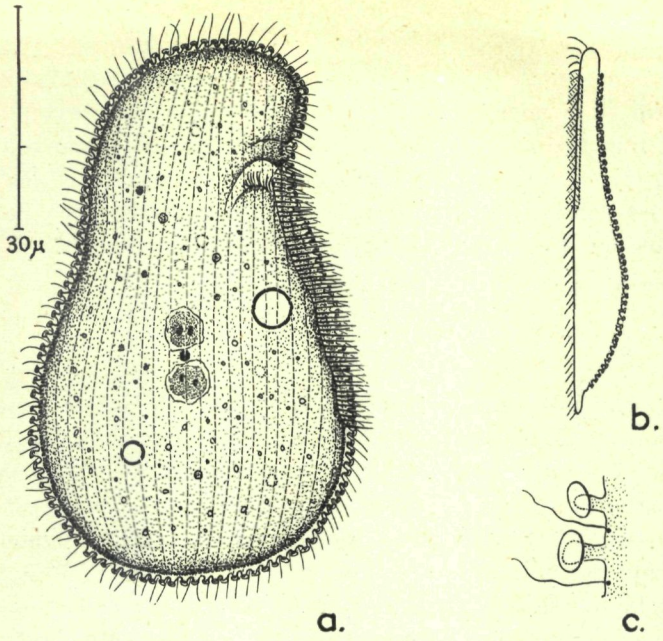

FIG. 110. — *Ciliofaurea ornata* (Dragesco)
a) Aspect général, sur le vivant; b) vue de profil (schématique); c) détail des structures superficielles recouvrant la face glabre.

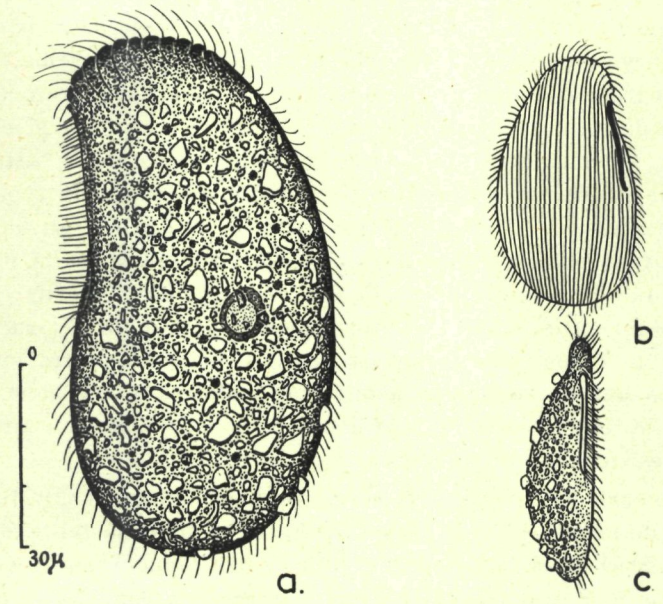

FIG. 111. — *Ciliofaurea arenicola* (Dragesco)
a) Aspect général, sur le vivant; b) cinéties (schématique); c) vue de profil.

sont au nombre de 28 à 30. Le macronucleus, unique semble-t-il, est du type *Geleia* et le micronucleus n'a pas été observé. Le cytoplasme est encombré d'inclusions diverses, parmi lesquelles des vacuoles bourrées de fins granules, animés de mouvements browniens. Entre les cinéties et parmi les débris silicieux, on peut observer de nombreux petits protrichocystes. La taille, assez petite, ne dépasse pas 120 µ.

Ciliofaurea ornata (Dragesco)
(fig. 110)

Plus fréquente que la précédente, cette nouvelle espèce a été retrouvée, à plusieurs reprises, dans le sable fin, homogène mais sale de l'Aber de Roscoff, ainsi qu'à la place « 3 » de SWEDMARK (sable à *Psammodrillus ballanoglossoïdes*). De petite taille (L = 60 à 90 µ) *C. ornata* est un cilié très transparent, très aplati latéralement et nettement thigmotactique. Le côté droit est cilié (une vingtaine de cinéties, parfois 16 à 17 seulement) tandis que le côté gauche est glabre et nettement bombé. La bouche est une longue fente, s'ouvrant latéralement et s'étendant sur plus de la moitié de la longueur du cilié. Cette fente est garnie (du côté droit) par une rangée de longs cils serrés (comme chez les autres espèces du genre). En plus, *C. ornata* semble posséder un petit pharynx qui s'ouvre apicalement, à la naissance de la fente buccale. Il nous a semblé que ce pharynx était cilié, mais celà demanderait confirmation (l'animal étant très fragile, nous n'avons jamais eu l'occasion d'approfondir cette structure délicate avant la cytolyse). Une telle structure, si elle était confirmée, nous obligerait de reviser la position générale de cette espèce. L'appareil nucléaire est constitué par deux macronuclei du type *Geleia*, et un micronucleus intercalaire. Les vacuoles pulsatiles, au nombre de deux, peuvent présenter des positions assez variables (mais il y en a toujours une dans la région médiane du corps). Particularité curieuse: *C. ornata* est entièrement recouverte (sur la face glabre et sur tout le pourtour du corps) par de petites écailles ovalaires et transparentes, supportées par de véritables papilles cuticulaires. Cette structure est assez labile. Des protrichocystes d'aspect sombre peuvent être aperçus dans les espaces intercinétiques.

Cette curieuse espèce a été revue, tout dernièrement (1956) dans le sable fin de l'Aber (place « 3 » de SWEDMARK), mais sa taille était plus grande (120 µ) et sa fente buccale plus courte (*dépourvue* de pharynx), tandis que l'appareil nucléaire comptait trois macronuclei et deux micronuclei.

Ciliofaurea mirabilis (Dragesco)
(fig. 112)

Cette extraordinaire espèce s'est montrée d'emblée très largement distribuée, car nous l'avons trouvée aussi bien dans l'Aber de Roscoff qu'à Banyuls (plage) ainsi que dans un dragage aux Paulliles. De forme elliptique, très allongée, *C. mirabilis,* est un cilié plat dont la face droite seule présente 16 cinéties, garnies de cils thigmotactique. La bouche est une fente allongée, pourvue de cils denses et assez longs.

La vacuole pulsatile est nettement terminale, le cytoplasme est transparent et chargé en formations étonnantes, certaines d'entre elles montrent même une très curieuse évolution, qui débute au voisinage des noyaux. Ces formations, qui sont labiles et dont nous ignorons la nature, sont tout d'abord constituées par un petit disque réfringent très allongé. Ce disque augmente ensuite de taille, s'arrondit et se creuse de deux, puis de quatre « vacuoles (!) dont la taille augmente. Cette évolution finit par nous montrer, tout en surface, et surtout du côté de la face glabre, de grosses vacuoles ovalaires (ou même sphériques) contenant deux fins bâtonnets réfringents croisés (qu'on peut obtenir isolés dans la préparation, après cytolyse de l'animal et qui finissent toujours par s'évanouir progressivement dans l'eau). Deux autres types de formations intra-cytoplasmiques caractérisent encore *Ciliofaurea mirabilis:* il s'agit, tout d'abord de curieux trichocystes sphériques, régulièrement répartis tout le long du pourtour du corps de l'animal et faisant hernie à l'extérieur. A l'état quiescent, on observe à leur intérieur un granule central, tandis qu'après excitation (choc, produits chimiques variés) on constate l'émission d'un long filament flexueux. Du côté opposé à la bouche, et sur toute la longueur de l'animal, on observe des inclusions sphériques et réfringentes, très régulièrement disposées. Enfin, entre les cinéties, de fins protrichocystes sont disposés sur plusieurs rangs. L'appareil nucléaire est constitué par 6 à 12 macronuclei sphéroïdaux dont la structure est du type *Remanella* ainsi que 4 à 10 micronuclei normaux. On remarque encore une vacuole contractile postérieure et des chaînettes de bactéries intracytoplasmiques. Les ingesta sont constitués surtout par des *Flagellés.* La taille varie entre 90 et 180 μ.

Ciliofaurea longissima n. sp. ?

Nous avons encore rencontré, dans le sable fin de la place « 3 » de Swedmark (Aber de Roscoff) un cilié assez curieux que nous n'avons pas eu la possibilité d'étudier à fond. Nous le signalons seulement à la

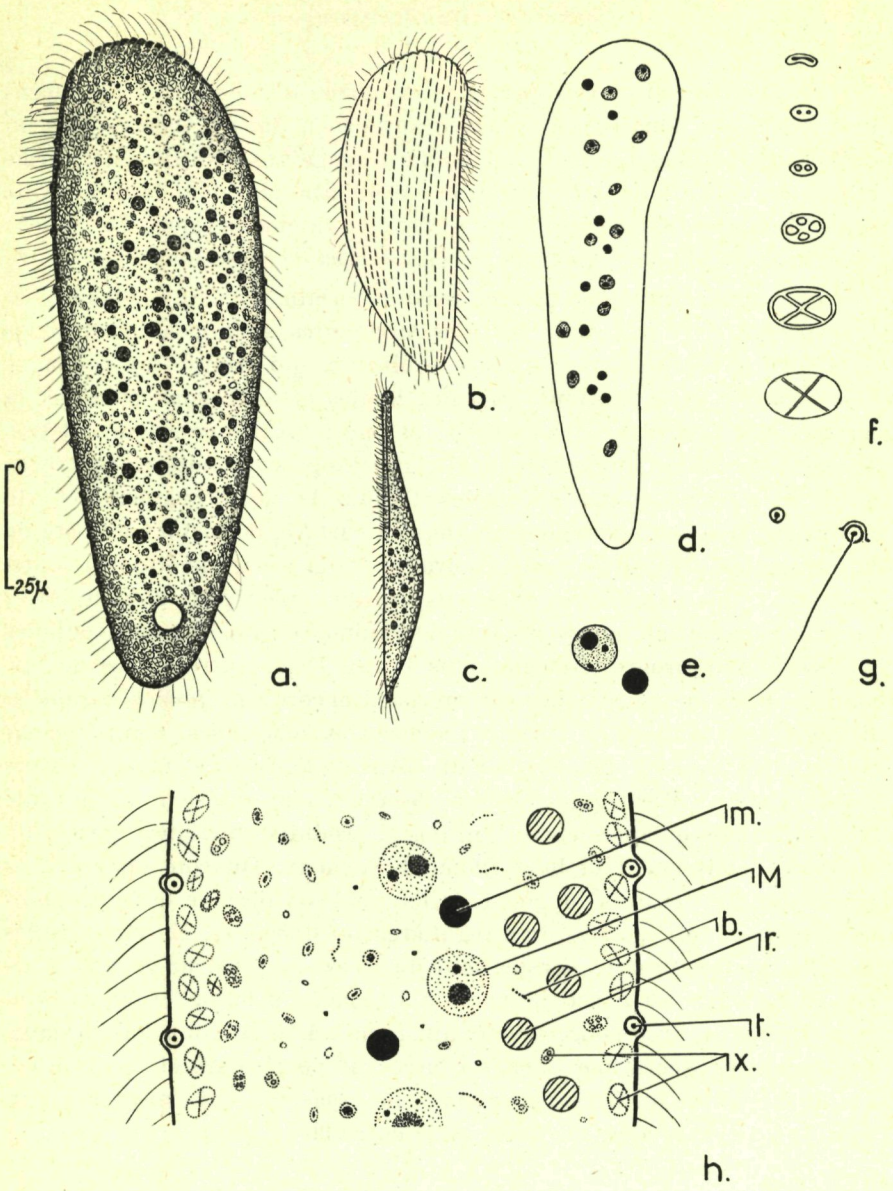

FIG. 112. — *Ciliofaurea mirabilis* (Dragesco)

a) Aspect général, sur le vivant; b) cinéties (schématique); c) vue de profil; d) appareil nucléaire (réaction de Feulgen); e) Macronucleus et micronucleus (Feulgen); f) évolution des inclusions ectoplasmatiques; g) trichocystes (avant et après éjection du filament); h) dessin schématique montrant la distribution des divers organites et inclusions intracytoplamiques : micronucleus (m), Macronucleus (M). inclusions refringentes (r), bactéries en chapelets (b), trichocystes (t), corps énigmatiques superficiels (x).

sagacité de nos successeurs. Il s'agit d'un infusoire de grande taille L : 400 µ) et de forme très allongée, comportant une bouche en fente, garnie de cils plus longs. La macronucleus est rubanné et on observe 4 micronuclei. L'animal se caractérise, en outre, par une vacuole contractile terminale de très grande taille, des cils caudaux plus longs et des trichocystes du type Paramécien (!).

Famille des GELEIIDAE Kahl, 1933

Genre GELEIA Kahl, 1933

(fig. 113)

Le genre *Geleia* est, sans aucun doute, l'un des genres les plus typiques et des plus représentatifs de la faunule infusorienne mésopsammique. Spécifiques du milieu interstitiel, les *Geleia* sont des ciliés très répandus et richement représentés dans les stations les plus diverses. La famille des *Geleiidae* a été découverte par KAHL dans les sables de la région de Kiel, et l'auteur allemand avait pu définir, assez facilement, trois espèces nettement caractérisées. FAURÉ-FRÉMIET (1950) a retrouvé les deux principales espèces de KAHL, très communes dans la région de Concarneau, et a pu en découvrir une très belle espèce nouvelle, ainsi qu'une autre, au Cape Cod. BOCK (1952), à son tour, a retrouvé les principales espèces de KAHL dans les sables de la région de Kiel. Enfin, nous-même, entre 1950 et 1954, avons pu observer de nombreuses *Geleia,* aussi bien dans les sables côtiers de la région de Roscoff, que dans ceux de Banyuls. Il nous a été ainsi possible de retrouver quatre espèces décrites par nos prédécesseurs et de découvrir un certain nombre d'espèces nouvelles, dont quelques-unes assez étonnantes. Les *Geleia* sont des ciliés typiquement psammophiles : de forme allongée (nématomorphes), contractiles, thigmotactiques, fragiles. Leur taille est assez considérable et leur fréquence souvent incroyablement élevée, (du moins dans les régions de Roscoff et Concarneau). Ces ciliés sont à rapprocher des genres voisins *Remanella* et peut-être *Centrophorella* et constituent un groupe de grande valeur écologique. En effet, on ne rencontre pratiquement jamais de *Geleia* en l'absence d'un substrat sableux, et leur densité est le plus souvent en rapport avec la granulométrie(les sables fins et homogènes en sont toujours plus richement pourvus). Les *Geleia*

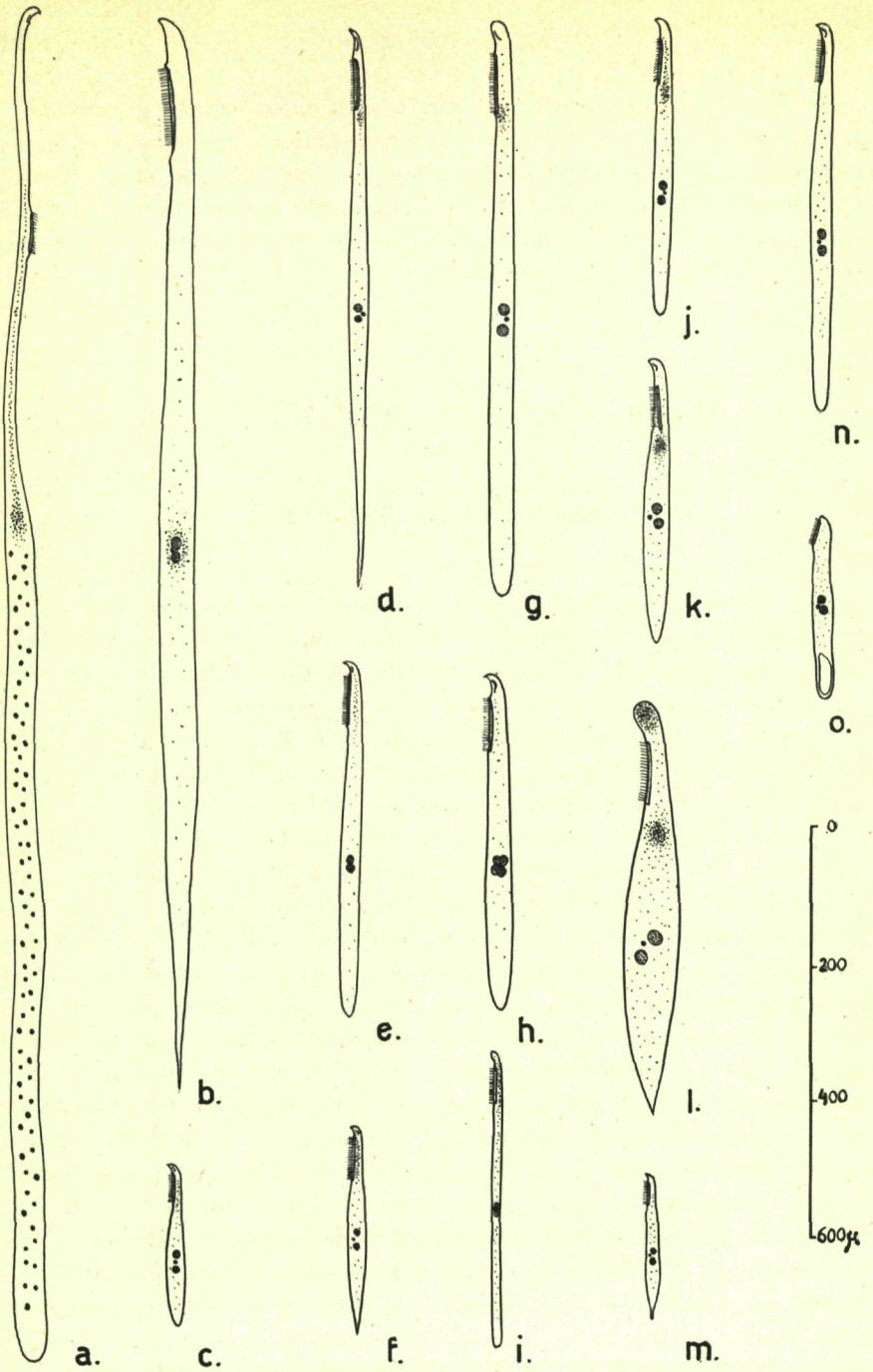

FIG. 113. — Les diverses espèces du genre *Geleia* (figures simplifiées) : a) *Geleia gigas* Dragesco; b) *G. orbis* Fauré-Fremiet; c) *G. decolor* Kahl; d) *G. luci* n. sp.; e) *G. heterotricha* n. sp.; f) *G. acuta* n. sp.; g) *G. major* Dragesco; h) *G. swedmarki* Dragesco; i) *G. tenuis* Dragesco; j) *G. vacuolata* n. sp.; k) *G. obliqua* n. sp.; l) *G. nigriceps* Kahl; m) *G. hyalina* n. sp.; n) *G. fossata* Kahl; o) *G. simplex* Fauré-Fremiet.

étant, en outre, des ciliés prédateurs s'attaquant généralement à des proies végétales, une certaine richesse en protophytes joue un rôle très favorable et permet leur développement rapide.

Geleia fossata Kahl
(fig. 114 B)

Cette espèce commune, et souvent très abondante, a été découverte par Kahl en 1933 et retrouvée aussi bien par Fauré-Frémiet (1950) que par Bock (1952). Fréquente à Concarneau, dans les sables fins du Mousterlin, *Geleia fossata* a été revue un peu partout dans l'Aber de Roscoff, et notamment dans les sables fins. Les individus observés par nous mesuraient 300 µ de moyenne mais, ainsi que le signale Fauré-Frémiet, leur longueur maxima peut dépasser 500 µ, en complète extension. En ce qui concerne leur structure, nos observations correspondent en tous points aux descriptions des auteurs. Le bec antérieur est bien visible, la fossette très apparente, l'extrémité postérieure légèrement pointue et le cytoplasme bourré de granules brun-jaunâtre (d'où teinte générale assez sombre). La bouche, en fente, est garnie d'une brosse de cils drus et l'appareil nucléaire est typique du genre (voir plus loin pour les détails cytologiques). Une variété trouvée dans du sable fin de l'Aber de Roscoff montrait quelques différences par rapport à l'espèce type : cytoplasme alvéolaire à peine jaunâtre, nombreux et fins protrichocystes incolores, taille assez grande (500-700 µ). Le nombre des cinéties atteignait 28 à 30. Cette variété a été retrouvée dans le sable fin de la plage de Banyuls. Elle était identique à celle de Roscoff, mais possédait, en plus, une petite tache pigmentaire brune post-buccale.

Geleia decolor Kahl
(fig. 115 A)

Cette grande espèce, la plus commune de toutes, peut-être, a été découverte par Kahl, dans les sables de Kiel. Fauré-Frémiet (1950) l'a retrouvée à Concarneau, sous une forme légèrement différente de la diagnose-type de l'auteur allemand. Nous l'avons observée, nous-mêmes, dans presque tous les échantillons de sable de l'Aber de Roscoff (surtout en été et en automne), ainsi que dans les sables fins de la plage de Banyuls-sur-Mer. Nos observations confirment celles de Fauré-Frémiet : forme légèrement aplatie, endoplasme granuleux et sombre, dimensions variables (300-700 µ), présence d'une petite fossette prébuccale (*contrairement* à l'affirmation de Kahl).

Les individus observés par nous étaient, en outre, plus arrondis postérieurement et plus contractiles que ceux étudiés par FAURÉ-FRÉMIET. Nous avons pu préciser quelques détails supplémentaires : ecto-

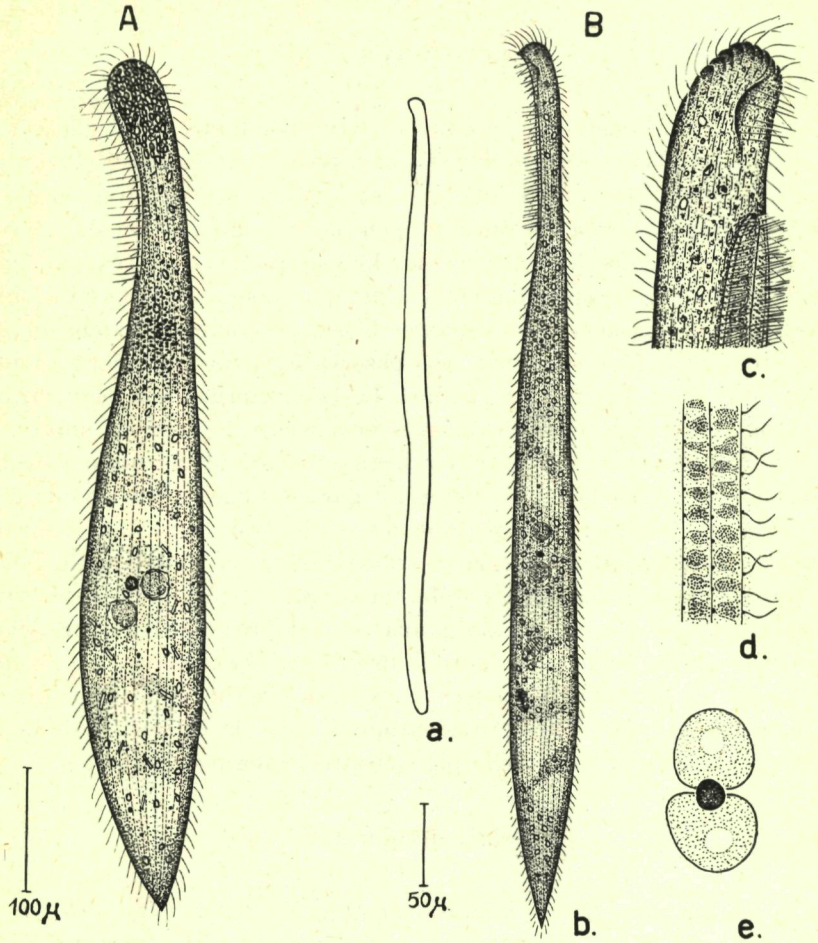

FIG. 114. — A) *Geleia nigriceps* Kahl : Aspect général, sur le vivant.
B) *Geleia fosatta* Kahl :
a) Individu vermiforme en extension maximum; b) aspect général, sur le vivant; c) fossette antérieure; d) plis intercinétiques; e) appareil nucléaire (vert de méthyle acétique).

plasme hyalin, pouvant se plisser pendant la contraction et contenant de nombreux protrichocystes incolores, concentration de pigment et de granules réfringents au niveau de la fente buccale, etc... La nourriture semble être constituée par des Flagellés. La bouche et l'appareil nucléaire

sont du type spécifique au genre. Une variété de grande taille (plus de 600 μ) montrait une transparence presque complète et une partie caudale arrondie.

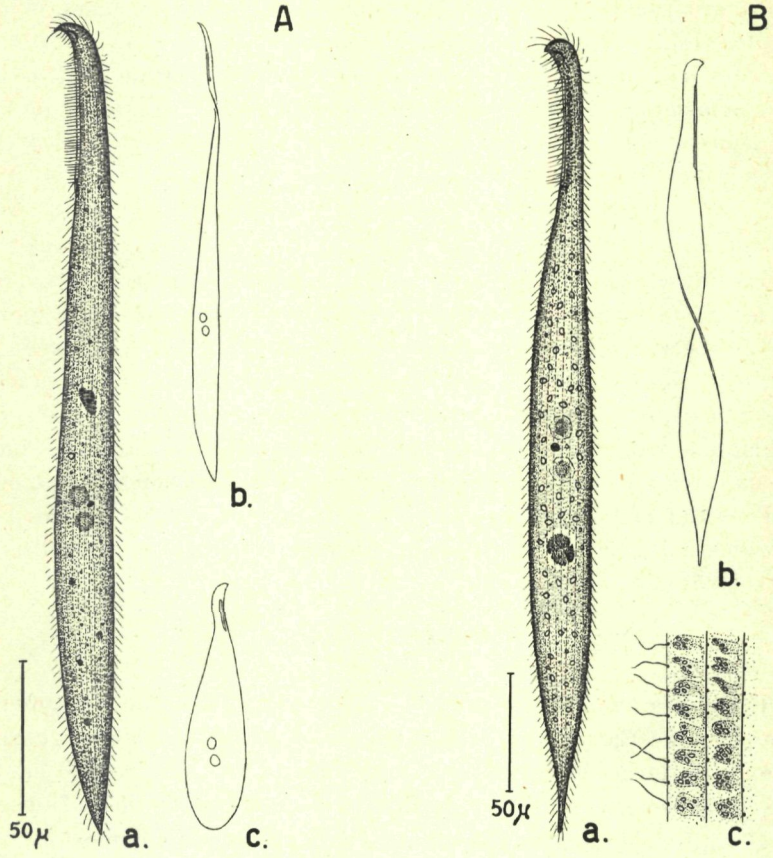

Fig. 115. — A) *Geleia decolor* Kahl :
a) Aspect général, sur le vivant; b) individu en extension; c) individu très contracté.
B) *Geleia acuta* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) individu montrant la torsion du corps en hélice; c) plis cuticulaires garnis de gros protrichocystes.

Geleia nigriceps Kahl
(fig. 114 A)

Cette curieuse espèce semble avoir été vue seulement par Kahl (1933) dans les sables fins de la région de Kiel. Les individus étudiés à Roscoff correspondaient assez bien à la description et à la figure de l'auteur allemand. La caractéristique principale de cette espèce aberrante consiste

dans l'absence complète de bec antérieur (remplacé par une partie apicale arrondie). En outre, de nombreuses inclusions réfringentes y sont concentrées et rendent l'aspect de l'animal extrêmement caractéristique. Par ailleurs, on observe une bouche typique (avec tache pigmentaire basale), un appareil nucléaire semblable à celui que nous connaissons chez les autres espèces du genre et une assez grande contractilité. Le cytoplasme nous a semblé extrêmement vacuolaire. La taille de l'animal dépasse 600 µ (contre 250 µ, suivant KAHL).

Geleia orbis Fauré-Frémiet
(fig. 113)

Découverte par notre maître, en 1952, cette espèce géante et serpentiforme a été revue, de façon constante, aussi bien dans la région de Roscoff que sur la plage de Banyuls. Nos observations concordent parfaitement avec la description de FAURE-FRÉMIET (1952). De bonnes fixations nous ont permis de constater que son appareil nucléaire était semblable à celui des autres *Geleia* (voir fig. 125_2). La taille des individus, mesurés par nous, varie entre 700 et 1 800 µ. Le nombre de cinéties est d'environ 44-46 et des protrichocystes bruns ornent les espaces intercinétiques. Une étude approfondie de cette espèce a été publiée par FJELD (1954)

Geleia gigas Dragesco
(fig. 116)

Cette très belle espèce a été découverte dans le sable fin, immergé, de la plage de Banyuls-sur-Mer, ainsi que dans des dragages sous 10 m de fond, au large de cette même ville. Nous l'avons retrouvée en 1954 dans les sables fins de l'Aber de Roscoff où nous avons pu la filmer.

De taille gigantesque (dépassant 2 mm en complète extension), cette nouvelle *Geleia* se caractérise par la présence d'un très long cou effilé, finissant par un bec recourbé en crochet. Au milieu de ce long cou, on aperçoit un plateau surélevé assez court, porteur de la fente buccale, qui est garnie de longs cils, qui semblent constituer de véritables membranelles (la fente est, en fait, bordée par une rangée de soies, assez raides, sur la lèvre gauche, tandis que la lèvre droite est garnie par toute une série de cinéties obliques et serrées, donnant naissance à des palettes de cils longs et flexueux). Le corps du cilié est long, cylindrique et contractile, et semble montrer une partie terminale arrondie (toutefois, des individus observés et filmés à Roscoff, montraient une région caudale nettement effilée. Des recherches supplémentaires permettront

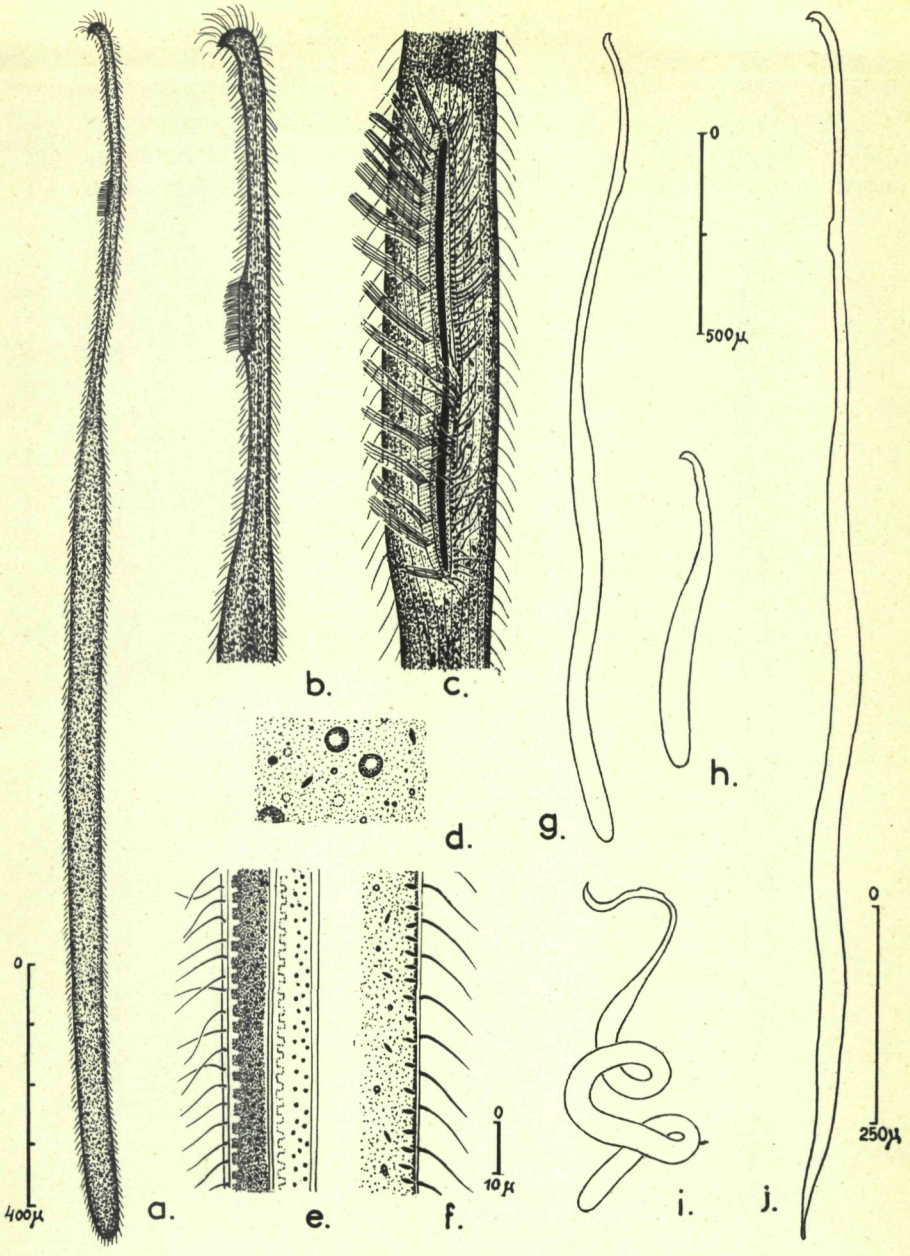

FIG. 116. — *Geleia gigas* Dragesco

a) Aspect général, sur le vivant; b) partie apicale montrant le plateau buccal c) la bouche vue de face (sur le vivant); d) macronuclei (vert de méthyle acétique); e) protrichocystes intercinétiques et navettes refringentes (trichocystes); f) les mêmes structures vues de profil; g) aspect sous la loupe binoculaire; h) contraction maximum; i) enroulement avec légère contraction; j) exemplaire observé à Roscoff (pointe caudale effilée).

peut-être de lever cette légère incertitude). De couleur générale brune *G. gigas* est très contractile et très thigmotactique et montre une tendance marquée à s'enrouler autour des détritus (ce qui lui donne une apparence extrêmement nématomorphe). Contrairement à toutes les au-

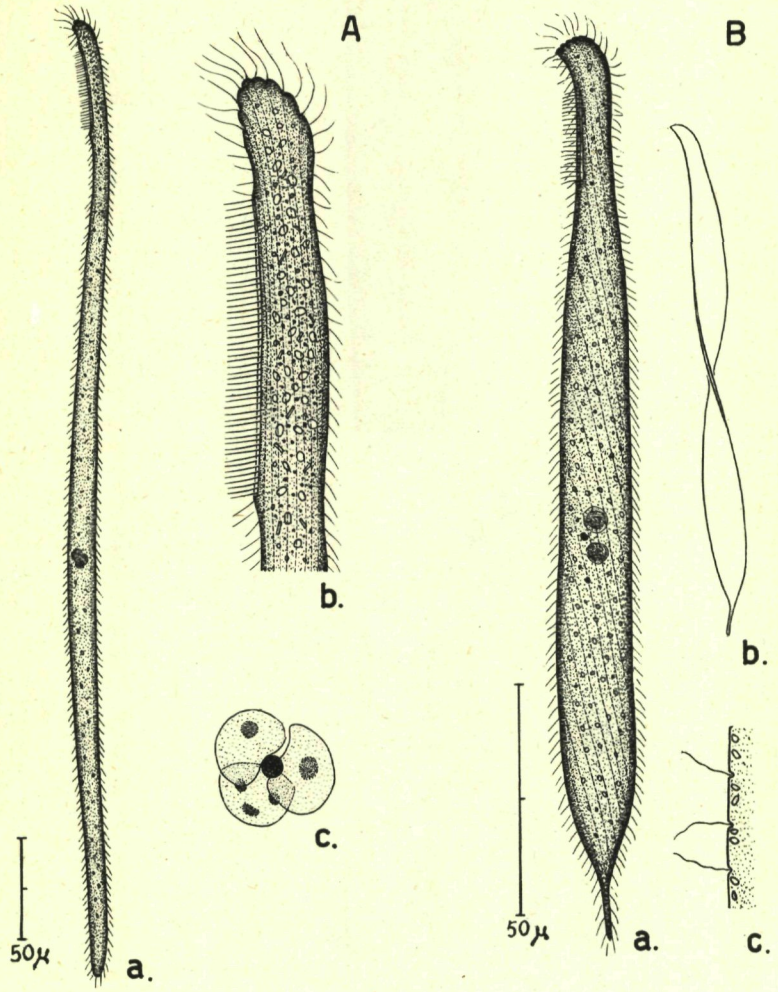

FIG. 117. — A) *Geleia tenuis* Dragesco

a) Aspect général, sur le vivant; b) partie apicale; c) appareil nucléaire (vert de méthyle acétique).

B) *Geleia hyalina* n. sp.

a) Aspect général, sur le vivant; b) torsion en hélice. montrant l'applatissement considérable du corps; c) protrichocystes, vus de profil.

tres espèces du genre, *G. gigas* possède un appareil nucléaire constitué par plusieurs centaines de petits macronuclei (très pauvres en chromatine) et de nombreux et minuscules micronuclei. Les cinéties sont au nombre de 55-58 et sont souvent imbriquées (comme chez les *Condylostoma*). Des myofibrilles sont visibles sur le vivant. Entre les cinéties, on remarque de nombreux et fins protrichocystes bruns, ainsi que des organites en forme de navette, bruns aussi, pouvant exploser sous l'action de certains réactifs (vert de méthyle acétique, par exemple). Ces mêmes structures (trichocystes ?) se retrouvent à l'intérieur du cytoplasme qui est quelque peu lacunaire et emprisonne des inclusions : grains de pigment, corps réfringents variés, ingesta (protophytes). Des courants internes, de sens souvent opposés, brassent tout l'endoplasme et rappellent ceux que l'on connaît chez les myxomycètes.

Geleia tenuis Dragesco
(fig. 117 A)

Cette jolie espèce a été trouvée dans le sable fin de l'Aber de Roscoff. Transparente et très fine, sa masse reste faible, en dépit de sa longueur qui peut atteindre 550 µ. Filiforme et très souple, *Geleia tenuis* diffère de toutes les autres espèces du genre par son appareil nucléaire constitué de 3 macronuclei, par son bec antérieur à peine perceptible et son cytoplasme dépourvu de pigment (sauf au niveau de la bouche où l'on distingue quelques grains jaunâtres). La fente buccale est assez grande et garnie de long cils plutôt raides. Les espaces intercinétiques montrent quelques très petits protrichocystes transparents. Le cytoplasme, très hyalin, est encombré d'inclusions réfringentes incolores. Peu fréquente, cette espèce se reconnaît aisément, sous le microscope stéréoscopique, par suite de sa forme allongée.

Geleia major Dragesco
(fig. 118 A)

Cette très grande espèce (L : 1 200 µ env.), a été trouvée dans le sable fin de l'Aber de Roscoff, en trois exemplaires seulement. Espèce très allongée et assez massive, son volume total est bien plus considérable que celui de *Geleia orbis* Fauré-Frémiet. Elle se caractérise par son allure cylindrique, sa fente buccale haut placée et peu développée, son bec à peine indiqué, sa couleur brune et son ectoplasme ayant tendance à se plisser lors de la contraction (comme chez les *Trachelocerca*). Les cinéties sont nombreuses et emprisonnent des petits protrichocystes

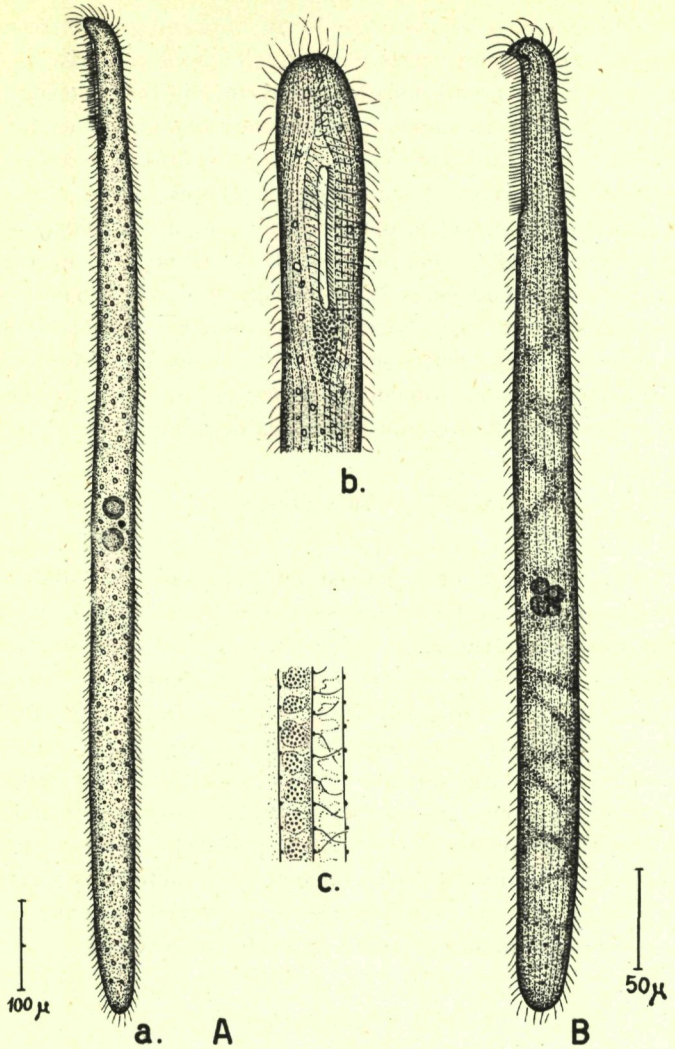

FIG. 118. — A) *Geleia major* Dragesco
a) Aspect général, sur le vivant; b) partie antérieure montrant l'ouverture buccale (sur le vivant); c) plis cuticulaires intercinétiques garnis de protrichocystes. B) *Geleia swedmarki* : Aspect général, sur le vivant.

de couleur brune. Une tache pigmentaire très apparente garnit la partie basale de la fente buccale. L'appareil nucléaire est semblable à celui que l'on rencontre chez la plupart des espèces du genre : 2 macronuclei faiblement chromatiques et un micronucleus normal.

Geleia swedmarki Dragesco
(fig. 118 B, 124)

Trouvée par notre ami B. SWEDMARK, en quantité prodigieuse, dans un échantillon de sable fin de l'Aber de Roscoff, cette *Geleia* nous a donné la possibilité d'exécuter de bonnes préparations cytologiques (y compris des coupes). Cette nouvelle espèce ressemble beaucoup à la *Geleia fossata* Kahl, mais montre toujours 3-4 macronuclei (généralement 4) au lieu des deux, typiques, que l'on rencontre chez la plupart des *Geleia*. D'autres différences peuvent être encore enregistrées par rapport à la *G. fossata*. Le cytoplasme est un peu vacuolaire, la forme

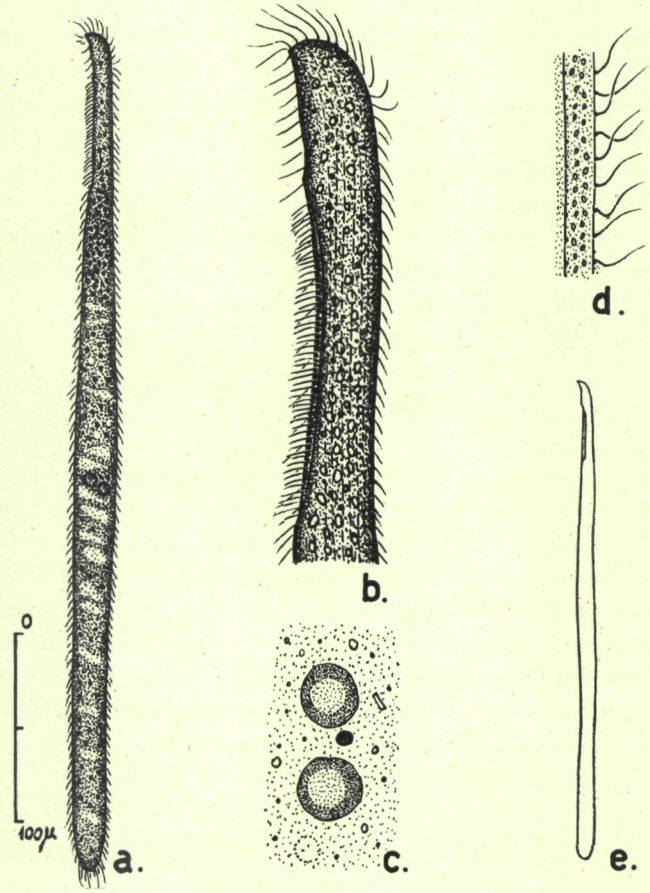

FIG. 119. — *Geleia vacuolata* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) détail de la partie antérieure; c) appareil nucléaire (vert de méthyle acétique); d) protrichocystes; e) extension maxima.

de l'animal plus cylindrique, la partie caudale arrondie, la fossette moins apparente, etc... De couleur très foncée, *G. swedmarki* montre de nombreux protrichocystes bruns, ainsi que des grains de pigments intracytoplasmiques, de même couleur. Très contractile, sa longueur moyenne atteint 500 µ. Les ingesta sont constitués par des Dinnoflagellés et des Diatomées. Des coupes fines nous ont montré que les protrichocystes sont en forme de navette et nous ont apporté des précisions intéressantes concernant la structure fibrillaire superficielle (voir plus loin).

Geleia acuta n. sp.
(fig. 115 B)

Trouvée dans le sable fin et homogène de l'Aber de Roscoff (devant l'Ile verte), cette nouvelle espèce est assez difficile à classer, car elle se rapproche de plusieurs des *Geleia* étudiées par nous. Très aplatie latéralement, *G. acuta* se caractérise surtout par son extrémité caudale pointue. On remarque, en outre, un bec antérieur assez prononcé, une fossette peu apparente, un appareil nucléaire typique du genre, une zone pigmentaire brune péribuccale, une couleur générale brune (pigment diffus et des gros protrichocystes intercinétiques) et une cuticule qui se plisse pendant la contraction. La nourriture figurée est constituée par des Dinoflagellés. La taille moyenne atteint 400 µ.

Geleia obliqua n. sp.
(fig. 120)

Trouvée à plusieurs reprises dans le sable fin de l'Ile de Batz (au large de Roscoff), cette nouvelle *Geleia* se caractérise par une particularité étonnante : la fente buccale ne se trouve plus dans le plan méridien du corps, mais sur une des faces latérales (l'animal étant légèrement aplati) et disposée obliquement. A cette disposition, très typique, s'ajoutent d'autres caractéristiques moins spécifiques : cou assez effilé, fossette distincte et pourvue (dans quelques cas) de trichocystes, tache pigmentaire post-buccale, couleur générale brune (pigment diffus noirâtre, mais protrichocystes incolores), appareil nucléaire typique (2 macronuclei et 1 micronucleus) etc... Aplatie latéralement, souple et contractile, cette *Geleia* ne peut être déterminée qu'après observation soignée sous un fort grossissement. La taille de ce cilié varie entre 400 et 500 µ.

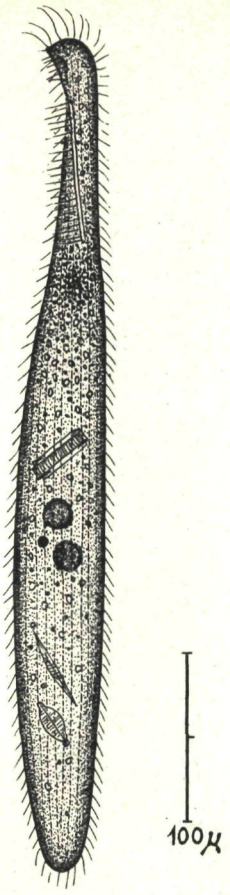

FIG. 120. — *Geleia obliqua* n. sp.
Aspect général, sur le vivant.

Geleia heterotricha n. sp.
(fig. 121).

Trouvée dans le sable fin et un peu saprobe de la « place 5 » (B. SWEDMARK) de l'Aber de Roscoff, cette nouvelle espèce, d'assez grande taille (450-600 µ), se caractérise surtout par sa ciliature, constituée de cils assez longs accompagnés par des sortes de soies raides beaucoup plus longues encore (notamment dans la région caudale). Très crontractile, *G. heterotricha* possède une cuticule continuellement plissée, de sorte que les rangées ciliaires paraissent sinueuses. Cette espèce est très

transparente et pratiquement dépourvue de pigment (sauf dans la région buccale). Les deux lèvres de la fente buccale sont garnies de cils serrés, longs et un peu raides du côté gauche, courts et crochus du côté droit.

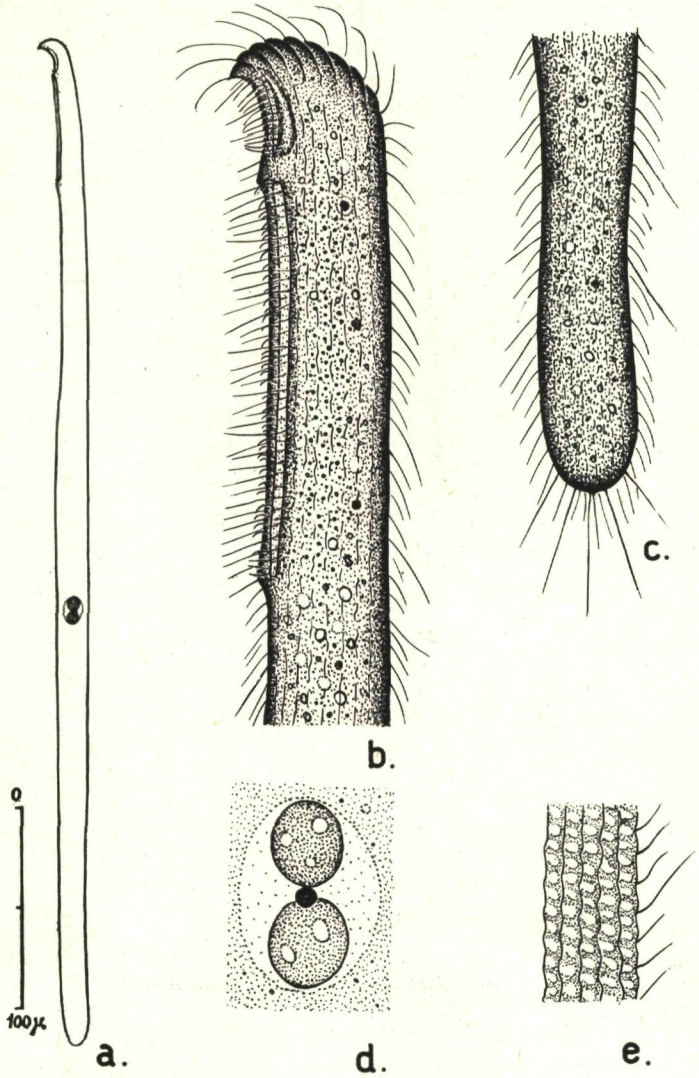

FIG. 121. — *Geleia heterotricha* n. sp.

a) Forme générale, sur le vivant; b) partie antérieure montrant la bouche et la fossette (sur le vivant); c) partie caudale montrant les deux catégories de cils (sur le vivant); d) appareil nucléaire (vert de méthyle acétique); e) plis de la cuticule.

Une fossette antérieure, peu apparente, s'orne d'un panache de cils raides. L'appareil nucléaire est du type habituel.

Geleia luci n. sp. (1)
(fig. 122)

Trouvée dans le sable fin de l'Aber de Roscoff en 1954, cette nouvelle *Geleia* se caractérise surtout par sa forme allongée et pointue postérieurement et par la position de sa fente buccale qui se trouve sur le côté ventral du corps (au lieu d'être pratiquement dans le plan de symétrie). Cette espèce incolore ou brunâtre est assez fragile. Très contractile, sa taille maxima peut atteindre 650 µ. Lors des contractions, la cuticule se plisse comme chez les *Trachelocerca*. Les cinéties (au nombre de 32 env.) emprisonnent de fins protrichocystes bruns en forme de navettes. Les myonèmes sont visibles sur le vivant. L'appareil nucléaire est du type habituel (deux macronuclei et un micronucleus intercalaire). Le bec antérieur est peu prononcé et la fossette assez peu développée. Les ingesta semblent être constitués par des Flagellés. Le cytoplasme est assez vacuolaire et emprisonne des inclusions réfringentes variées, ainsi que des grains de pigment.

Geleia hyalina n. sp.
(fig. 117 B)

Cette curieuse espèce a été trouvée dans un sable assez fin, mais très saprobe, recueilli devant l'Ile verte ainsi que dans un échantillon de sable grossier de la plage de Carantec.

Geleia hyalina se différencie, assez aisément, des autres espèces du genre, grâce à ses caractéristiques assez particulières. De petite taille (200 µ seulement), cette espèce est très aplatie latéralement et complètement incolore. Sa partie antérieure montre l'existence d'un cou très distinct et sa partie postérieure s'orne d'une pointe caudale. Les cinéties, au nombre de 22 à 24, sont souvent légèrement spiralées et elles emprisonnent de très gros protrichocystes ovalaires, asymétriquement disposés dans les espaces intercinétiques. La fente buccale est relativement petite et nous n'avons pas pu observer la présence d'une fossette antérieure. L'appareil nucléaire est du type le plus commun chez les *Geleia*. L'animal est très flexible, se tord parfois en ruban, et nage lentement.

(1) Dédié à M. Luc, nématologiste français.

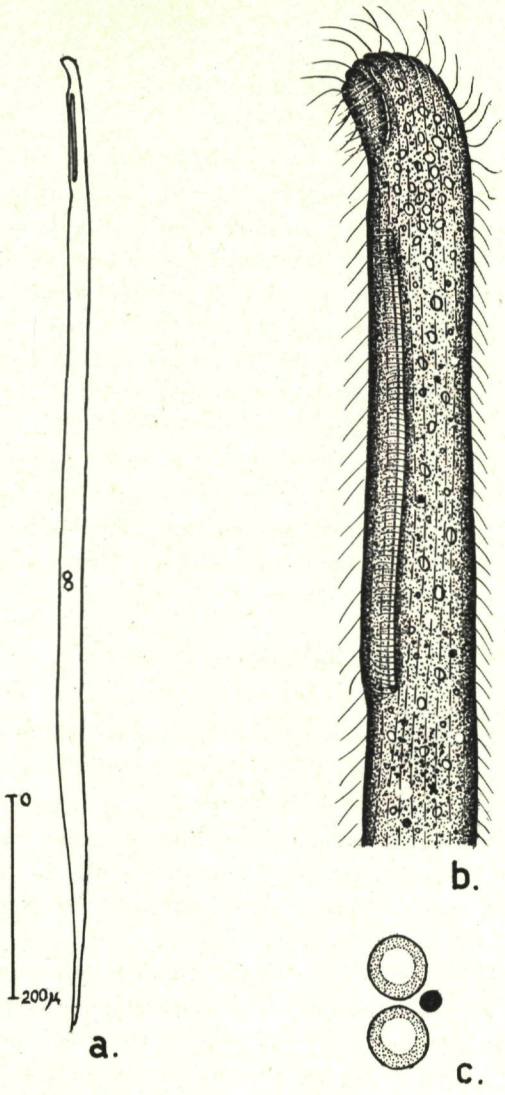

FIG. 122. — *Geleia luci* n. sp.

a) Forme générale, sur le vivant; b) partie antérieure montrant la fente buccale légèrement déportée sur la face droite; c) appareil nucléaire (vert de méthyle acétique).

Geleia vacuolata n. sp.
(fig. 119)

Trouvée dans le sable fin de l'Aber de Roscoff, cette espèce a été vue seulement deux fois et sa position systématique reste donc incertaine. Se rapprochant aussi bien de *G. fossatta* que de *G. hyalina,* ce cilié est peut-être nouveau, car il montre une caractéristique inédite chez les *Geleia* : présence d'une vacuole contractile terminale. Incolore et très transparente *G. vacuolata* mesure 400 à 700 µ et rappelle beaucoup *G. hyalina* (tout en étant encore plus incolore et plus transparente). De taille plus grande, son prolongement caudal est moins effilé. En outre, la fossette antérieure est presque aussi apparente que chez *G. fossatta*-type. De nouvelles observations seraient nécessaires avant de conclure avec certitude quant à la validité de cette espèce.

Geleia sp

Rencontrée une seule fois dans le sable fin de l'Aber de Roscoff, cette espèce de grande taille (plus de 900 µ) ressemble beaucoup à notre *G. major* mais montre, entre autres, une curieuse dualité de structure des protrichocystes : chaque cinétie est bordée, d'un côté, par de nombreux petits granules bruns et du côté opposé par de très grosses navettes noirâtres très régulièrement disposées.

Le cytoplasme était, en outre, bourré d'énormes grains de pigment sombre.

Cytologie des *Geleia*

Ainsi qu'il advient pour les trois autres genres de ciliés typiquement mésopsammiques : *Remanella, Centrophorella* et *Trachelocerca,* les *Geleia* montrent des structures assez particulières et qui semblent être en rapport avec l'écologie de ces ciliés (car on ne les rencontre pas dans d'autres biotopes). L'appareil nucléaire, notamment, est absolument caractéristique. Quel que soit le nombre de macronuclei, leur teneur globale en acide desoxyribosenucléique reste absolument infime, de sorte que le rapport nucléo-plasmique est ridiculement faible. En fait, la réaction nucléale de Feulgen, n'est réellement positive qu'au niveau de quelques minuscules granules chromatiques, tandis que la périphérie du noyau prend une teinte faiblement rosée et que la zone sphérique centrale se colore intensément par le vert de méthyle. Il y a d'ailleurs un certain désaccord entre les résultats obtenus par la méthode de Fulgen,

et les colorations habituelles à l'hématoxyline ferrique ou au glychémalum qui colorent assez intensément la zone centrale FEULGEN-négative. La technique de MALLORY (après fixation par l'ALLEN) confirme plutôt les résultats obtenus avec la réaction nucléale. De sorte, nous

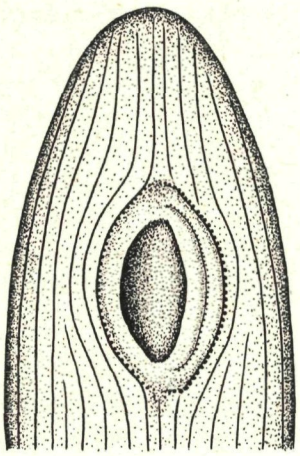

FIG. 123. — *Geleia decolor* Kahl
Structure buccale (imprégnation argentique suivant CHATTON et LWOFF).

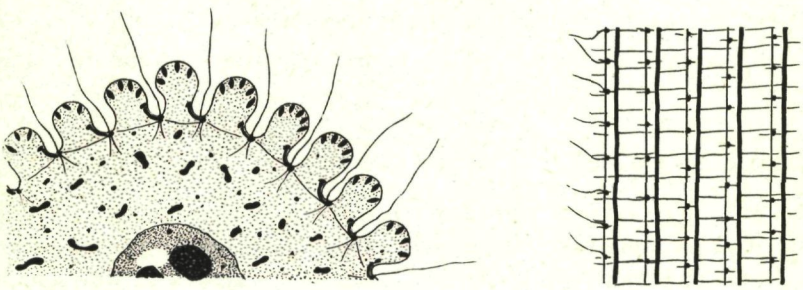

FIG. 124. — *Geleia swedmarki* Dragesco
a) Coupe transversale (colorée à l'hématoxyline ferrique) montrant les plis cuticulaires, les myonèmes. les protrichocystes en navette, les racines ciliaires, les fibrilles transversales, les mitochondries et l'un des macronuclei; b) réseau fibrillaire superficiel (coloration par l'Altmann) et grosses myofibrilles longitudinales.

pouvons admettre que les macronuclei des *Geleia* sont presque entièrement dépourvus de chromatine au sens où nous l'entendons habituellement. Parfois les colorations morphologiques habituelles (Hématoxyline ferrique, MALLORY) ont tendance à mettre en évidence dans la région

centrale des macronuclei, un pâle et vague réseau souvent finement anastomosé (fig. 125).

En revanche, ainsi qu'il advient chez tous les ciliés mésopsamiques à macronuclei aberrants, les micronuclei sont tout à fait normaux : de taille moyenne (le plus souvent sphériques) et se colorant intensément par la méthode FEULGEN. Très particulière aussi est la structure buccale des *Geleia* qui est du même type que celle des *Remanella*. Les *Geleia* s'imprègnent très mal par l'argent et la plupart des observations doivent être faites sur le vivant. La fente buccale est bordée de chaque côté par une rangée ciliaire, constituée par des cinétosomes gros et rapprochés, porteurs de cils serrés, longs et un peu raides du côté gauche, courts et légèrement crochus du côté droit. Une deuxième cinétie plus fine s'aperçoit parfois, parallèlement à l'ouverture buccale et du côté gauche (mais ceci demanderait confirmation). Dans deux cas (*G. swedmarki* et *G. gigas*) nous avons eu la certitude qu'il existerait, du côté droit, non pas une simple cinétie, mais un champ de courtes cinéties obliques donnant naissance, chacune, à tout un pinceau de cils, constituant ainsi une véritable membranelle.

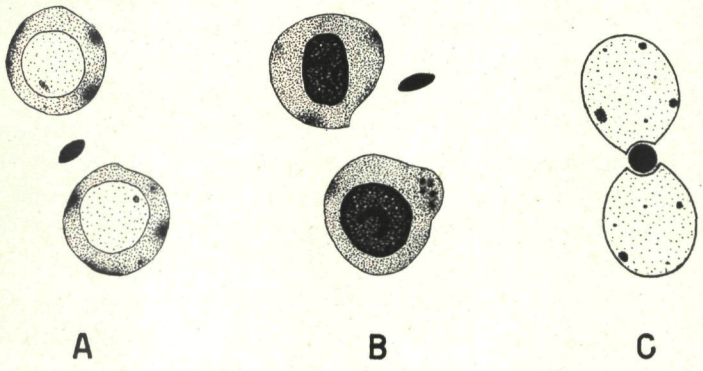

FIG. 125. — Appareil nucléaire chez les *Geleia*
A) *Geleia decolor* (réaction nucléale de FEULGEN), B) *Geleia decolor* (Hémalun), C) *Geleia orbis* (réaction nucléale de FEULGEN).

Des coupes fines de *G. swedmarki* nous ont permis d'étudier le système fibrillaire superficiel qui enveloppe complètement le cilié (colorations à la fuchsine d'Altmann et à l'hématoxyline). Chaque cinétie est accompagnée, sur toute sa longueur, par deux fibrilles : l'une, fine et très régulière, l'autre, épaisse et irrégulière (neuronème et myonème des auteurs). On remarque, en outre, des fibrilles transversales réunissant le tout pour constituer des mailles rectangulaires. On aperçoit

enfin, très nettement, les cinétosomes et deux racines ciliaires (hematoxyline ferrique). Les protrichocystes, en navette, sont tout à fait superficiels, tandis que les mitochrondries, en haltères, encombrent le cytoplasme. Comme il arrive chez la plupart des ciliés typiquement interstiels, la plupart des *Geleia* sont très fragiles et explosent instantanément dès qu'elles arrivent en contact avec l'interface eau-air.

Systématique des *Geleia*

Si les principales espèces du genre restent parfaitement bien définies, il n'est pas moins vrai que bon nombre d'entre elles se ressemblent beaucoup, et qu'il devient très difficile de disposer de critères précis pour établir les diagnoses. Des mesures ou des études statistiques seules pourront, un jour, lever cette incertitude.

Genre CORLISSIA (Dragesco) nom. nov.

Ce nouveau genre que nous avons signalé sommairement en 1954 sous le nom de *Corlisia* mais qui doit, en fait, s'appeler *Corlissia* (1), se caractérise par une bouche en fente, ornée de cils plus longs et plus serrés (mais sans qu'on puisse parler de membranelles ou de membranes ondulantes). Massif et peu contractile, le nouveau genre ne montre aucune des particularités morphologiques qui caractérisent la faunule microporale. Ce genre n'est représenté que par une seule espèce que nous décrivons ci-dessous. Type du Genre : *Corlissia picta.*

Corlissia picta (Dragesco)

(fig. 126, 127)

Ce beau cilié a été trouvé en 1953 dans le sable fin et homogène de l'Aber de Roscoff (aussi bien devant le laboratoire Lacaz-Duthiers qu'à la « place n° 3 » de B. Swedmark). Retrouvé, à plusieurs reprises, cet infusoire était parfois assez abondant. Plutôt volumineux (L : 300 μ env.) son apparence colorée (orange et rouge) le rendait facile à reconnaître sous la loupe binoculaire, d'autant plus que sa nage lente et hésitante était des plus caractéristiques. Légèrement reniforme (à la manière du *Colpidium colpoda*), *Corlissia picta* est légèrement asymétrique, sa face ventrale étant concave et plus petite que la face dorsale. Le cilié est

(1) Dédiée à J. Corliss, protistologue américain.

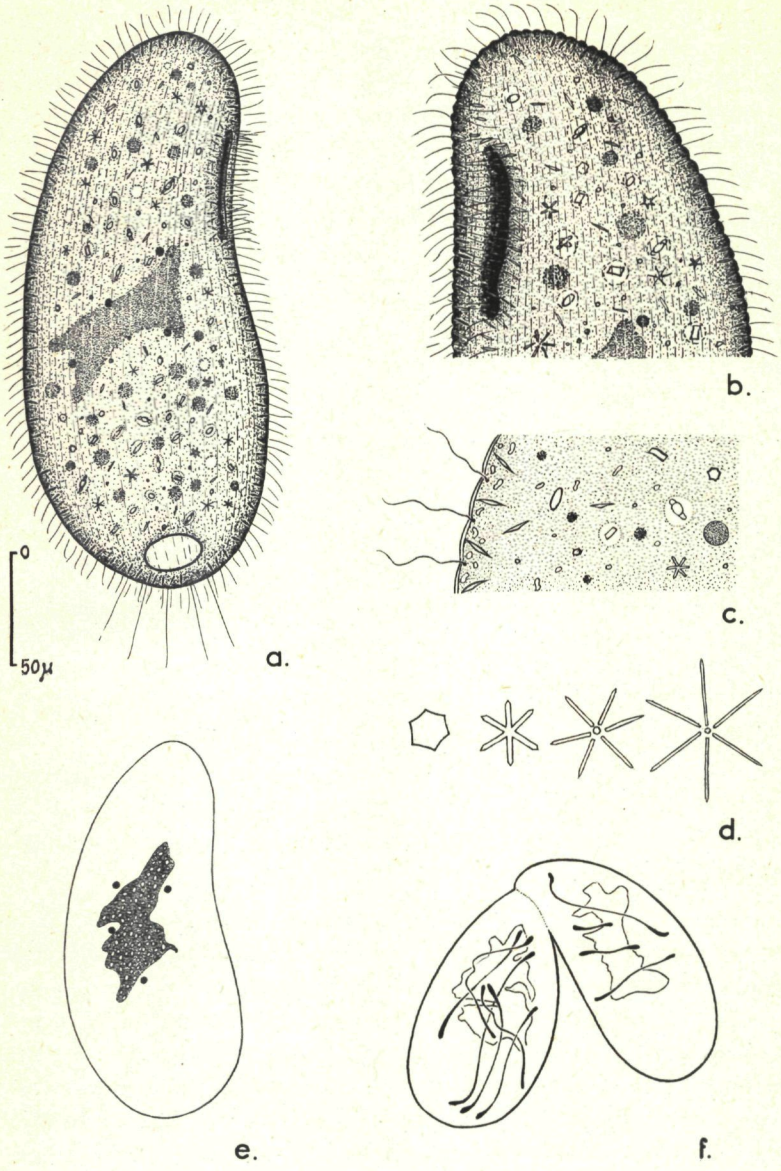

FIG. 126. — *Corlissia picta* (Dragesco)

a) Aspect général, sur le vivant; b) fente buccale, sur le vivant; c) coupe optique de la région moyenne du corps : cuticule, trichocystes, inclusions; d) divers aspects des inclusions cristallines; e) appareil nucléaire (réaction de Feulgen); f) stade de conjugaison (réaction de Feulgen).

recouvert de 70 cinéties, montrant des cinétosomes assez volumineux ainsi qu'un argyrome assez proche de celui des *Pleuronéma* (imprégnations argentiques). Les cinéties latérales se joignent apicalement, suivant une ligne de suture ventrale, tandis que les cinéties médianes s'arrêtent simplement au niveau de la fente buccale, sans montrer des différenciations particulières. Sur le vivant, on remarque que la cuticule présente une structure superficielle alvéolaire centrée sur chaque cil (comme chez *Paramecium*). Les cils sont assez longs et l'on remarque quatre à six soies caudales immobiles.

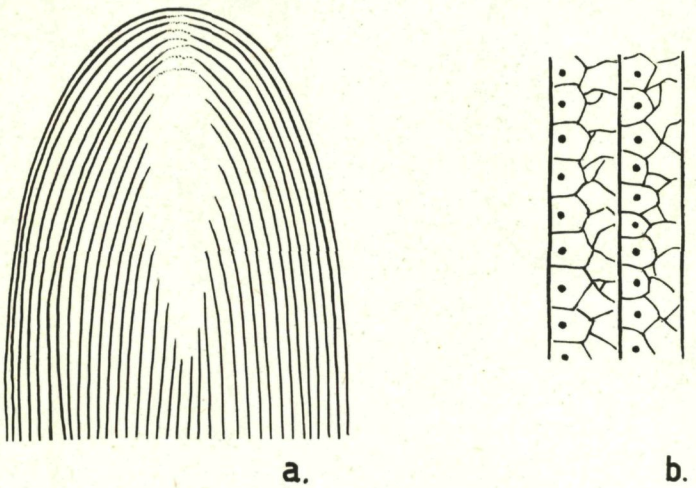

FIG. 127. — *Corlissia picta* (Dragesco)
a) Schéma de la ciliature ventrale (région antérieure) ; b) détail de l'infraciliature : cinétosomes, argyrome (imprégnations argentiques).

La cuticule est très épaisse et tapissée, intérieurement, de nombreux trichocystes très voisins de ceux des *Pleuronema* (par excitation chimique ou mécanique, on peut obtenir l'explosion de ces éléments).

L'appareil nucléaire est constitué par un très volumineux macronucleus de forme très irrégulière, pourvu de nombreux nucléoles Feulgen-négatifs, ainsi que par quatre à cinq micronuclei sphériques. Au moment de la conjugaison, les micronuclei montrent des figures de division sans individualisation des chromosomes.

La bouche semble être une simple ouverture allongée, entourée par des cinéties normales, mais pourvues de cinétosomes plus serrés. Les cils péribuccaux semblent être plus longs et plus denses (surtout sur le côté gauche de la bouche). Une vacuole contractile postérieure pulse régulièrement. Elle est souvent accompagnée de deux vacuoles satel-

lites. Les inclusions cytoplasmiques sont nombreuses et variées : cristaux curieux en forme hexagonale ou étoilée (toutes les formes de transitions entre ces deux extrêmes peuvent être observées), vacuoles emprisonnant des corpuscules refringentes ovalaires ou quadrangulaires, ingesta coloré (Dinoflagellées et algues) ainsi que des grains de pigment rougeâtres. Les mitochondries sont surtout superficielles et de forme assez allongée ou en haltères.

Ce cilié n'est pas fragile et supporte des observations prolongées. Ses caractéristiques morphologiques ne sont nullement celles d'un cilié mésopsammique.

Position systématique de *Corlissa picta*

En se basant sur la structure de la bouche, on peut envisager, assez aisément, une certaine parenté entre *Corlissia* et les genres (typiquement psammophiles) *Geleia, Faurea* ou *Remanella.* Toutefois, le reste de la structure de *Corlissia* nous éloigne complètement de ces genres pour nous approcher des *Pleuronema, Histiobalantium,* voire même *Frontonia* ou *Paramecium* (cuticule à alvéoles, argyrome, noyaux, vacuole pulsatile, trichocystes, etc.). Pour conclure de façon définitive, quant à la position exacte de ce nouveau genre, il nous faudrait pouvoir obtenir des images de néoformation de la bouche à la division, ainsi que des imprégnations argentiques plus abondantes (malheureusement ,il nous a été impossible de retrouver *Corlissia* lors de notre séjour à Roscoff en 1954 et 1955).

Famille des NASSULIDAE Bütschli, 1889

Genre NASSULA Ehrenberg, 1833

Le genre *Nassula* est généralement inconnu dans le milieu interstitiel. Nous ne connaissons que deux exceptions :

Nassula ornata Ehrenberg
(fig. 128)

Cette très banale espèce d'eau douce, trouvée dans le sable saumâtre (à très faible salure) d'une petite pièce d'eau du Canet, est un

hôte accidentel du milieu interstitiel (d'autant plus que les échantillons de sable où il se trouvait étaient riches en algues d'eau douce). Fait intéressant, l'adaptation à une certaine salure s'est accompagnée d'une forte diminution de la taille moyenne (qui passe de 250 µ à 140 µ) et d'un changement de l'aspect général (animal plus sphérique, nasse plus volumineuse, trichocystes plus serrés). De couleur orange ou brun-vert dorée, cette race particulière de *Nassula ornata* nous a semblé être dépourvue de micronucleus (fig. 128).

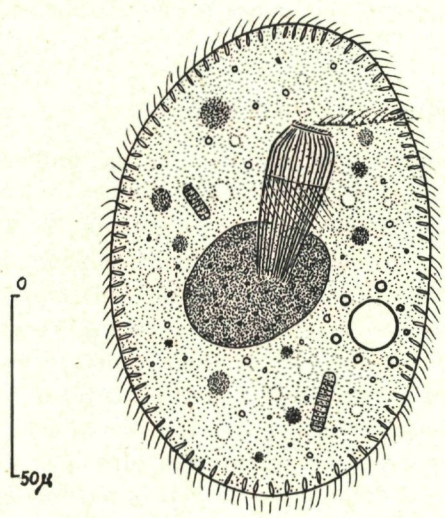

FIG. 128. — *Nassula ornata* Ehrenberg
Aspect général sur le vivant (schématique).

Nassula elegans Ehrenberg

Ce cilié, assez fréquent dans les eaux douces, était assez abondant dans les sables d'Excenevex (recouvert partiellement par des algues, dont quelques oscillaires), et il est probable qu'il ne constitue qu'un hôte occasionnel du milieu interstitiel. Sur le plan morphologique, les individus d'Excenevex correspondaient parfaitement à la description de KAHL (1931).

Genre CHILODONTOPSIS Blochmann, 1895

Chilodontopsis (Chilodon) vorax (Stokes) Kahl

(fig. 129 A)

Cette espèce, qu'on prend à première vue pour une *Nassula* nous semble pouvoir être assimilée au *Chilodontopsis vorax* tel que le décrit

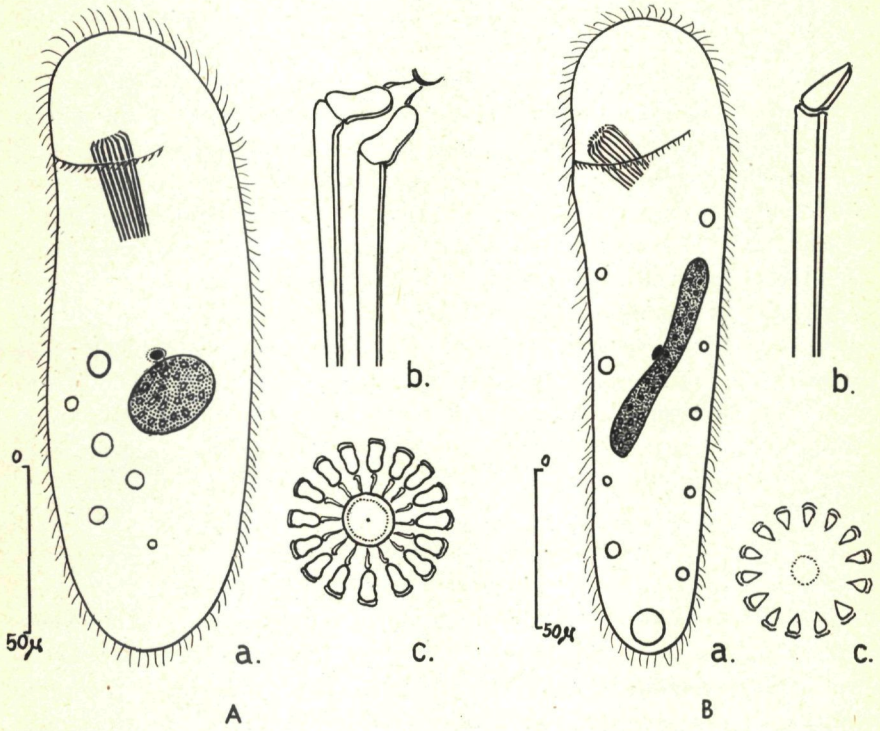

FIG. 129. — A) *Chilodontopsis vorax* Stokes

a) Aspect général, sur le vivant (figure schématique); b) détail de partie supérieure des baguettes squelettiques de la nasse; c) ouverture buccale vue en plan (schématique).

B) *Chilodontopsis elongata* Kahl

a) Aspect général. sur le vivant (figure schématique); b) détail d'une des baguettes péribuccales; c) ouverture buccale vue en plan (schématique).

KAHL (1931), en dépit de quelques divergences assez notables entre nos observations et les siennes. Trouvé à plusieurs reprises dans le sable fin du Lac Léman (Excenevex) ce cilié est transparent, incolore, mou

et souple et sa nage est lente. Sa taille varie entre 130 et 250 µ (60 à 180 µ pour KAHL). Les cinéties, méridiennes, sont très serrées et au nombre de 110 à 120 environ. Elles emprisonnent quelques rares protrichocystes assez gros et refringents. La bouche est armée par une nasse constituée de 16 baguettes plates, articulées à leur sommet par une petite pièce lamellaire dirigée vers l'ouverture buccale (des structures radiaires, peut-être membraneuses, relient les baguettes à l'ouverture buccale elle-même). Une frange de cils puissants, perpendiculaire aux cinéties méridiennes, s'observe aisément un peu au-dessous de la bouche. Les cils de cette frange postorale nous ont semblé bien plus courts que ne le figure KAHL, tandis que la frange elle-même nous a paru moins étendue). L'appareil nucléaire est constitué par un macronucleus elliptique (moins allongé que ne l'a figuré KAHL), emprisonnant de nombreux nucléoles. Le micronucleus, adjacent et ovalaire, est assez volumineux. Nous n'avons pas retrouvé la disposition que donne KAHL concernant les vacuoles pulsatiles, mais nous avons observé avec certitude une vacuole médiane ventrale. Il en existe peut-être d'autres mais il est difficile de le savoir avec certitude, le cytoplasme étant très vacolaire et partiellement chargé d'inclusions (indéterminables) et de frustules de diatomées. Pour conclure, il est très vraisemblable que nous avons affaire à une nouvelle variété de l'espèce *Chilodontopsis vorax,* mais il se peut aussi que les observations de nos prédécesseurs aient été incomplètes.

Chilodontopsis elongata Kahl

(fig. 129 B)

Cette jolie espèce était très commune dans le sable fin et légèrement saumâtre de la plage de Goulven (à l'embouchure d'une petite rivière). Bien connue (KAHL, 1930) comme espèce saumâtre, *C. elongata* correspond assez exactement à la description de KAHL. Transparente, allongée, assez volumineuse (L = 200 µ) *C. elongata* possède une nasse constituée par 14 baguettes articulées (du même type que *C. vorax* Stokes). Le macronucleus est très allongé, les vacuoles contractiles nombreuses, les cinéties serrées (environ 60), etc. La seule divergence entre nos observations et celles de l'auteur allemand ont trait à la structure de la frange ciliaire post-orale constituée de longues soies espacées, pour KAHL, garnie de courts cils denses (véritables « börsten » des auteurs allemands) pour nous.

Famille des CHLAMYDODONTIDAE Claus, 1874

Genre CHLAMYDODON Ehrenberg, 1837

Hôtes accidentels aussi, les *Chlamydodon* se retrouvent assez fréquemment dans des sables riches en algues (diatomées, en particulier).

Chlamydodon mnemosine Ehrenberg

Ce très banal cilié marin a été trouvé par nous ,dès 1951, dans un sable fin de l'Aber de Roscoff. Mais c'est surtout dans le sable fin de Mousterlin (Concarneau) que nous avons pu voir d'immenses concentrations de ces ciliés, pouvant se développer abondamment au laboratoire au détriment des feutrages de diatomées recouvrant les échantillons. L'aspect de l'animal correspondait parfaitement aux descriptions des auteurs. Taille 130-150 μ.

Chlamydodon cyclops Entz sen.

Ce très joli cilié a été trouvé une seule fois, dans un sable fin de l'Ile de Batz. Il correspond bien aux descriptions des auteurs, mais nous avons noté l'existence d'un véritable doigt caudal, appendice pointu et thigmotactique, tel qu'on en connaît chez les *Dystéria*. En outre, les individus mésopsammiques mesuraient 200 μ (au lieu des 100 μ notées par les auteurs). Il s'agit donc peut-être d'une espèce nouvelle.

Genre CHILODONELLA Strand, 1926

Childonella psammophila n. sp.

(fig. 130)

Cette assez inattendue espèce a été trouvée en 1950, dans un sable fin mais légèrement saprobe, de l'Aber de Roscoff. Nous n'avons pu en trouver que quelques individus, mais la grande transparence de ce cilié nous a permis de l'étudier en détail, sur le vivant.

Il s'agit d'un très petit cilié (à peine 70 μ de long), très plat et

extrêmement transparent. Chilodonellien tout à fait typique, cet infusoire se rapproche beaucoup de *Chilodonella cucullulus* O. F. Müller par son aspect général, la disposition des cinéties (au nombre de 18 environ), la forme du noyau et de la nasse et l'alimentation, constituée par des diatomées. Il s'en distingue toutefois par sa taille exiguë,

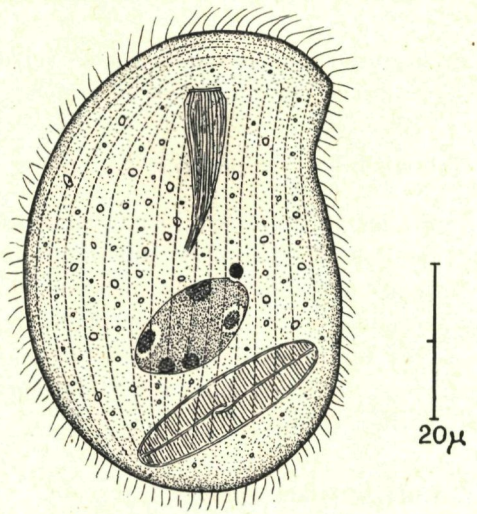

Fig. 130. — *Chilodonella psammophylla* n. sp.
Aspect général du cilié vu du côté ventral (sur le vivant).

son habitat marin, son macronucleus dépourvu de corps central et son absence de vacuoles pulsatiles. Répugnant à en faire une variété, nous la considèrerons, jusqu'à plus ample informé, comme étant une espèce nouvelle, la seule connue dans le mésopsammon marin.

Le côté ventral, seul cilié, est très plat tandis que le côté dorsal s'arrondit au niveau des noyaux. L'appareil nucléaire est constitué par un macronucleus elliptique, pourvu de quelques nucléoles, et d'un micronucleus sphérique. La nasse est constituée par une douzaine de baguettes. Elle est légèrement incurvée en « corne d'abondance ». A l'intérieur de la nasse, on remarque un diaphragme obturant plus de la moitié de son ouverture.

On peut compter, sur la face ventrale : cinq cinéties courtes à gauche de la bouche, quatre cinéties s'arrêtant à son niveau, sept cinéties plus longues, à droite de l'ouverture buccale et se raccordant aux cinéties gauches et, enfin deux à trois cinéties dorsales. C'est-à-dire 18

à 19 en tout (même nombre que chez *Chilodonella cucullulus*). Ces cinéties portent de gros cinétosomes, parfaitement visibles sur le vivant ainsi que des cils assez courts et très fins.

Chilodonella cucullulus O. F. Müller

Trouvée dans le sable fin d'Excenevex (Lac Léman), cette banale espèce n'était pas très fréquente et on doit la considérer comme accidentelle dans le milieu psammique. De taille un peu inférieure à la normale (L = 110-150 μ) ; cette *Chilodonella* montrait 20 cinéties ventrales et une cinétie dorsale. Le macronucleus était typique, ainsi que la nasse, mais le nombre de vacuoles pulsatiles était réduit à trois seulement.

Genre CRYPTOPHARYNX Kahl, 1928

Considéré comme étant représenté par une seule espèce par KAHL, qui a été le premier à le décrire (1928), le genre *Cryptopharynx* s'est montré abondamment représenté dans le milieu interstitiel et nous avons pu en définir au moins quatre espèces et variétés :

Cryptopharynx setigerum Kahl

Assez fréquent dans tous les sables fins, un peu saprobes (Roscoff, Concarneau, Banyuls) *C. setigerum* a été admirablement étudié aussi bien par KAHL (1930) que par KIRBY (1934) de sorte qu'il est parfaitement inutile d'y revenir. Nous signalerons, en passant, que les individus observés par nous mesuraient 65 à 80 μ de long et possédaient 16 à 18 cinéties, deux macronuclei et un à deux micronuclei.

Cryptopharynx setigerum Kahl var. *furcatum* n. var.

(fig. 131*a*)

Trouvée par nous, dans le sable fin de l'Aber de Roscoff, cette nouvelle variété se distingue de l'espèce-type par toute une série de caractères : taille légèrement plus grande (L = 130 μ), forme du corps pointue postérieurement, cilié entièrement plat (au lieu d'être bossu comme chez *C. setigerum*). Le côté glabre est porteur de fines baguettes fourchues implantées perpendiculairement à la cuticule. Cette nouvelle variété semble d'ailleurs assez variable, car nous avons vu aussi des individus dépourvus de baguettes dorsales.

Cryptopharynx multinucleatum n. sp.

(fig. 131*b*)

Dans le sable fin du chenal de l'Ile Verte (Roscoff) nous avons pu observer, à plusieurs reprises, un petit *Cryptopharynx* (L = 90 µ) dont l'organisation générale était du type *C. setigerum* Kahl, mais qui s'en

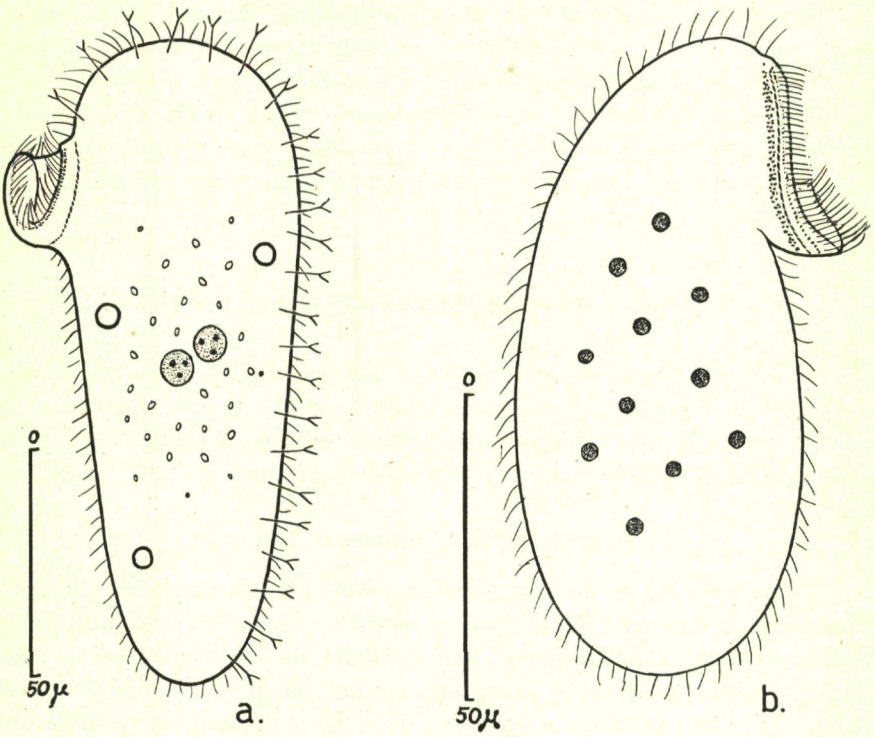

FIG. 131. — Figures schématiques de deux *Cryptopharynx* nouveaux de Roscoff a) *Cryptopharynx setigerum* Kahl var. *furcatum* n. var.; b) *Cryptopharynx multinucleatum* n. sp.

distinguait par une bouche beaucoup plus grande, garnie de pigment (tout le long de l'ouverture buccale) et d'un appareil nucléaire constitué par une douzaine de macronuclei, assez petits et sphériques, ainsi qu'un assez grand nombre de micronuclei. Entre les cinéties, ainsi que sur le côté non cilié, on remarque de nombreux protrichocystes qui se colorent après action du vert de méthyle acétique.

Cryptopharynx enigmaticus Dragesco
(fig. 132)

Trouvé à plusieurs reprises dans le sable très pur recueilli au nord de l'Ile Verte (Roscoff), ce curieux cilié montre une certaine variabilité de forme (ovalaire ou arrondie), de taille (70 à 100 µ) ou de structure (les exemplaires étudiés en 1951 possèdaient un à deux ma-

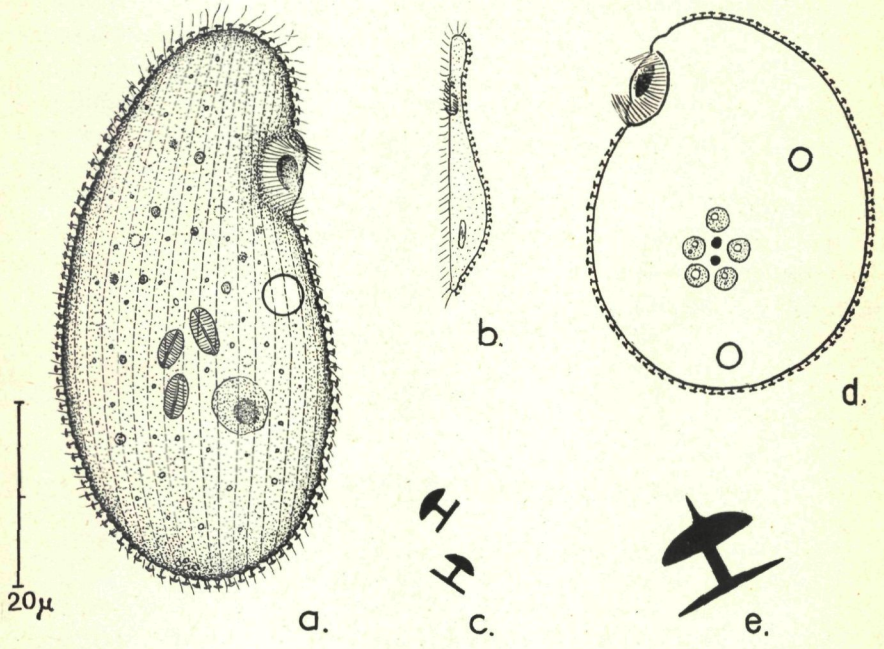

FIG. 132. — *Cryptopharynx enigmaticus* Dragesco
a) Aspect général, sur le vivant; b) vue de profil; c) ornementations en « bouton de faux col »; d) individu très arrondi, montrant cinq macronuclei (schématique); e) ornementation en « bouton de faux-col » vue en contraste de phase.

cronuclei, tandis que ceux que nous avons pu observer en mars 1956 montraient, en moyenne, 5 macronuclei et 3 micronuclei). La bouche est du type *setigerum,* ainsi que la ciliature. L'animal est plat, transparent et cilié uniquement sur le côté droit. La vacuole pulsatile est, soit unique et au voisinage de la bouche, soit multiple et dorsale. Mais ce qui fait l'originalité de cette espèce, ce sont les curieux éléments qui constituent le revêtement du côté non cilié. En effet, toute la face glabre, ainsi que le pourtour du corps, sont ornés par des petites « écailles » en forme de « bouton de faux-col », régulièrement disposées

sur la cuticule. Des observations récentes (mars 1956) en contraste de phase, ont montré qu'il existe une pointe fine au sommet de chacune de ces formations.

Ecologie et Cytologie des *Cryptopharynx*.

Les quatre espèces et variétés que nous venons de passer en revue, sont toutes nettement microporales et peuvent être considérées comme constituant un exemple assez typique de ciliés mésopsammiques. En effet, toutes les quatre sont des formes aplaties, très thigmotactiques, se moulant étroitement sur les grains de sable. En outre, ce sont des espèces relativement fragiles, et dont l'appareil nucléaire est du type si particulier, bien connu chez les ciliés mesopsammiques les plus typiques : macronuclei presque dépourvus d'acide thymonucléique et micronuclei normaux. Pour conclure, nous dirons que les *Cryptopharynx* sont des ciliés typiquement interstitiels et qu'ils caractérisent assez bien les sables fins et saprobes.

HOLOTRICHES TRICHOSTOMES

Famille des PLAGIOPYLIDAE Schewiakoff, 1896

Genre PLAGIOPYLA Stein, 1960

Plagiopyla nasuta Stein

Cette belle espèce saprobe était assez fréquente dans le sable fin de la plage d'Excenevex (Lac Léman). Dans son ensemble, la structure de ce cilié correspondait parfaitement à la description donnée par KAHL (1930). Une petite divergence existe pourtant entre nos observations et la figure que publie cet auteur (p. 266) : la gouttière pharyngienne est plus longue et plus développée chez les individus observés par nous, que chez l'espèce typique.

Genre COELOSOMIDES Anigstein, 1912

Ce genre, très mal connu, semble être assez caractéristique de la faunule mésoporale typique.

Coelosomides marina Anigstein
(fig. 133)

Découvert par ANIGSTEIN (1912), dans un aquarium rempli d'eau de mer, ce curieux cilié a été retrouvé par FAURÉ-FRÉMIET (1950) dans les sables moyennement fins de la région de Concarneau (Finistère). Nous l'avons revue ensuite dans les sables fins de l'Aber de Roscoff.

Pour les détails de sa structure nous renvoyons le lecteur à la

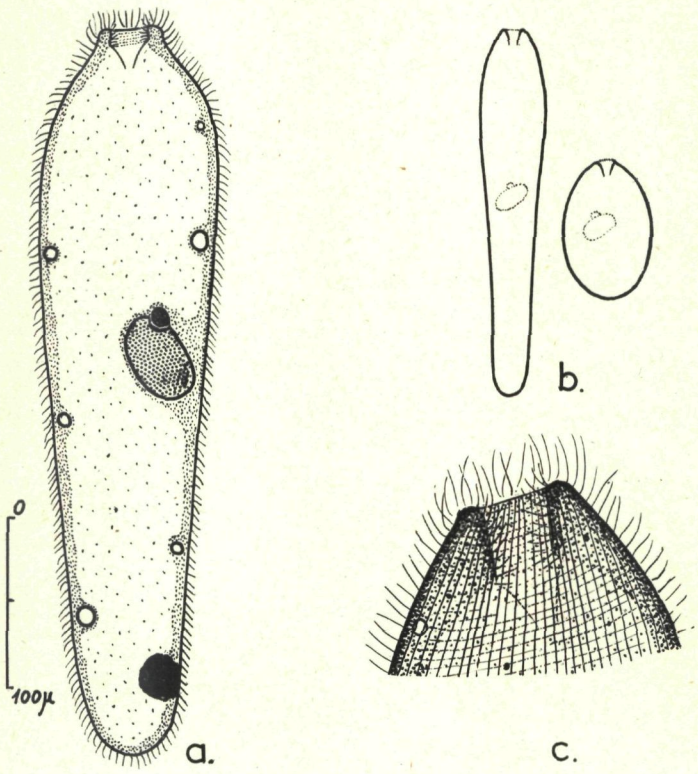

FIG. 133. — *Coelosomides marina* Anigstein
a) Aspect général (schématique); b) extension et contraction maxima; c) région buccale (sur le vivant).

description détaillée de FAURÉ-FRÉMIET (1950) nous réservant de souligner les quelques différences qui séparaient les individus de Roscoff de ceux de Concarneau.

Tout d'abord, notre cilié présentait une forme très différente, car il était plus allongé et montrait une partie apicale moins arrondie. Sa taille était légèrement plus grande que celle signalée par les auteurs (200 à 500 μ contre 200 à 230 μ). Enfin, le cilié nous a paru très contractile et nous a montré plusieurs vacuoles pulsatiles dont une, plus importante, à l'emplacement figuré par ANIGSTEIN. Par ailleurs, la structure était bien celle décrite par les deux auteurs précédents : cinéties serrées, vestibule cilié cylindrique, cytoplasme vacuolaire, macronucleus latéral très gros avec micronucleus adjacent, etc. En

FIG. 134. — *Coelosomides teissieri* Dragesco
a) Aspect général, sur le vivant; b) protrichocystes intercinétiques.

revanche, la nourriture de ce cilié nous a semblé être constituée uniquement de Dinoflagellés (en quantités prodigieuse) au lieu des algues ou bactéries citées auparavant.

Coelosomides teissieri (1) Dragesco
(fig. 134)

Cette nouvelle espèce, la deuxième connue jusqu'à ce jour, a été trouvée dans un sable hétérogène et assez grossier de l'Aber de Roscoff.

Coelosomides typique, grâce à sa bouche particulière, cette curieuse espèce se distingue de *C. marina* Anigstein par sa taille plus grande (600 µ env.), le nombre considérable de ses cinéties très serrées (plus de cent), ses trichocystes péribuccaux en navette et son apparence générale vermiforme. Le cytoplasme, vacuolaire et fibreux, ainsi que l'appareil nucléaire rappellent tout à fait ce que nous savons chez *C. marina*. On observe, en outre, des protrichocystes intercinétiques, des cristalloïdes intracytoplasmiques et des ingesta, constitués par des algues (Diatomées, notamment).

HOLOTRICHES HYMÉNOSTOMES

Famille des FRONTONIIDAE Kahl, 1926

Genre FRONTONIA Ehrenberg, 1833

Plusieurs espèces de cet important genre se retrouvent constamment, et souvent en grand nombre, dans les sables, quelle que soit la granulométrie ou la salure de l'eau. Les *Frontonia* sont représentées presque toujours par un grand nombre d'individus et peu d'échantillons en sont entièrement dépourvus. Sans valeur écologique particulière, la plupart des *Frontonia* rencontrées, sont des espèces banales et ubiquistes, largement répandues dans tous les milieux et probablement

(1) Dédié au Professeur G. Teissier, directeur de la Station biologique de Roscoff.

accidentelles dans le milieu mésopsammique. Il nous a été toutefois possible de rencontrer quelques espèces inédites qui constituent, peut-être, des adaptations particulières au mésopsammon.

Frontonia marina Fabre-Domergue
(fig. 135 C)

Ce cilié, très banal et très abondamment représenté dans les milieux les plus divers, se retrouve dans presque tous les échantillons de sables marins fins ou grossiers, aussi bien dans la région de Roscoff qu'à Banyuls-sur-Mer, et a été signalé par Bock à Kiel. De taille et de forme assez variable, cette espèce se caractérise par son macronucleus ovalaire accompagné de 1 à 3 micronuclei, sa vacuole pulsatile unique, et dépourvue de longs canaux collecteurs et ses cils caudaux plus longs (caractéristique non signalée par les auteurs). La taille varie entre 185 et 500 μ. Une variété, trouvée dans le sable saumâtre de la « station 101 » (Canet) nous montrait une forme très allongée et un cytoplasme extrêmement vacuolaire.

Frontonia macrostoma n. sp.
(fig. 135 A)

Cette espèce de petite taille (125-130 μ) a été observée, une seule fois, dans un échantillon de sable fin de l'Aber de Roscoff (prélevé devant le sanatorium). Difficile à classer cette *Frontonia* ressemble à *F. microstoma* Kahl par sa petite taille et la forme allongée du micronucleus, mais en diffère considérablement par son énorme ouverture buccale, sa vacuole pulsatile terminale et son cytoplasme vacuolaire. Le macronucleus montre l'existence d'un corps central refringent et le micronucleus, ovalaire, est très apparent. Les trichocystes sont relativement volumineux et peu abondants.

La cuticule est épaisse, striée perpendiculairement et pourvue de sculptures superficielles intercinétiques.

Frontonia vacuolata n. sp.
(fig. 135 B)

D'apparence générale semblable à l'espèce précédente, cette nouvelle *Frontonia* se retrouve dans les mêmes échantillons de sable et sa taille reste assez petite (160 μ). Elle rappelle *F. macrostoma* par sa forme ovalaire, son cytoplasme alvéolaire (encore plus accentuée) et sa vacuole contractile postérieure. En revanche, son macronucleus est

beaucoup plus volumineux et de forme quelque peu irrégulière, et la bouche assez petite et de forme un peu inhabituelle : pointue postérieurement. Les trichocystes sont nombreux et la cuticule assez mince.

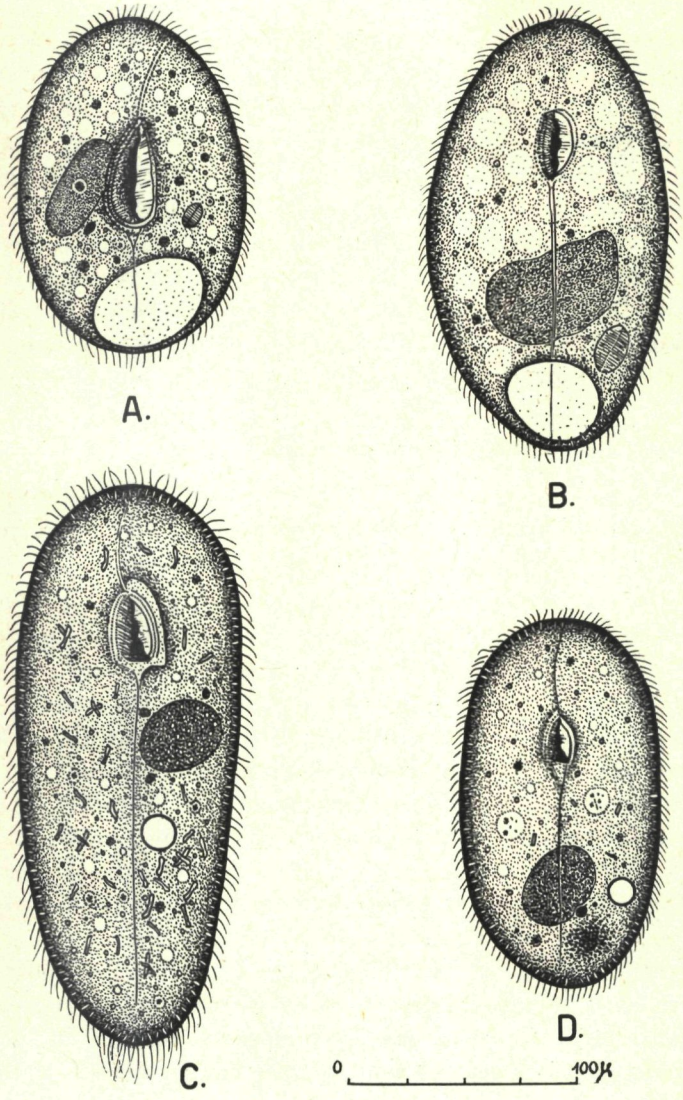

Fig. 135. — Quelques *Frontonia* mésopsammiques :
A) *Frontonia macrostoma* n. sp.; B) *Frontonia vacuolata* n. sp.; C) *Frontonia marina* Fabre-Domergue; D) *Frontonia caneti* n. sp. (figures demi-schématiques).

Frontonia caneti n. sp.

(fig. 135 D)

Assez abondante dans les sables fins et saumâtres de la petite plage (station 101) du Canet, cette nouvelle *Frontonia* se caractérise très nettement par l'existence d'une tache pigmentaire postérieure, de couleur bleue. De taille réduite (L = 140 μ), cette espèce est pourvue d'une petite bouche, typique du genre, d'une vacuole contractile légèrement postérieure, ainsi que d'un macronucleus ovalaire accompagné par un micronucleus très apparent. Cette espèce semble très voisine de la *F. fusca var.*, trouvée par KAHL dans les sables de Kiel, ainsi que de *F. atra* Ehrenberg, qui possèdent toutes les deux une seule vacuole contractile et un appareil nucléaire très voisin. En revanche, ces deux espèces diffèrent de *F. caneti* par la position antérieure de leur tache pigmentaire, ainsi que par la taille plus petite des granules qui la constituent, sans parler d'une différence incontestable de coloration.

Frontonia aberrans n. sp.

(fig. 136)

Cette belle et grande espèce (L : 400 μ) a été observée à plusieurs reprises dans le sable hétérogène de l'Aber de Roscoff.

Nous avons longuement hésité avant d'assimiler ce cilié au genre *Frontonia*. En effet, la bouche a une forme très allongée qui s'éloigne de tout ce que l'on connaît chez les autres espèces du genre. On y observe toutefois la même disposition des membranelles buccales (trois à gauche et une, plus forte, à droite) et des sutures ventrales et la même disposition des cinéties (qui sont au nombre de 90 environ). Ce cilié se distingue encore par son absence de trichocystes, la forme curieuse de son macronucleus (en haltère) qui est pourvu de nombreux et gros nucléoles, les trois micronuclei ovalaires et volumineux, sa couche ectoplasmatique légèrement plissée et garnie de protrichocystes intercinétiques, en forme de navettes. La ciliature est assez dense et les cils caudaux sont nettement plus longs que les autres. De fines fibrilles transversales et longitudinales réalisent un réseau superficiel, réseau constituant des crêtes légèrement surélevées, limitant de nombreux petits carrés, dont les centres sont occupés par les cils. Le cytoplasme, très transparent et parfaitement incolore, montre une structure extrêmement spumeuse et vacuolaire et emprisonne des inclusions variées, ainsi que des taches pigmentaires noirâtres. Des ingesta bien définis n'ont pas pu être observés. Le cilié a une forme cylindrique allongée,

aux extrémités arrondies et sa nage est assez lente. L'allure générale, aux faibles grossissements, reste celle d'une grosse *Frontonia*.

Des observations supplémentaires (notamment au sujet de l'existence d'un squelette buccal) seront nécessaires avant de savoir s'il n'y a pas lieu de créer un genre nouveau pour classer ce curieux cilié.

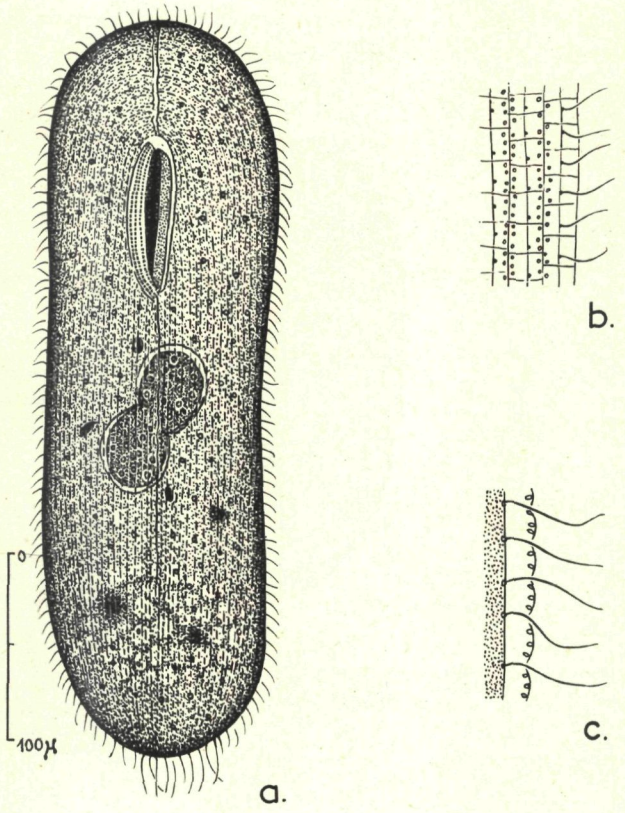

Fig. 136. — *Frontonia aberrans* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) structure superficielle : fibrilles et protrichocystes; c) protrichocystes ectoplasmatiques, vus en coupe.

Frontonia sp. ?

Dans un sable fin de l'Aber de Roscoff, nous avons pu étudier, à plusieurs reprises, une espèce de *Frontonia* d'assez petite taille, de couleur générale brune et, semble-t-il, dépourvue de vacuole contractile. Cette dernière caractéristique est par trop inattendue et des complé-

ments d'observations nous semblent nécessaires avant de pouvoir conclure à la validité de cette espèce.

Frontonia bullingtoni (1) n. sp.

(fig. 137)

Parmi les *Frontonia* qui peuplaient les sables fins de la plage d'Excenevex (Lac Léman), une toute petite espèce se remarquait tout particulièrement. Très abondante, sa nage était rapide et sa partie

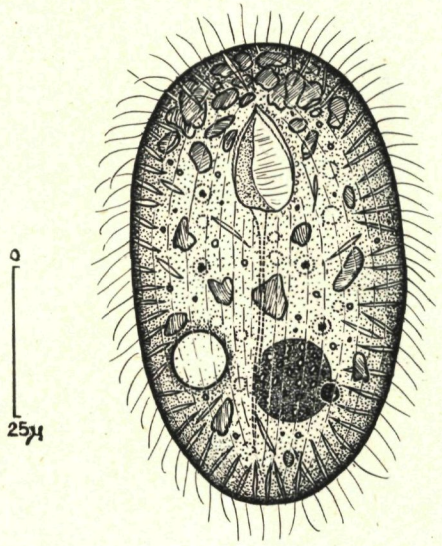

Fig. 137. — *Frontonia bullingtoni* n. sp.
Aspect général, sur le vivant.

antérieure semblait toute noire par rapport au reste du corps assez transparent. Avec la meilleure bonne volonté, il nous a été impossible d'assimiler cette espèce à l'une des quatorze espèces de *Frontonia* parfaitement définies par Bullington (1939). Assez proche de la *Frontonia algivora* (Kahl) Bullington, cette espèce s'en distingue par sa taille plus faible (80 contre 110 µ), par sa bouche plus petite et plus arrondie, par ses volumineux trichocystes et par son macronucleus parfaitement sphérique. En outre, l'espèce entrevue par Kahl (1935) était marine (sables de la région de Kiel) tandis que notre espèce est dulcaquicole. Le cytoplasme est très transparent, mais rendu souvent opaque (surtout

(1) Dédiée à W. E. Bullington, protistologue américain.

antérieurement) par de très nombreux grains de sable qui bourrent parfois complètement le cilié et rend les observations très difficiles. La cuticule est légèrement plissée et assez épaisse, et le nombre des cinéties, assez élevé : 42 à 44. La vacuole pulsatile est assez volumineuse, généralement médiane et plutôt ventrale. Les cils sont assez longs et les trichocystes fusiformes et très allongés.

Frontonia leucas Ehrenberg

Cette banale espèce s'est toujours montrée très abondante aussi bien dans les sables du Léman (Excenevex) que dans certains sables saumâtres. Quelque peu variable, au point de vue de sa forme et de sa taille, *F. leucas* correspond assez exactement aux figures moyennes données par BULLINGTON (1939).

Genre LEMBADION Perty, 1852

Lembadion bullinum Perty var. ***arenicola*** n. var.
(fig. 138)

Très fréquent dans certains échantillons de sable fin du Lac Léman (Excenevex) ce joli *Lembadion* semble très voisin du typique *L. bullinum* Perty. En regardant de plus près, on remarque, toutefois, des divergences opposant nos observations à celles de PERTY (1852), SCHEWIAKOFF (1889) et KAHL (1931). Ces différences sont faibles et portent surtout sur la taille du péristome, dont l'extrémité inférieure dépasse à peine l'équateur chez les individus observés par nous, tandis qu'il atteint presque le pôle postérieur suivant KAHL). La forme des individus, observés par nous, se rapprochait beaucoup de celle dessinée par SCHWIAKOFF (que KAHL, d'ailleurs, met en doute). Leur macronucleus était ovalaire et légèrement pointu aux extrémités (nettement réniforme d'après KAHL). Nous n'avons pas observé le long canal de la vacuole pulsatile médiane (si caractéristique dans les figures des auteurs antérieurs). Le cytoplasme contient de nombreux grains de sable et des proies variées (ciliés généralement). Le nombre de cinéties oscille autour de 52, en moyenne, et les espaces intercinétiques sont dépourvus de protrichocystes. La cuticule montre de très puissantes sculptures superficielles rectangulaires entourant chaque cil. La touffe de cils caudaux (au nombre de 5 à 7) atteint 55 μ de long. La taille moyenne de ce cilié était un peu plus petite que ne le signale KAHL (125 μ contre 160 μ). De

ces diverses considérations résulte la conclusion que nous avons affaire à une variété psammique du *L. bullinum* Perty.

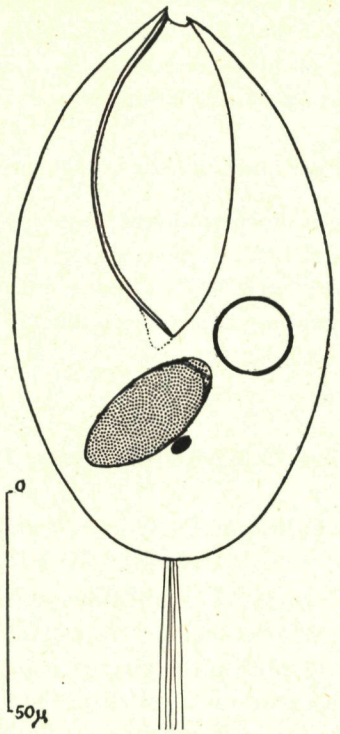

FIG. 138. — *Lembadion bullinum* Perty var. *arénicola* n. var. Aspect général sur le vivant (schématique).

Genre CARDIOSTOMA Kahl, 1928

Cardiostoma vermiforme Kahl

(fig. 139)

Cette grande et curieuse espèce a été découverte par KAHL (1928) qui l'a trouvée tout d'abord dans de l'eau saumâtre. Par la suite, BOCK (1952) l'a retrouvée dans les sables de la région de Kiel et FAURÉ-FRÉMIET (communication personnelle) a pu l'observer, dans la région de Concarneau. Nous-même, l'avons retrouvée, assez régulièrement, dans la région de Roscoff, dès 1951, ainsi que dans les sables fins de la plage de Banuyls-sur-Mer (1953). Nous observations correspondent assez bien

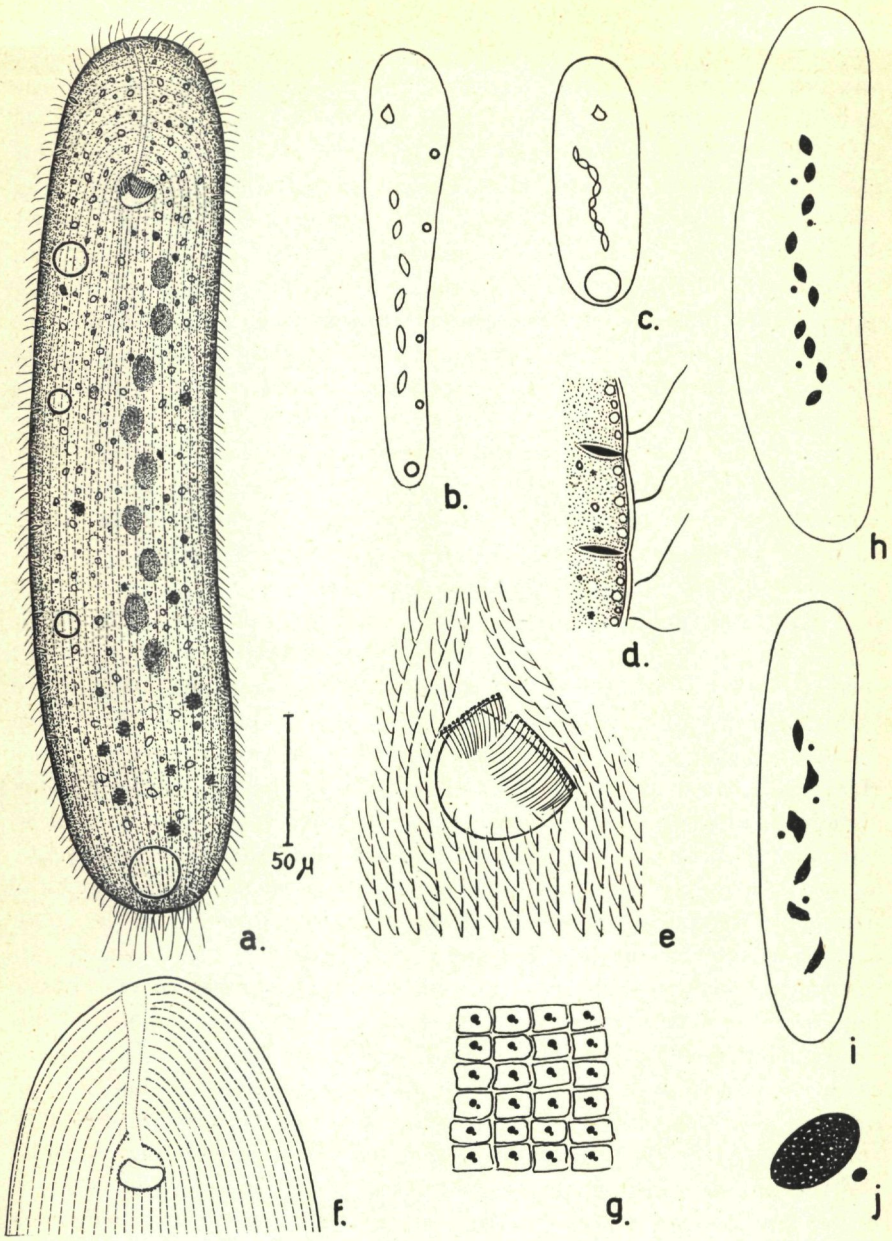

FIG. 139. — *Cardiostoma vermiforme* Kahl

a) Aspect général, sur le vivant; b) variété allongée et de grande taille; c) variété cylindrique; d) trichocystes; e) ciliature de la région buccale (sur le vivant); f) ciliature de la région buccale (imprégnation argentique); g) cinétosomes et réseau fibrillaire superficiel (imprégnation argentique); h) appareil nucléaire habituel (réaction nucléale de FEULGEN); i) appareil nucléaire un peu aberrant (réaction nucléale de FEULGEN); j) détail de l'appareil nucléaire : macro et micronucleus (réaction nucléale de FEULGEN).

aux descriptions de KAHL, mais nous avons pu constater une certaine variabilité de forme et de taille. La forme est généralement cylindrique, mais certaines souches sont plus allongées que d'autres et montrent souvent l'existence d'une partie caudale, plus effilée. La taille aussi varie assez considérablement (entre 160 et 500 μ) de même que l'aspect de l'appareil nucléaire, dont le nombre et la taille des éléments montrent d'assez larges fluctuations. Comme, en outre, nous avons observé que les individus cylindriques étaient uniformément ciliés et que les individus vermiformes montraient une touffe caudale de cils plus allongés, il n'est pas impossible qu'il s'agisse là de deux espèces distinctes qui peuvent être définies aussi par le nombre des cinéties (45-50 dans un cas, contre environ une centaine dans l'autre cas).

L'espèce *Cardiostoma vermiforme* se caractérise avant tout par sa structure buccale. L'ouverture de la bouche est petite et de forme vaguement triangulaire. La ciliature buccale est très difficile à comprendre et en dépit d'observations minutieuses, sur le vivant, et de plusieurs imprégnations argentiques, il nous a été impossible de la définir avec précision. Il nous semble qu'on y observe au moins deux fortes membranelles antérieures, recouvrant partiellement l'ouverture buccale. Les imprégnations argentiques laissent supposer l'existence d'une troisième membranelle qui borderait l'ouverture buccale, postérieurement (voir fig. 139*e*). M. FAURÉ-FRÉMIET, sur un matériel plus abondant, a pu étudier avec plus de fruit cette espèce, et il faudra se reporter à ses futures publications pour conclure définitivement quant aux structures buccales de ce cilié. Les cinéties sont méridiennes et viennent se rejoindre au-dessus de la bouche pour former une ligne de suture caractéristique (six à sept cinéties s'arrêtent brutalement au niveau de l'ouverture buccale). Les cils sont fins et assez courts et leur implantation se fait au centre d'un réseau rectangulaire superficiel qui orne la surface de la cuticule (et qui s'imprègne à l'argent). La cuticule est assez épaisse et a tendance à se plisser légèrement lorsque le cilié se contracte. Des trichocystes explosifs, en forme de navette ornent la zone ectoplasmatique, mais ne sont jamais très denses. La vacuole contractile est postérieure et unique chez la variété cylindrique de petite taille, tandis qu'elle est accompagnée de plusieurs vacuoles satellites méridiennes (légèrement dorsales) chez les formes très allongées. L'appareil nucléaire est constitué par un macronucleus composite (plusieurs éléments ovalaires, de taille et de nombre variables, montrant une structure classique) et plusieurs petits micronuclei sphériques. Le cytoplasme est assez transparent et emprisonne des inclusions variées, y compris

des corps calciques (FAURÉ-FRÉMIET, 1955) et des taches pigmentaires souvent volumineuses (ingesta ?). De grosses mitochondries sphériques peuvent être observées au niveau de l'ectoplasme. D'une façon générale, nos observations correspondent très bien aux descriptions de KAHL (1928), sauf pour la structure nucléaire car l'auteur allemand figure cinq gros macronuclei sphériques, tandis que nous observons, le plus souvent, un ruban de 8 à 12 petits éléments ovalaires (notamment chez les individus de petite taille).

Genre HELICOSTOMA Cohn, 1866

Hélicostoma (Porpostoma) notatum (Möbius)

Dans certains échantillons de sables saprobes, nous avons rencontré, assez régulièrement le banal histophage *Hélicostoma notatum*, que nous considèrons comme étant accidentel dans le milieu interstitiel.

Famille des PLEURONEMATIDAE Kent, 1882

Genre PLEURONEMA Dujardin, 1836

Ce genre largement répandu et très commun, aussi bien dans les eaux douces que dans les eaux marines, est à peu près toujours présent dans le mésopsammon et nous avons pu identifier au moins sept espèces, dont la détermination est malaisée, mais dont certaines montrent des différences très nettes dans la disposition des cinéties buccales. Les *Pleuronema* ne doivent pas être considérées comme étant des formes typiquement mésopsammiques. Tout au contraire, la plupart du temps, il s'agit de ciliés sans signification écologique particulière, mais se développant dans certains sables saprobes à la faveur de conditions favorables.

Pleuronema marinum Dujardin
(fig. 140 A)

Cette espèce banale se retrouve très fréquemment dans divers échantillons de sables fins de l'Aber de Roscoff ou de Banyuls. Elle

correspond assez bien à la description de KAHL (1931), mais nous avons trouvé que la vacuole contractile est toujours terminale. Les cils nous ont semblé plus courts et le noyau plus sphérique que ne le figure KAHL. Toutefois, les différences entre les diverses espèces de *Pleuronema* étant

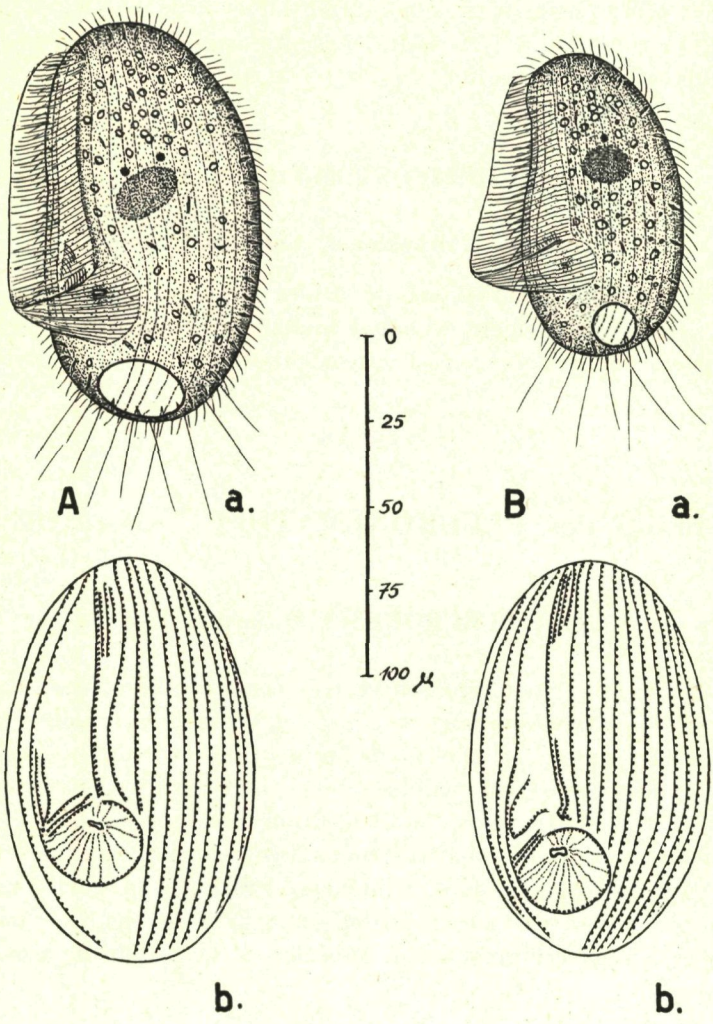

FIG. 140. — A) *Pleuronema marinum* Dujardin
a) Sur le vivant; b) imprégnation argentique (schéma).
B) *Pleuronema coronatum* Kent.
a) Sur le vivant; b) imprégnation argentique (schéma).

faibles et les caractères variables, nous estimons nécessaire de réviser la systématique de ce genre, en nous basant sur les images de la ciliature buccale. Nous admettrons donc désormais que *Pleuronema marinum* est surtout définie par une disposition particulière des cinéties buccales: le caractère essentiel étant l'existence de trois courtes cinéties à peu près rectilignes et d'une longue cinétie repliée sous un angle aigu (ainsi que le montrent la figure 140 (et le schéma *a* de la figure 142). Par ailleurs, *Pleuronema marinum* est un cilié plat mesurant de 110 à 190 µ de long et comportant des trichocystes typiques du genre, une grande membrane ondulante adorale, des soies caudales plus longues, un macronucleus ovalaire, deux à trois petits micronuclei sphériques, etc. Les imprégnations argentiques montrent une grande complexité de l'infraciliature : cinétosomes (granule infraciliaire et corpuscule ciliaire) cinétodesme, argyrome, fibrilles superficielles (correspondant aux alvéoles cuticulaires géométriques centrées sur chaque cil), etc.

Pleuronema coronatum Kent
(fig. 140 B)

Cette très banale espèce marine a été rencontrée dans le sable par Bock (1952), et nous l'avons trouvée à Roscoff dans de nombreux échantillons de sable fin. Très voisine de *P. marinum,* cette espèce s'en distingue par sa taille plus faible (70 à 90 µ); son noyau plus sphérique et sa membrane ondulante plus développée. Mais, vu la variabilité des deux espèces, il est très difficile de les déterminer avec certitude, sur le vivant, L'imprégnation argentique montre une ciliature buccale presque identique : quatre cinéties transversales, dont la plus longue est repliée aussi en V, mais dont les branches sont largement écartées (tandis que chez *P. marinum* elles sont, au contraire, très fermées). On remarque aussi une petite courbure terminale de la cinétie péristomienne gauche, ainsi que quelques autres petites différences, minimes mais constantes. L'infraciliature est identique à celle de *P. marinum.*

Pleuronema arenicola n. sp.
(fig. 141 A)

Cette nouvelle espèce peut être très facilement confondue avec *P. coronatum,* et nous sommes persuadé qu'elle l'a été souvent, car ce n'est qu'en faisant appel à la réaction nucléale de Feulgen et aux imprégnations argentiques qu'on peut la différencier avec certitude. Assez fréquente dans des sables saprobes, *Pleuronema arenicola* est un cilié de petite taille (L = 100 µ) et tout à fait semblable aux deux espè-

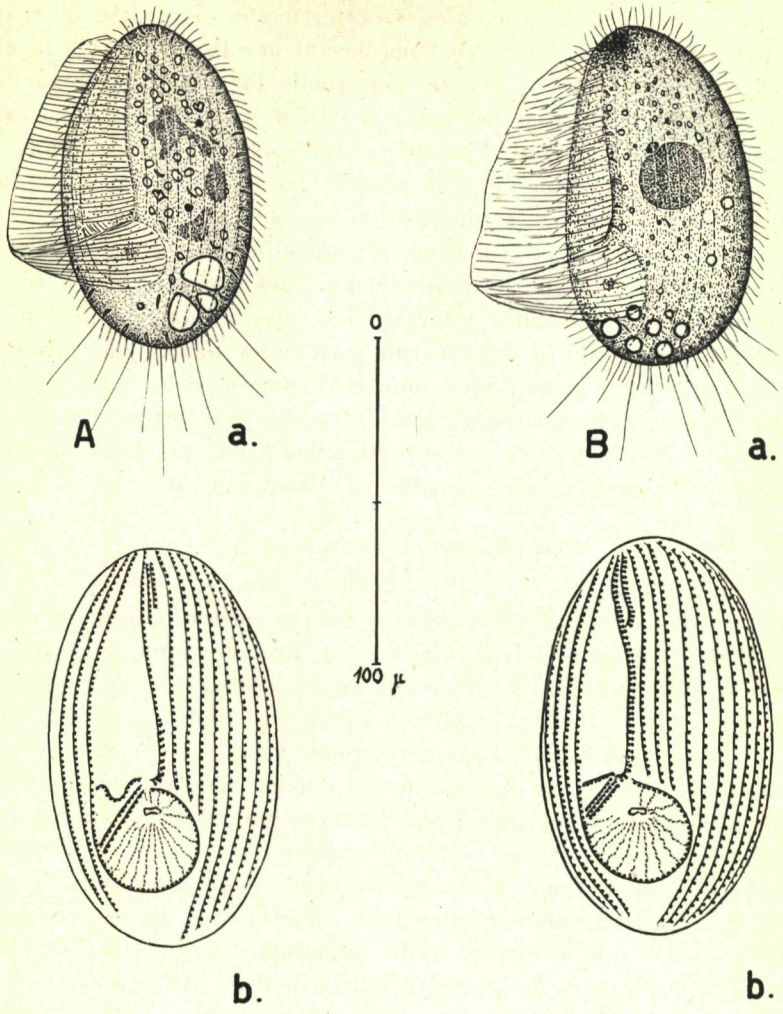

FIG. 141. — A) *Pleuronema arenicola* n. sp.
a) Sur le vivant; b) imprégnation argentique (schéma).
B) *Pleuronema oculata* n. sp.
a) Sur le vivant; b) imprégnation argentique (schéma).

ces précédentes : cils caudaux plus longs, vacuole contractile terminale, trichocystes, etc. Le macronucleus est pourtant différent et assez variable : soit en plusieurs éléments mal définis, soit allongé en « saucisse », soit enfin constitué de deux éléments irréguliers (mais jamais sphérique). Les imprégnations argentiques montrent que la quatrième cinétie

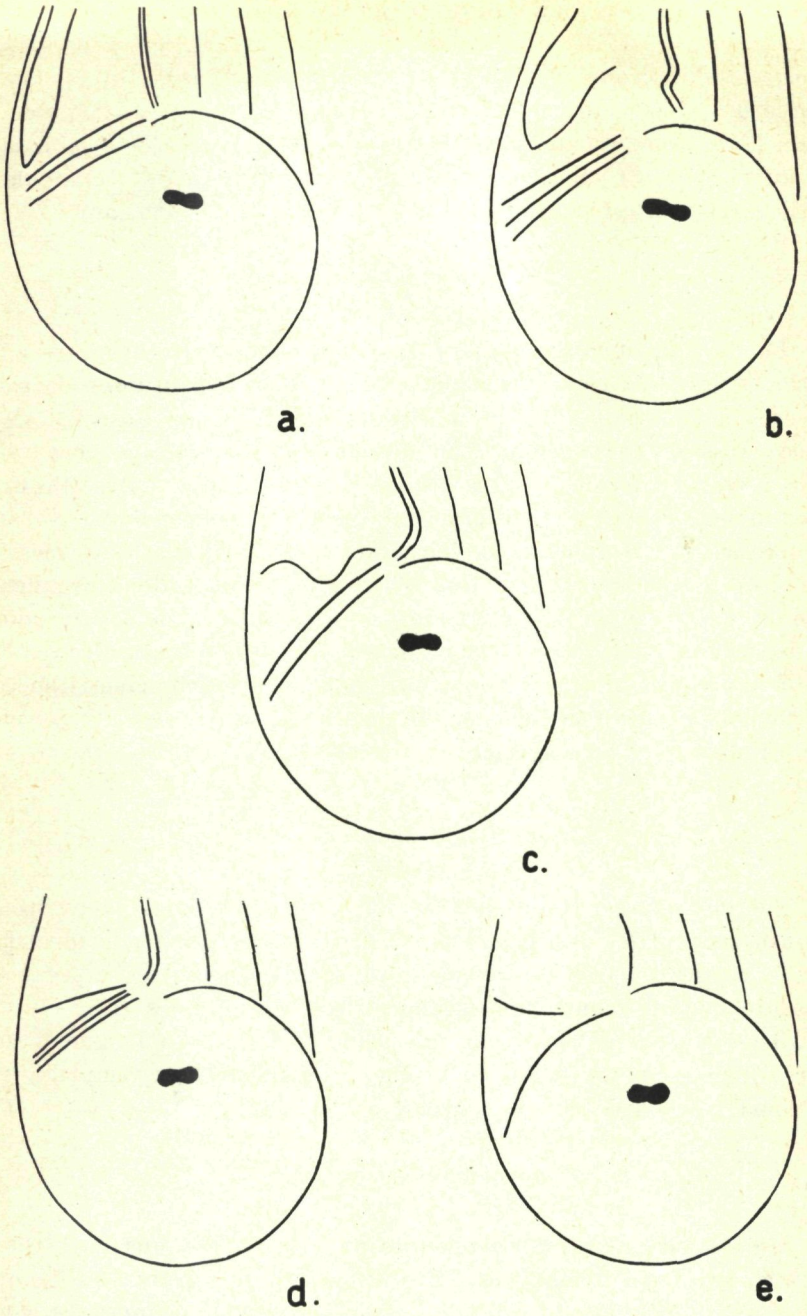

FIG. 142. — Schéma des cinéties buccales des diverses espèces de *Pleuronema* : a) *Pleuronema marinum* Dujardin; b) *Pleuronema coronatum* Kent; c) *Pleuronema arenicola* n. sp.; d) *Pleuronema oculata* n. sp.; e) *Pleuronema simplex* n. sp.

buccale est beaucoup plus brève et constitue un U très ouvert, tandis qu'une des trois courtes cinéties parallèles a disparu sans laisser de trace. L'argyrome est identique à celui des espèces précédentes, mais le réseau cuticulaire superficiel n'est plus polygonal mais rectangulaire (cette formation est peut-être labile et fonction de la fixation).

Pleuronema oculata n. sp.

(fig. 141 B)

Facile à reconnaître, grâce à sa tache pigmentaire brunâtre antérieure, *P. oculata* est assez abondante dans les échantillons de sable prélevés à la « place 3 » de B. SWEDMARK (Aber de Roscoff). Cette espèce ressemble beaucoup, par ailleurs, à *Pleuronema coronatum* (Kent), mais sa forme est plus allongée et sa vacuole contractile presque toujours constituée par plusieurs éléments indépendants. Noyaux, membranelles, cils caudaux et tricocystes sont toujours les mêmes. Le nombre des cinéties est d'environ 50, tandis que la taille moyenne du cilié oscille autour de 120 µ. Cet infusoire est très facile à déterminer, même sous un faible grossissement, grâce à sa tache pigmentaire sombre.

L'imprégnation argentique montre que la quatrième cinétie buccale est courte et toute rectiligne, tandis que les trois autres sont extrêmement rapprochées. L'argyrome et le réseau polygonal superficiel sont du type banal.

Pleuronema simplex n. sp.

(fig. 142)

Sur des imprégnations de *Pleuronema oculata,* nous avons trouvé à plusieurs reprises des images d'une petite *Pleuronema* non identifiée, sur le vivant, et très sensiblement différente des autres espèces. Sa ciliature buccale montre une grande simplification : les trois cinéties parallèles sont remplacées par une seule cinétie assez longue, tandis que la longue cinétie repliée en V (chez *P. marinum*) est remplacée par un court tronçon de cinétie courbe (voir fig. 142).

Pleuronema grassei n. sp.

(fig. 143)

Un des ciliés les plus abondants dans les sables fins de la plage d'Excenevex (Lac Léman) est un *Pleuronema* de grande taille qu'il nous a été impossible d'assimiler à l'une des espèces connues du genre. Sa taille (L = 140 à 210 µ) la rapproche des *Histiobalantium,* mais la disposition de la ciliature buccale (telle qu'on peut la voir sur le vivant)

buccale est beaucoup plus brève et constitue un U très ouvert, tandis qu'une des trois courtes cinéties parallèles a disparu sans laisser de trace. L'argyrome est identique à celui des espèces précédentes, mais le réseau cuticulaire superficiel n'est plus polygonal mais rectangulaire (cette formation est peut-être labile et fonction de la fixation).

Pleuronema oculata n. sp.

(fig. 141 B)

Facile à reconnaître, grâce à sa tache pigmentaire brunâtre antérieure, *P. oculata* est assez abondante dans les échantillons de sable prélevés à la « place 3 » de B. SWEDMARK (Aber de Roscoff). Cette espèce ressemble beaucoup, par ailleurs, à *Pleuronema coronatum* (Kent), mais sa forme est plus allongée et sa vacuole contractile presque toujours constituée par plusieurs éléments indépendants. Noyaux, membranelles, cils caudaux et tricocystes sont toujours les mêmes. Le nombre des cinéties est d'environ 50, tandis que la taille moyenne du cilié oscille autour de 120 µ. Cet infusoire est très facile à déterminer, même sous un faible grossissement, grâce à sa tache pigmentaire sombre.

L'imprégnation argentique montre que la quatrième cinétie buccale est courte et toute rectiligne, tandis que les trois autres sont extrêmement rapprochées. L'argyrome et le réseau polygonal superficiel sont du type banal.

Pleuronema simplex n. sp.

(fig. 142)

Sur des imprégnations de *Pleuronema oculata,* nous avons trouvé à plusieurs reprises des images d'une petite *Pleuronema* non identifiée, sur le vivant, et très sensiblement différente des autres espèces. Sa ciliature buccale montre une grande simplification : les trois cinéties parallèles sont remplacées par une seule cinétie assez longue, tandis que la longue cinétie repliée en V (chez *P. marinum*) est remplacée par un court tronçon de cinétie courbe (voir fig. 142).

Pleuronema grassei n. sp.

(fig. 143)

Un des ciliés les plus abondants dans les sables fins de la plage d'Excenevex (Lac Léman) est un *Pleuronema* de grande taille qu'il nous a été impossible d'assimiler à l'une des espèces connues du genre. Sa taille (L = 140 à 210 µ) la rapproche des *Histiobalantium,* mais la disposition de la ciliature buccale (telle qu'on peut la voir sur le vivant)

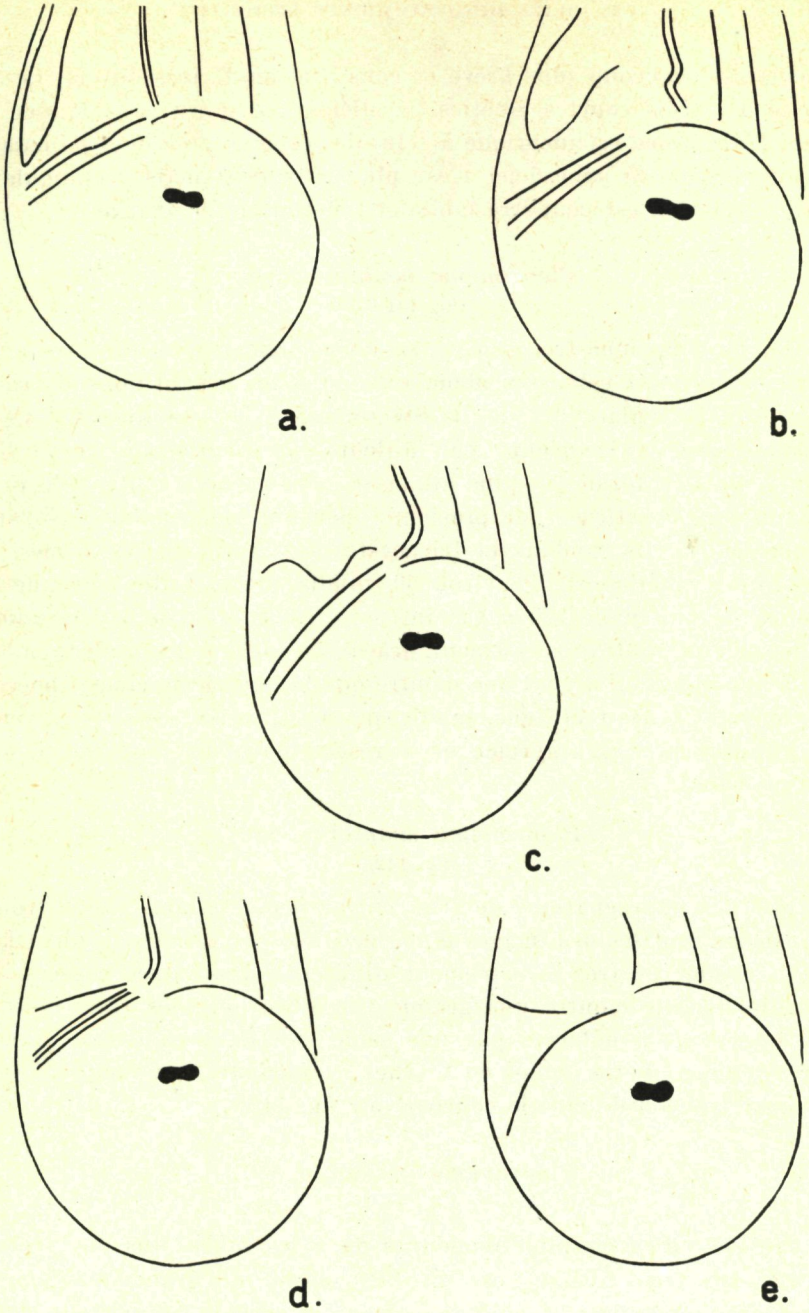

Fig. 142. — Schéma des cinéties buccales des diverses espèces de *Pleuronema* : a) *Pleuronema marinum* Dujardin; b) *Pleuronema coronatum* Kent; c) *Pleuronema arenicola* n. sp.; d) *Pleuronema oculata* n. sp.; e) *Pleuronema simplex* n. sp.

observons aussi un petit « plateau » apical très apparent, ainsi qu'une sensible invagination méridienne, englobant la bouche et les cinéties buccales, et s'ouvrant en entonnoir, caudalement. La vacuole pulsatile est située sur le côté droit et plutôt postérieurement. La taille varie entre 50 et 65 μ (35-50 μ pour PENARD).

Cristigera setosa Kahl

Trouvé en énorme quantité dans le sable fin et homogène de la « Station 3 » de SWEDMARK (Aber de Roscoff), ce petit cilié (L = 38 μ) correspond assez bien aux figures publiées par KAHL (1931), mais le péristome nous a paru plus développé. Nous avons pu compter 10 cinéties.

Genre CYCLIDIUM O. F. Müller, 1786

Cyclidium veliferum Kahl

Ce petit Cilié (L = 40 μ) est assez commun dans les sables fins de la « Station 3 » de SWEDMARK dans l'Aber de Roscoff. Il possède 25 à 26 cinéties et correspond assez bien à la description de KAHL (1931).

Genre HISTIOBALANTIUM Stokes, 1886

Ce petit genre, voisin des *Pleuronema* est assez bien représenté dans la microfaune des sables, grâce à deux espèces, qu'on ne rencontre que dans ce biotope et qui sont assez fréquentes :

Histiobalantium marinum Kahl

(fig. 146)

Découverte par KAHL (1933) dans les sables fins de la région de Kiel, cette espèce est assez fréquente (surtout en hiver) dans les sables fins de la région de Roscoff. A certaines époques de l'année, de nombreux échantillons sont littéralement envahis par ce curieux cilié. Nos observations correspondent très bien avec celles de KAHL. Vu sous le binoculaire, *H. marinum* rappelle tout à fait une grosse *Pleuronema* dont la nage est plus lente et qui montre une condensation sombre antérieure. L'animal est réniforme et comporte un énorme péristome, ainsi que deux longues et très fines membranes ondulantes, constituées par

Genre CRISTIGERA Roux, 1901

Cristigera phoenix Penard
(fig. 145)

Parmi les petites espèces que l'on rencontre dans les sables fins d'Excenevex, une des plus abondantes est une *Cristigera* que nous pensons pouvoir assimiler à la *C. phoenix* de PENARD (1922). En fait, il existe quelques divergences notables entre nos observations et celles de

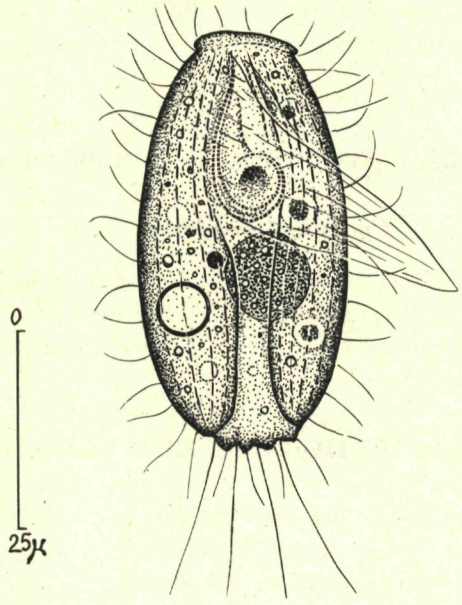

FIG. 145. — *Cristigera phoenix* Penard
Aspect général, sur le vivant.

l'auteur Genevois. Ces différences portent notamment sur la présence de plusieurs soies caudales chez les individus observés par nous (une seule suivant PENARD), sur le nombre plus réduit des cils, sur la taille considérable du macronucleus (presque double, par rapport aux figures de PENARD) et sur le fait que les spires que dessinent les cinéties adorales nous ont semblé plus larges et plus enveloppantes. La frange adorale elle-même constitue de longues membranelles transparentes (à la manière des *Pleuronema*). Il semble y avoir quatre cinéties buccales (observations sur le vivant) et environ 22 à 24 cinéties méridiennes. Nous

Pleuronema crassum Dujardin

Dans les mêmes sables que *P. grassei,* une autre espèce du genre, plus petite et plus agile, semblait pouvoir être indentifiée à la *P. crassum* telle que la décrit KAHL (1931).

Structure superficielle des *Pleuronema.*

Le genre *Pleuronema* s'imprègne admirablement et permet d'observer clairement les corrélations entre les diverses structures superficielles connues chez les ciliés : la cuticule est constituée d'une série d'al-

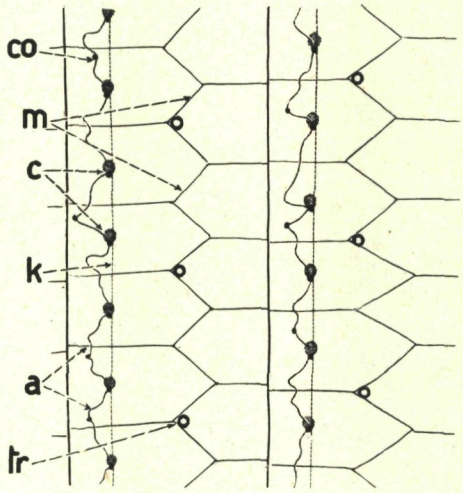

FIG. 144. — Structures superficielles chez les *Pleuronema* :
c = cinétosomes; k = cinétodesme; a = argyrome; co = corpuscules erratiques; m = mailles du réseau polygonal superficiel; tr = trichocystes (schéma d'après des imprégnations argentiques).

véoles, dont les fibrilles polygonales matérialisent les parois élevées; les cils sont implantés au milieu de la face plane, profonde, de chaque alvéole et les cinétosomes montrent leur structure double; toujours en surface, on aperçoit aussi l'argyrome qui est assez simple, ligne sinueuse réunissant les cinétosomes et constellées de grains erratiques; les cinétodèsmes sont plus profondes et les racines ciliaires sont parfois imprégnées. Les trichocystes débouchent au point de rencontre des alvéoles (voir fig. 144).

nous fait penser qu'il s'agit plutôt d'une nouvelle *Pleuronema,* caractérisée en outre par son appareil nucléaire qui est constitué par un volumineux macronucleus double et 5 à 7 micronuclei sphériques ou ovalaires (quelques individus montraient même quatre à six macronuclei de forme variée et dont la masse totale était considérable). *Pleu-*

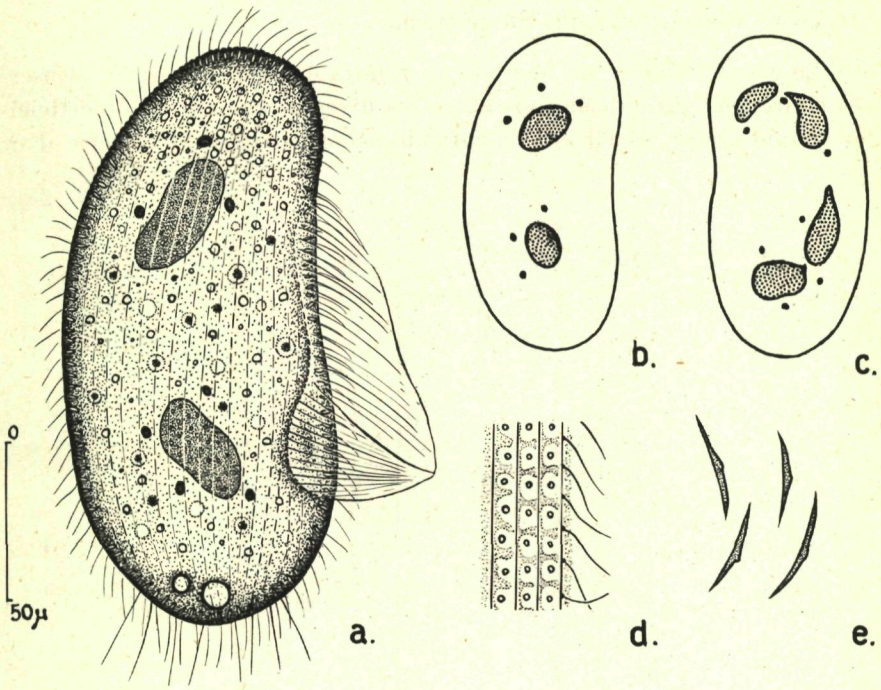

FIG. 143. — *Pleuronema grassei* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) structure habituelle de l'appareil nucléaire (vert de méthyle acétique); c) individu à quatre macronuclei (vert de méthyle acétique); d) plis ectoplasmatiques intercinétiques; e) trichocystes (sur le vivant).

ronema grassei possède une vacuole pulsatile nettement caudale et son cytoplasme est bourré de granules refringentes et d'ingesta variés (petites algues, généralement). Les trichocystes sont volumineux mais peuvent manquer presque complètement. Le nombre des cinéties est très grand et n'a pas pu être déterminé. Les cils sont relativement courts et il existe un faisceau de longues soies caudales. Les espaces intercinétiques montrent de fins protrichocystes, groupés au centre de plis cuticulaires. La nage est rapide et l'animal tourne constamment autour de son axe.

des cils coalescents. Le macronucleus est double et pyriforme et les réactions nucléales de FEULGEN montrent l'existence de 1 à 3 micronuclei. Les cils sont longs et fins et l'animal est entièrement recouvert de soies rigides, régulièrement disposées (chez les *Pleuronema*, ces soies existent seulement dans la région postérieure de l'animal). De gros trichocystes, du même type que chez les *Pleuronema*, garnissent l'ectoplasme et sont implantés perpendiculairement à la pellicule. La vacuole contractile est dorsale et le plus souvent postérieure (plutôt antérieure d'après KAHL, d'où une certaine variabilité). Le cytoplasme est transparent, mais très encombré d'inclusions réfringentes et « cristalloïdes » divers. La taille varie entre 75 et 100 µ.

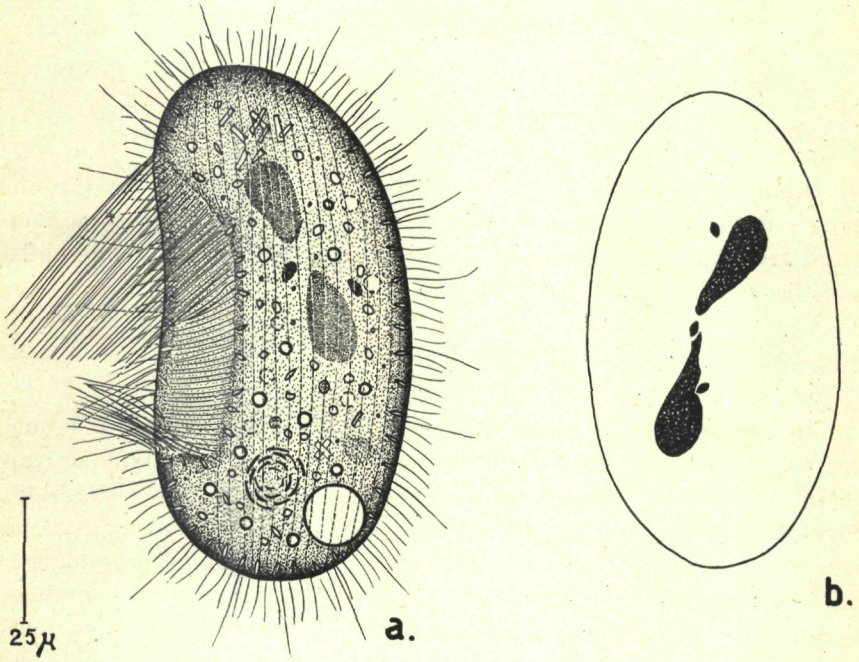

FIG. 146. — *Histiobalantium marinum* Kahl
a) Aspect général, sur le vivant; b) Appareil nucléaire (réaction de FEULGEN).

Histiobalantium marinum var. ***major*** Kahl

Très voisin du précédent, le *H. marinum* var. *major* a été trouvé par KAHL dans les mêmes conditions que l'espèce-type et nous l'avons retrouvé aussi dans l'Aber de Roscoff. C'est un cilié un peu plus rare et

qui diffère du précédent par sa taille plus grande (160 à 250 µ), son noyau allongé, son péristome un peu plus petit et l'absence de vacuole contractile. Sa nage est plus lente encore, et il est facile à distinguer du précédent, même sous le binoculaire.

SPIROTRICHES HÉTÉROTRICHES

FAMILLE des METOPIDAE Kahl, 1927

Genre METOPUS Clap. et Lachm., 1858

En dépit de sa richesse, le genre *Metopus* est pratiquement inconnu dans le milieu mésopsammique. Ce n'est qu'exceptionnellement que nous avons trouvé quelques individus appartenant à deux espèces différentes, dans les sables fins du Lac Léman.

Métopus lemani n. sp.
(fig. 147)

Ce très bel infusoire était relativement fréquent dans le sable quelque peu saprobe des environs d'Excenevex. Sa forme très typique (rappelant un flagellé *Phacus*) permet une identification aisée (fig. 147). Arrondi apicalement, *Metopus lemani* est ovoïde et se termine par une longue pointe acérée. Caractère très typique : une grande tache pigmentaire noirâtre orne le sommet apical. La grande frange adorale caractéristique des *Metopus* est légèrement spiralée et couvre presque toute la longueur du corps. Elle est bordée par un péristome long et étroit qui s'envagine dans un pharynx, garni d'une membrane ondulante. Le bord droit du péristome montre environ quatre cinéties spiralées, porteuses de longs cils puissants. Le macronucleus est en forme « d'écrou à oreilles » (gros boudin légèrement plié autour d'une invagination médiane), tandis que le micronucleus est sphérique. La vacuole pulsatile est terminale (tout en ne pénétrant pas dans la pointe effilée) et généralement entourée de vacuoles satellites. Les cinéties, au nombre d'une vingtaine, emprisonnent de nombreux protrichocystes réfringents. Le

cytoplasme est incolore, mais bourré d'étranges bâtonnets, irréguliers et volumineux, d'allure cristalline. Les ingesta sont constitués par des Flagellés.

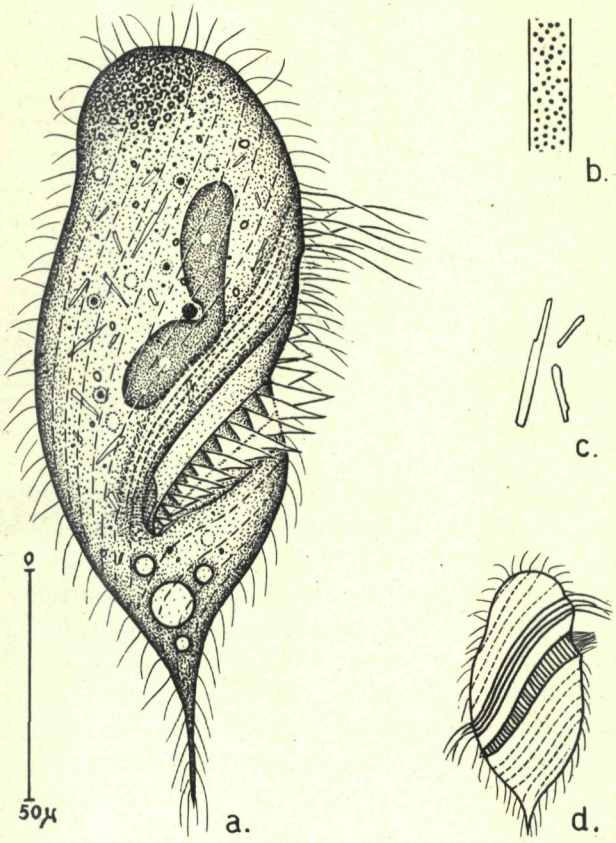

FIG. 147. — *Metopus lemani* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) protrichocystes intercinétiques; c) inclusions cytoplasmiques refringentes; d) schéma de la ciliature.

Metopus spiralis Smith

Trouvée dans les mêmes échantillons de sable que l'espèce précédente, *Metopus spiralis* mesure 90 µ de long (80 à 150 µ d'après KAHL, 1932) et correspond parfaitement à la description des auteurs et à l'excellente figure donnée par KAHL (1932, page 424). (Toutefois, il nous a semblé que les cils sont un peu plus longs). Nous avons pu compter 22 cinéties qui emprisonnent des protrichocystes.

Genre CAENOMORPHA Perty, 1852

Caenomorpha capucina Kahl

Cette espèce saprobe est, parfois, assez abondante dans certains des sables du Lac Léman. Elle correspond assez bien à l'excellente figure de KAHL (1932, p. 425). L'ectoplasme est entièrement bourré de petits bâtonnets mesurant 2 à 4 μ de long (bactéries symbiontes ?). La longueur atteint 100 μ.

Famille des SPIROSTOMIDAE Kent, 1881

Genre SPIROSTOMUM Ehrenberg, 1833

Ciliés d'aspect nématomorphe, les *Spirostomum* semblent devoir être des hôtes habituels du mésopsammon. Malheureusement, les spirostomes n'étant guère marins, ce n'est que dans les sables d'eau douce, ou légèrement saumâtres, que nous avons pu les rencontrer. En fait, les quatres espèces qu'on trouve le plus fréquemment ont été décrites dans des milieux variés mais toujours plus ou moins saprobes. Leur présence à peu près constante, dans les sables dulcaquicoles, semble suggérer que le milieu mésopsammique leur convient, à condition qu'il y ait suffisamment de matières organiques (certains points de la plage d'Excenevex).

Spirostomum teres Clap. et Lachm.

Cette banale espèce a été trouvée par nous, d'abord dans les sables saumâtres de la place « 101 » (Canet), en compagnie d'une faunule moitié dulcaquicole et moitié marine. Les individus rencontrés correspondaient parfaitement aux descriptions des auteurs et notamment à la figure de KAHL (1932), mais étaient sensiblement plus allongés et de taille absolument gigantesque (L = 700-880 μ, au lieu de 150 à 400 μ). *S. teres* a été ensuite retrouvé dans les sables du Léman. La taille était plus normale (L = 300 μ) mais le macronucleus était moins allongé et dépourvu de micronucleus. Pour des détails cytologiques voir le travail de VILLENEUVE-BRACHON (1940).

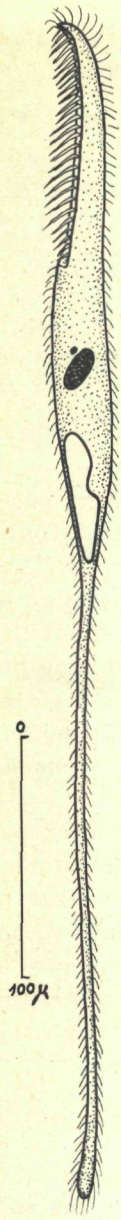

FIG. 148.
Spirostomum filum Ehrenberg, Pénard. Aspect général, sous un faible grossissement (figure schématique).

Spirostomum (Uroleptus) filum (Ehrbg.) Pénard
(fig. 148)

Cette jolie espèce était très fréquente dans les sables d'Excenevex. Nos observations montrant quelques divergences avec celles des auteurs précédents, nous pensons utile d'en redonner ici une description succincte : de grande taille (L = 400 à 600 µ) *S. filum* se caractérise surtout par une partie caudale très longue et effilée (bien plus que ne l'a figuré KAHL, 1932). Notre figure schématique donne une idée de la longueur de cet appendice qui peut être, parfois, encore plus développé. L'animal est, en outre, très contractile et sa « queue » peut se raccourcir considérablement (montrant des plis en accordéon). Les cinéties, au nombre de 14 ou 16, sont légèrement spiralées et emprisonnent d'assez volumineux protrichocystes en forme de navettes. Le bec antérieur est bien prononcé et la frange adorale est longue et constituée par de puissantes membranelles. La membrane ondulante est petite et presque entièrement emprisonnée dans le pharynx. Le macronucleus est ovalaire et accompagné par un petit micronucleus. La vacuole pulsatile, terminale mais ne pénétrant pas dans l'appendice caudal, est de grande taille. (Elle se fragmente souvent en plusieurs éléments). Le cytoplasme est transparent et chargé en granulations réfringentes indéterminées. On y observe aussi de très curieux bâtonnets striés (bactéries symbiontes ?) ainsi que des mitochondries superficielles elliptiques ou assez allongées.

Spirostomum intermedium Kahl

Assez fréquent dans le sable d'Excenevex (été notamment), *S. intermedium* Kahl était conforme à la description de KAHL (1932), mais un peu plus allongé (L = 400 µ) et pourvu d'un macronucleus dont le chapelet était constitué par de gros éléments peu nombreux. Les cinéties, au nombre de vingt environ, emprisonnaient de fins protrichocytes.

Spirostomum (Trichoda) ambiguum Müll.-Ehrenberg

Cette énorme et banale espèce a été trouvée, épisodiquement et en petit nombre d'exemplaires, dans le sable fin d'Excenevex.

Genre GRUBERIA Kahl, 1932

Ce genre, relativement peu important, est encore fréquent dans les sables fins et on rencontre assez facilement au moins deux espèces :

Gruberia uninucleata Kahl

(fig. 149)

Quoique trouvé par KAHL dans des aquariums, à Helgoland, et considéré par lui comme un cilié mésosaprobe, nous l'avons rencontré, assez régulièrement, dans les sables fins, mais un peu sales de l'Aber de Roscoff. Son aspect correspond parfaitement avec la description de KAHL (1932) et nous n'avons rien à ajouter aux observations détaillées de l'auteur allemand (sauf peut-être que le péristome nous a paru plus long et les protrichocystes plus volumineux). La taille semble assez variable car nous avons vu aussi bien des individus de 200 µ que des individus de 600 µ. (A la « place 3 » de B. SWEDMARK nous avons surtout trouvé des animaux de 400 µ).

Dans un sable fin et pur recueilli dans une poche de rocher, près de l'Ile Verte, nous avons trouvé une *Gruberia* à peu près identique à celle que nous venons de décrire, mais plus grande (750 µ) au péristome court, au cytoplasme fibrillaire et montrant une volumineuse vacuole contractile terminale. Cette espèce, que nous avons figurée, montre, en outre, un macronucleus légèrement étranglé et des protrichocytes gros et allongés. Les cinéties sont au nombre de 30 environ. Il s'agit, probablement, d'une variété nouvelle : *G. uninucleata* var. *grandis*.

Gruberia binucleata n. sp.

(fig. 150)

Cette nouvelle espèce a été observée une seule fois dans un sable assez fin mais saprobe, recueilli devant l'Ile Verte.

De forme allongée, *G. binucleata* montre une partie antérieure assez effilée et une partie terminale arrondie. Le péristome est assez court et garni de belles membranelles, tandis qu'il existe aussi une fine membrane ondulante. Les cinéties, au nombre de vingt, sont légèrement spi-

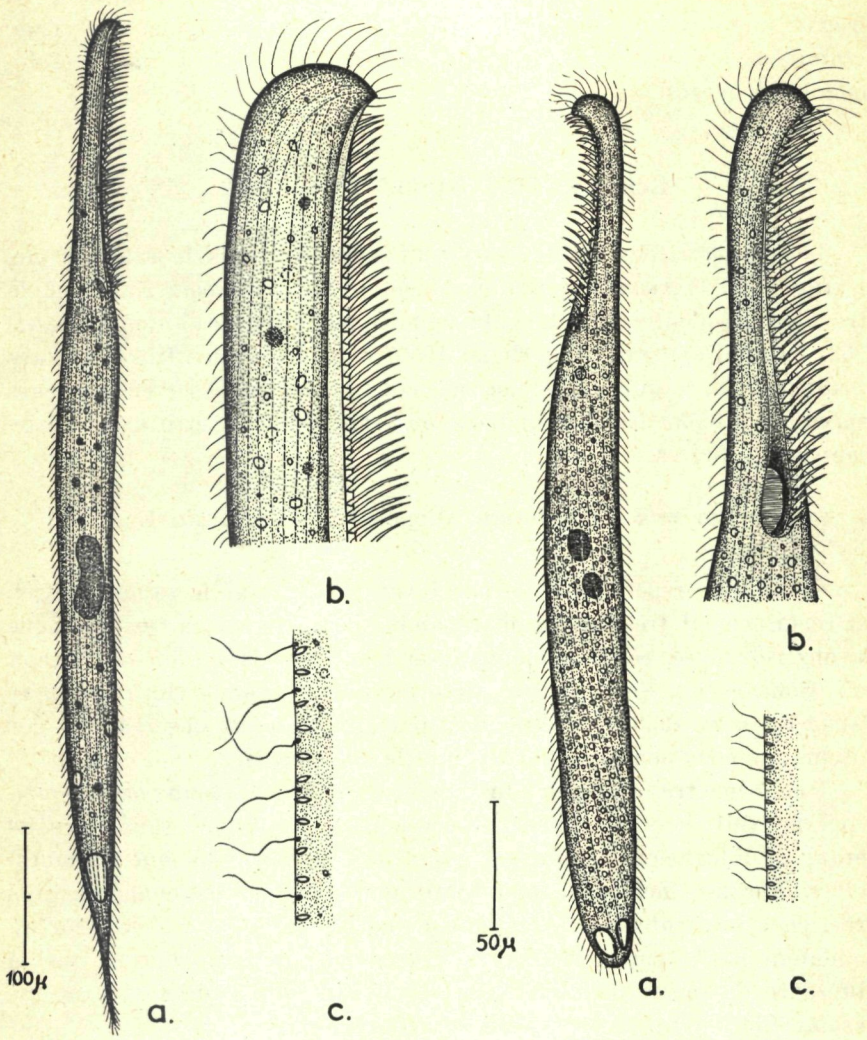

FIG. 149. — *Gruberia uninucleata* Kahl nov. var. ?
a) Aspect général, sur le vivant; b) membranelles adorales; c) protrichocystes. (dessin de gauche)

FIG. 150. — *Gruberia binucleata* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) la bouche, sur le vivant; c) protrichocystes. (dessin de droite)

ralées. Le macronucleus est constitué par deux éléments ovalaires. On observe une vacuole contractile terminale (souvent segmentée) et de volumineux protrichocystes allongés. Le cytoplasme est chargé en inclusions réfringentes.

Genre BLEPHARISMA Perty, 1852

Les *Blepharisma* ont été rarement signalées dans le sable. Seule, la grande *Blepharisma clarissium* Anigstein var. *arenicola* Kahl semble être assez fréquente, car elle a été signalée par plusieurs auteurs (Kahl, 1932, Fauré-Frémiet, 1950, Fjeld 1955) dans les sables fins des côtes nordiques. En ce qui nous concerne, nous avons pu observer plusieurs espèces de *Blepharisma,* dont deux ou trois semblent être assez nettement microporales.

Blepharisma clarissimum Anigstein var *arenicola* Kahl

(fig. 151)

Cette belle espèce, trouvée par Kahl (1932) dans le sable de Kiel, est certainement très largement répandue dans les sables fins car nous l'avons retrouvée, régulièrement, aussi bien dans la région de Roscoff qu'à Concarneau. Sa structure, désormais bien connue (Kahl 1932 et Fauré-Frémiet 1950), correspondait parfaitement aux observations des auteurs, et nous pensons qu'il est inutile d'y revenir.

Une forme très allongée (plus proche de la *Blepharisma clarissimum*-type) pouvait être facilement observée dans les sables saumâtres de l'étang de Fournelet (Camargue). Sa structure morphologique (membranelles adorales, membrane ondulante, macronucleus en chapelet, gros protrichocystes intercinétiques) ainsi que sa taille (L = 270 μ) correspondaient parfaitement à la variété *arenicola* et nous pensons que la différence de forme peut être une conséquence de l'adaptation à une désalure de l'étang (4 pour mille de chlorinité).

Blepharisma multinucleata n. sp.

(fig. 152)

Trouvée dans le sable fin du Lac Léman (Excenevex) en août 1955, cette nouvelle *Blepharisma* se distinguait facilement de toutes les autres espèces du genre aussi bien par sa forme que par son appareil nucléaire. *B. multinucleata* est un cilié de taille moyenne (L = 200 μ) et de couleur rose. Sa forme est celle d'une feuille plate dont la partie apicale pointue

est recourbée en forme de bec de faucille. La frange adorale est bien développée et pénètre dans un pharynx profond qui abrite aussi une forte membrane ondulante, ayant tendance à se séparer aisément en ses

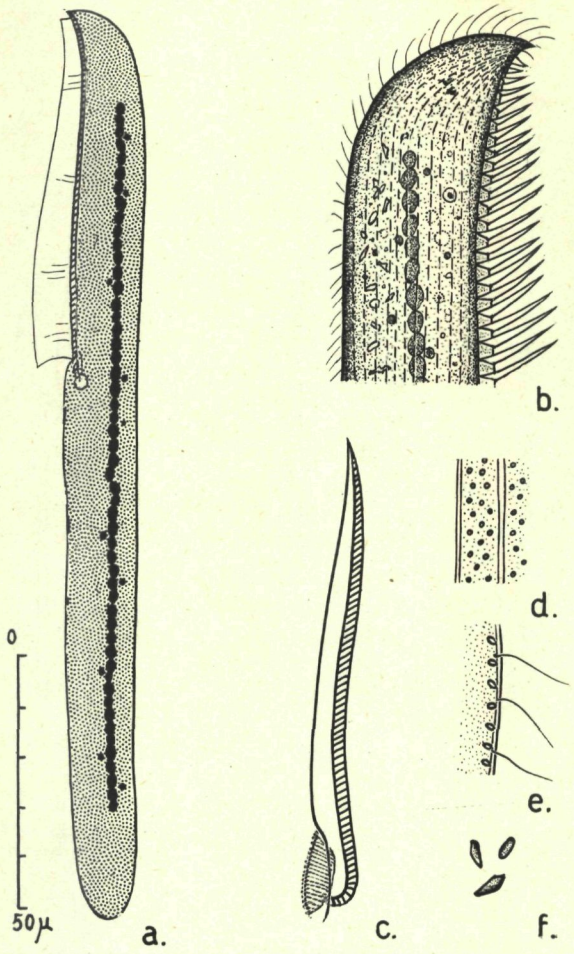

FIG. 151. — *Blepharisma clarissimum* var. *arenicola* Kahl forme d'eau saumâtre

a) Aspect général, sur le vivant; b) partie antérieure montrant le début de la frange adorale; c) schéma de la ciliature buccale; d) protrichocystes vus de face; e) protrichocystes vus de profil; f) inclusions cristallines.

éléments constituants. Le cilié est recouvert par environ 52 cinéties, porteuses de cils assez courts et emprisonnant de nombreux protrichocystes couleur lie de vin. L'appareil nucléaire est constitué par environ 25 macronuclei (20 à 28) sphériques ou ovalaires, abondamment pourvus

en nucléoles. Nous n'avons pas pu mettre en évidence les micronuclei (vert de méthyle acétique). Plusieurs volumineuses vacuoles pulsatiles occupent le pôle terminal et font souvent hernie à l'extérieur, déformant un peu la cuticule. Le cytoplasme est très lacunaire et présente une

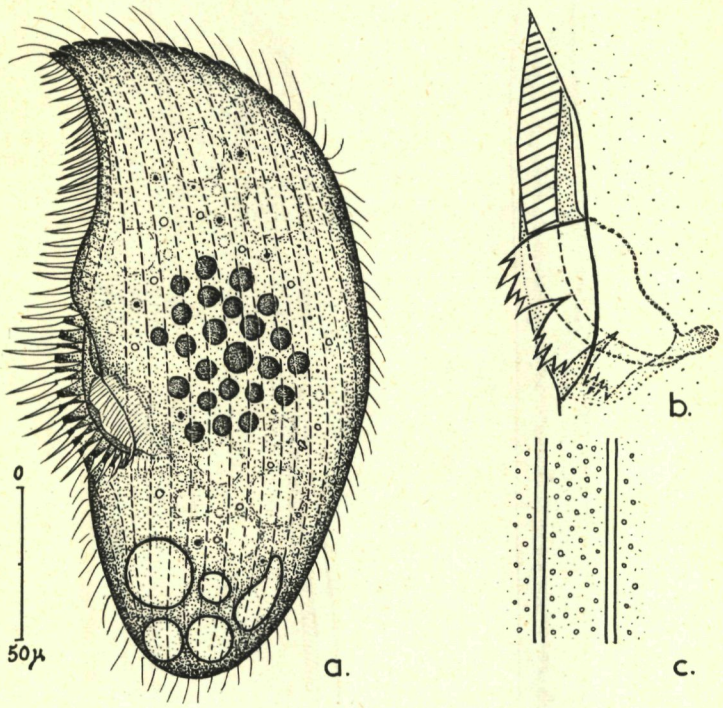

FIG. 152. — *Blepharisma multinucleala* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) schéma de la disposition de la frange adorale et de la membrane ondulante, par rapport au pharynx; c) protrichocystes intercinétiques.

structure fibreuse. Il emprisonne des ingesta (algues) des inclusions variées et des grains de pigment sombre.

Blepharisma steini Kahl

Dans les mêmes échantillons de sable (Excenevex) nous avons trouvé une autre *Blepharisma* de forme plus allongée, d'aspect moins aplati et montrant un macronucleus elliptique. Il s'agit, vraisemblablement de la *B. steini* Kahl (fig. 40, page 439).

Famille des CONDYLOSTOMIDAE Kahl, 1930

Genre CONDYLOSTOMA Bory, 1824

Les *Condylostoma* sont des ciliés très fréquents et très caractéristiques dans le milieu interstitiel. Plusieurs espèces ont été découvertes dans le sable et semblent spécifiques de ce biotope.

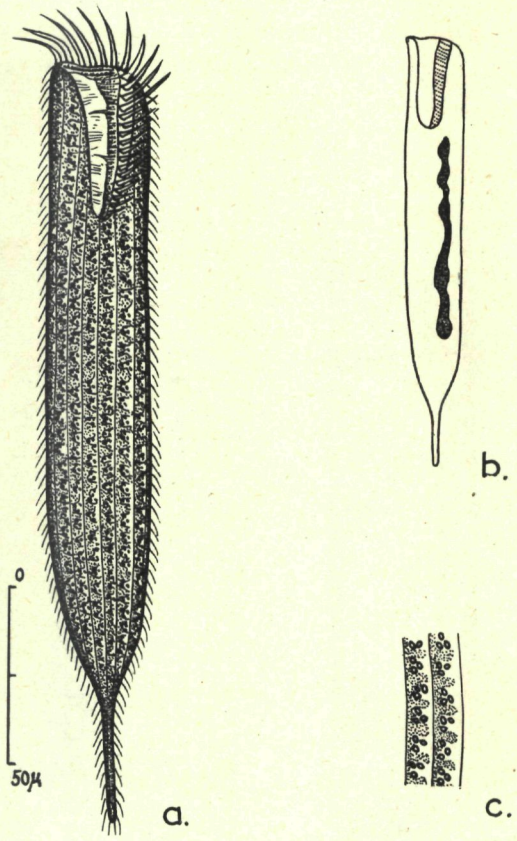

FIG. 153. — *Condylostoma acuta* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) appareil nucléaire (vert de méthyle acétique); c) protrichocystes intercinétiques.

Condylostoma patens (O. F. Müller) Dujardin

Cette très banale espèce, fréquente dans les milieux les plus variés, peut être rencontrée assez facilement dans les sables saprobes (KAHL l'a signalée à Kiel et FAURÉ-FRÉMIET à Concarneau). Nous l'avons donc observée à plusieurs reprises, notamment dans le sable fin de l'Aber.

Nos observations correspondent bien à la description des auteurs. C'est une espèce facile à reconnaître, grâce à sa partie terminale très arrondie et souvent recourbée de côté. Longueur : 400 à 900 µ.

Condylostoma arenarium Spiegel

(fig. 154)

Cette espèce, typiquement mésopsammique, a été découverte par SPIEGEL (1926) et retrouvée par KAHL, dans des milieux variés, ainsi que

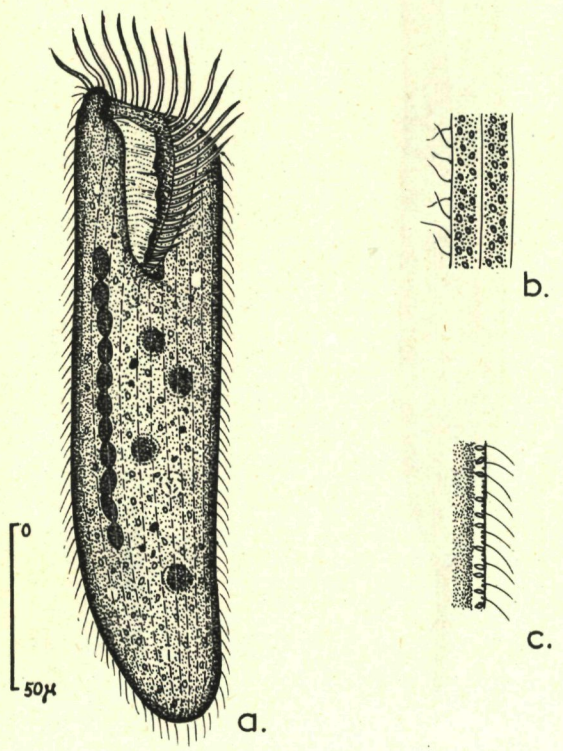

FIG. 154. — *Condylostoma arenarium* Spiegel, n. var. ?
a) Aspect général, sur le vivant; b-c) protrichocystes, vus de face et en coupe.

par VILLENEUVE-BRACHON (1940) dans des eaux saumâtres saprobes. BOCK l'a revue dans les sables de Kiel et nous l'avons retrouvée, nous-mêmes, aussi bien dans l'Aber de Roscoff que dans les sables fins de la plage de Banyuls et les sables saumâtres du Canet. C'est donc une espèce très largement répandue.

D'après KAHL (1932), il existerait une grande variabilité au sein de cette espèce. Ceci est, sans doute, vrai dans certaines limites, mais il nous semble que l'auteur allemand a réuni au moins deux espèces différentes sous un même nom.

Les individus rencontrés par nous ressemblaient surtout à la forme décrite par KAHL comme provenant de Stylt (1933) (page 454, fig. 25), montrant de gros protrichocystes ovalaires intercinétiques. La taille et la forme sont très variables (300 à 600 µ), mais le nombre de cinéties n'oscille que très peu autour du chiffre 26. Dans un sable saumâtre des environs de Banyuls, nous avons trouvé une variété qui ne mesurait que 200 µ, dont l'appareil nucléaire était constitué par 8 à 12 éléments et dont les protrichocystes montraient deux aspects différents (petits et sphériques et grands et allongés). Toutefois, le nombre des cinéties restait égal à 26 (voir fig. 53). Le péristome de *C. arenarium* est nettement plus petit que celui de *C. patens*. Le *C. arenarium* décrit par VILLENEUVE-BRACHON (1940) nous semble différent de ceux observés par nous. Le nombre des cinéties, notamment, varie de 30 à 70 (contre 26 pour nous).

Condylostoma remanei Spiegel

Cette grande et belle espèce a été découverte par SPIEGEL (1928) dans le sable de la région de Kiel et retrouvée par KAHL (1932), VILLENEUVE-BRACHON (1940), FAURÉ-FRÉMIET (1951), BOCK (1952) et FJELD (1955), toujours dans le milieu interstitiel (quoique, d'après KAHL, il existerait une forme saprobe, assez abondante dans les eaux saumâtres, tandis que VILLENEUVE-BRACHON l'a trouvée dans l'eau douce (?)). Nous l'avons retrouvée, à plusieurs reprises dans l'Aber de Roscoff où elle est abondante ainsi que dans les sables fins de Banyuls.

Nos observations sont en parfait accord avec celles de nos devanciers. Nous nous contenterons donc de préciser quelques points de détail: ainsi que le remarque KAHL, la taille est très variable (de 400 à 1 500 µ) pouvant devenir gigantesque. La pointe caudale peut être plus ou moins longue et effilée et la longueur du péristome peut varier. Le nombre de cinéties nous a semblé quelque peu variable aussi (entre 30 et 40) sui-

vant la taille des animaux (24 à 30 pour VILLENEUVE-BRACHON). Les individus les plus typiques montrent des protrichocystes très fins et peu réfringents. Toutefois, des individus un peu aberrants nous ont

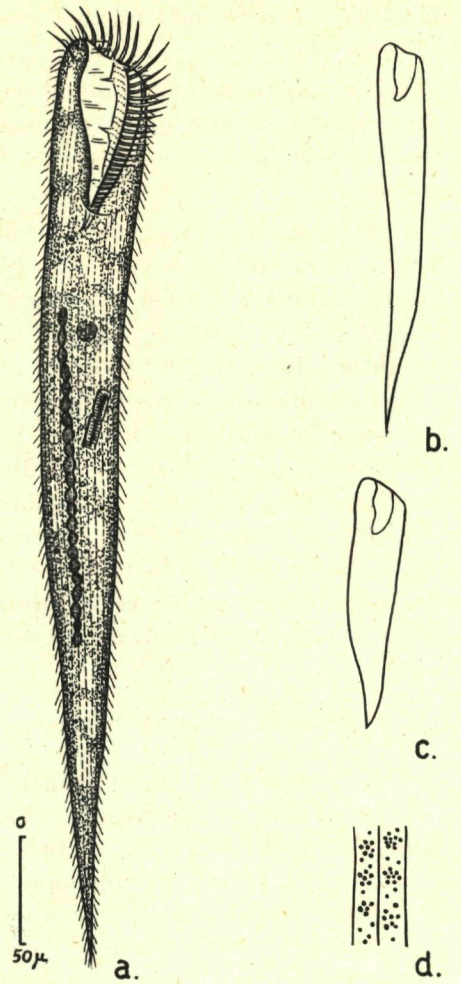

FIG. 155. — *Condylostoma remanei* var. *oxyoura* n. var.
a) Aspect général, sur le vivant; b) forme typique pendant la nage; c) contraction maxima; d) protrichocystes.

montré des protrichocystes qui étaient, soit volumineux et réfringents, soit très pâles et très allongés (ce qui remet en question la valeur systématique des protrichocystes). Le cytoplasme est souvent lacunaire et même spumeux. Les ingesta sont généralement constitués de Diato-

mées et de Dinoflagellés. FJELD (1955) a étudié biométriquement cette espèce et nous renvoyons le lecteur à son travail pour tout détail supplémentaire (1) (ainsi qu'à l'étude de VILLENEUVE-BRACHON, 1940).

Condylostoma remanei var. *oxyoura* n. var.
(fig. 155)

Trouvée dans le sable coquillier de l'étang du Fournelet (Camargue), cette espèce est, sans doute, une forme modifiée de la *C. remanei* type. Adaptée à un milieu de très faible salure (4 pour 1 000 de chlorinité), cette nouvelle variété est d'assez petite taille (400 µ) et sa forme est très régulièrement pointue (sans partie caudale bien définie). Le cytoplasme est très alvéolaire, l'appareil nucléaire est constitué par un ruban de macronuclei ovalaires accompagné par des petits macronuclei sphériques, les cinéties sont au nombre de 27 à 30 environ et les ingesta sont constitués par des diatomées.

Condylostoma enigmatica Dragesco
(fig. 156)

Cette curieuse espèce a été rencontrée une seule fois dans un sable grossier et hétérogène de l'Aber de Roscoff. Sa rareté ne nous a pas permis une étude très approfondie.

A première vue, nous avions pensé avoir affaire à un exemplaire particulièrement grand de *Condylostoma remanei* (L = 990 µ). Une observation attentive montre qu'il n'en est rien. En effet, *C. enigmatica* est beaucoup plus large et pourvue d'une longue partie caudale très effilée. Son péristome est très volumineux et garni d'énormes membranelles. Le macronucleus constitue un mince et long ruban flexueux, d'épaisseur irrégulière. Enfin, les espaces intercinétiques sont encombrés par trois structures différentes : de très fins protrichocystes incolores, de gros protrichocystes en navettes, très réfringents et disposés en une rangée unique et de très curieux longs bâtonnets colorables par le vert de méthyle acétique, implantés obliquement à la cuticule (leur longueur atteint 10 µ). L'aspect général du cilié est massif et sa coloration générale est brunâtre (pigment ?). La nage est assez lente.

(1) En effet depuis la rédaction de ce chapitre, un travail récent de FJELD (1955) nous a montré qu'il s'agit d'une espèce très fréquente dans les sables d'Oslo. L'auteur norvégien met bien en évidence la grande variabilité de l'espèce *C. remanei*, aussi bien au point de vue de la taille que du nombre d'éléments macronucléaires et, ce qui est plus grave, du nombre des cinéties.

Condylostoma minima nom. nov.
(fig. 157)

Cette très jolie petite espèce a été trouvée dans le sable fin mais un peu hétérogène de plusieurs stations de l'Aber de Roscoff.

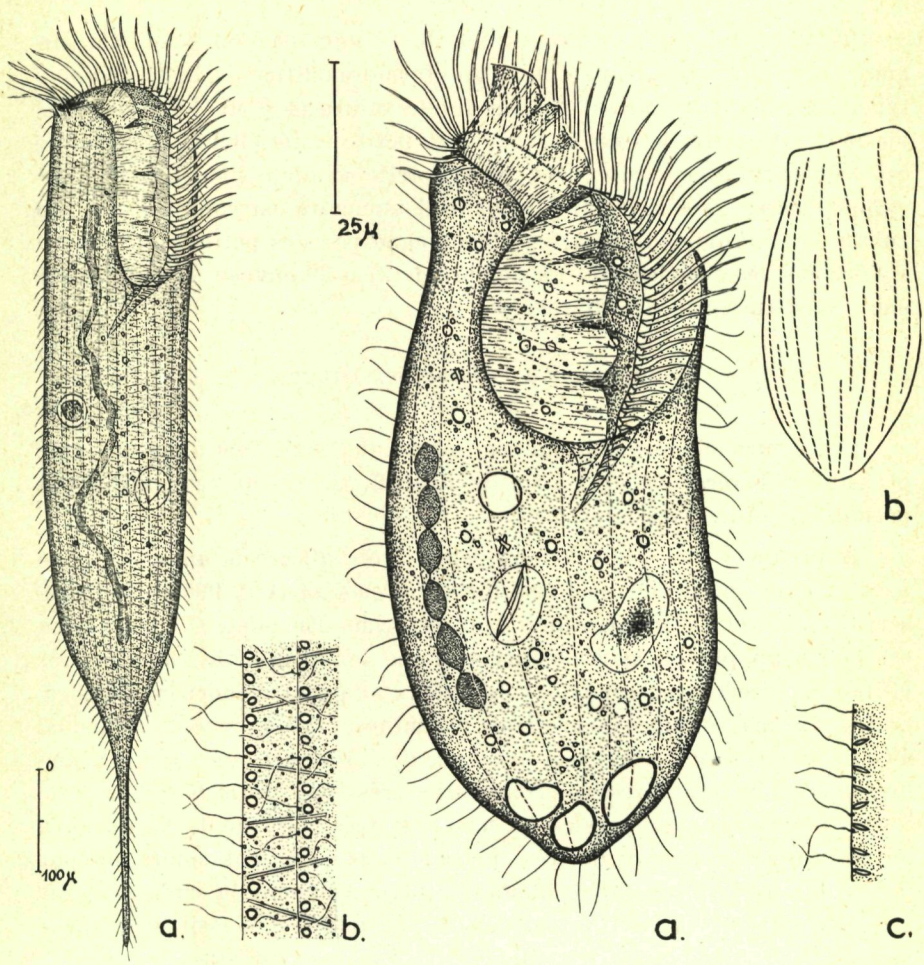

FIG. 156. — *Condylostoma enigmatica* Dragesco
a) Aspect général, sur le vivant; b) protrichocystes et baguettes intercinétiques. (dessin de gauche)

FIG. 157. — *Condylostome minima* Dragesco
a) Aspect général, sur le vivant; b) schéma des cinéties dorsales; c) protrichocystes (coupe optique). (dessin de droite)

Ce cilié rappelle un peu la *Condylostoma arenarium fa. proturostyla* de KAHL (1932), mais s'en différencie aisément par l'absence de « cirres », la taille plus petite (130 µ), la présence d'une vacuole pulsatile terminale, la forme différente du péristome et le nombre plus petit de cinéties (une vingtaine en tout), etc... La frange adorale est constituée par de très belles membranelles, tandis que la membrane ondulante est très développée. Le macronucleus, en chapelet, se compose de six à sept éléments ovalaires. Les cinéties, aisément visibles sur le vivant, sont souvent incomplètes (fig. 156b). Les espaces intercinétiques sont garnis de gros protrichocystes sous-cuticulaires en forme de fuseaux.

Dans un sable grossier de Carantec (Finistère), nous avons trouvé une forme un peu plus grande, de cette même espèce (variante ?). La pointe caudale était plus courte et les protrichocystes plus petits. La longueur atteignait 220 µ et le nombre de cinéties oscillait autour de 22. Nous avons appelé cette espèce *C. minuta* (DRAGESCO, 1954), mais ce nom spécifique était déjà occupé (BULLINGTON 1940) par une autre espèce du même genre. Nous changeons donc ce nom en *C. minima*.

Condylostoma acuta n. sp.
(fig. 153)

Cette nouvelle espèce se rapproche beaucoup de *C. caudatum* Lauterborn dont elle a la forme (en plus effilé) et la taille (L : 220 µ). Elle a été trouvée dans le sable fin de la plage de Carantec (Finistère).

Son péristome est plus petit que chez *C. caudatum*, le noyau est un ruban volumineux, il n'existe que 14 cinéties, et les gros protrichocystes explosifs sont très apparents. La cuticule se plisse pendant la contraction comme chez les *Trachelocerca*. Ce cilié ne possède pas de vacuole contractile et ses ingesta sont constitués par des Flagellés variés.

Condylostoma nigra n. sp.
(fig. 158)

Trouvée dans le sable fin d'Excenevex (Lac Léman), cette nouvelle espèce frappe tout de suite l'attention par sa couleur bleu foncé (rappelant *Stentor niger*) due à la présence de gros protrichocystes pigmentés. Ces éléments ont la taille, l'aspect et les propriétés des granules ectoplasmatiques pigmentées du *Stentor niger*. La densité des granulations colorées peut être variable et quelques individus montrent une dualité d'éléments : certains sont en navette et colorés, et d'autres ovalaires et incolores. Cette nouvelle espèce se caractérise, en outre, par une taille assez petite (L = 180-300 µ), un péristome assez volumineux et d'assez

nombreuses vacuoles pulsatiles marginales. Les cinéties sont au nombre de 40 environ, le macronucleus est un long chapelet d'éléments ovoïdes et les micronuclei sont sphériques et relativement peu nombreux. L'aspect général de ce cilié rappelle *C. ancestralis* de Villeneuve-Brachon

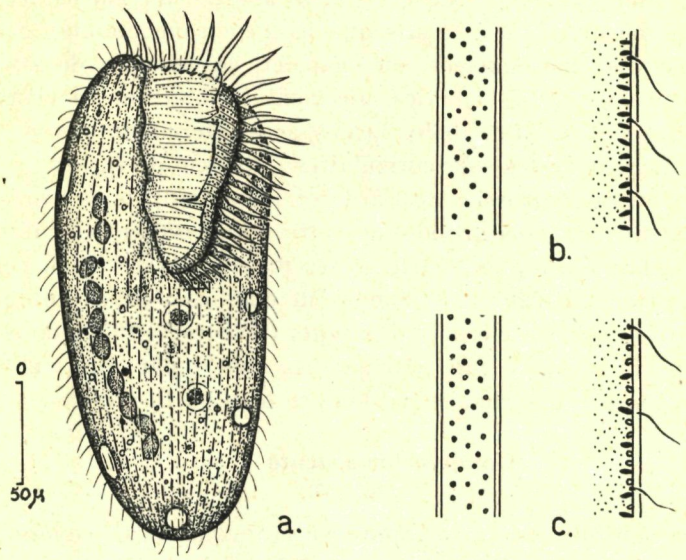

FIG. 158. — *Condylostoma nigra* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) protrichocystes pigmentés (vus de face et vus de profil); c) mélange de protrichocystes colorés et incolores (vus de face et de profil).

(1940) trouvée dans des graviers marins. Mais cette dernière espèce est dépourvue de protrichocystes colorés, ses membranelles sont plus courtes et son appareil nucléaire plus développé.

Condylostoma tardum Pénard
(fig. 159)

Toujours dans le sable fin, mais un peu saprobe de la plage d'Excenevex, nous avons trouvé, à plusieurs reprises, un curieux *Condylostoma* qui nous semble pouvoir être identifié au *C. tardum* de Pénard (1922). De petite taille (170 à 200 µ contre 250 µ pour PÉNARD), la structure de cette espèce correspondait bien aux descriptions de l'auteur genevois : péristome court et très fermé, descendant en spirale dans le pharynx, appareil nucléaire constitué par trois macronuclei (avec deux micronuclei adjacents), vacuole pulsatile terminale pourvue de canaux col-

lecteurs, etc... Les cinéties, au nombre de 27 environ, emprisonnent de très fins protrichocystes. Un détail, toutefois, semble nous avoir échappé : nous n'avons pas pu apercevoir les baguettes fibrillaires qui arment normalement l'invagination pharyngienne. Il se peut donc que nous ayons eu affaire à une variété qui en est dépourvue.

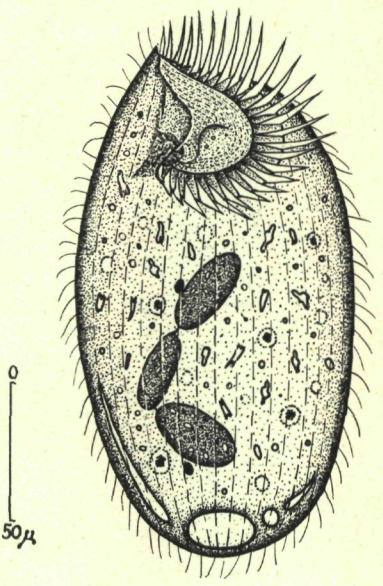

FIG. 159. — *Condylostoma tardum* Penard
Aspect général, sur le vivant.

Condylostoma kahli n. sp.
(fig. 160)

Cette nouvelle espèce a été trouvée dans un sable fin, mais un peu hétérogène et saprobe de l'Aber de Roscoff.

Cette *Condylostoma* se rapproche un peu de notre *C. minima* mais s'en différencie par sa taille presque double (L : 360 µ) sa forme différente, son péristome fermé vers le haut; ses énormes éléments macronucléaires, etc... Cette espèce se rapproche aussi de la *Condylostoma tardum* (PÉNARD), mais cette dernière est une petite espèce d'eau douce, pourvue de macronuclei presque sphériques, ainsi que de curieuses fibrilles en rosette au niveau de la bouche. En outre, l'espèce de PÉNARD (1922) montre une énorme vacuole contractile.

Condylostoma kahli possède un cytoplasme très vacuolaire des

petits protrichocystes intercinétiques et de courtes épines caudales. Le nombre de cinéties n'a pas pu être déterminé, mais il semble assez important.

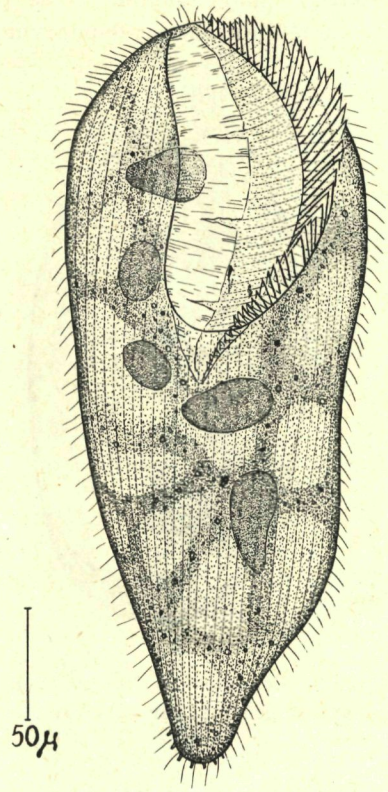

FIG. 160. — *Condylostoma kahli* n. sp.
Aspect général, sur le vivant.

Systématique des *Condylostoma*

La détermination des diverses espèces du genre *Condylostoma* n'est pas toujours chose aisée, d'abord parce que les espèces sont assez variables, et ensuite parce que nous ne savons pas encore quelle est la valeur systématique des diverses caractéristiques morphologiques, ni l'ampleur de leurs variations possibles. Forme du péristome, nombre et taille des éléments macronucléaires, nombre des cinéties, forme et taille des protrichocystes, présence ou absence de la vacuole contractile, etc... autant

de caractéristiques pouvant paraître, à prime abord, importantes et qui semblent toutefois pouvoir varier dans le cadre d'une même espèce (voir FJELD 1955). En fait, la détermination repose, en fin de compte, plutôt sur une appréciation qualitative globale. Là aussi des cultures, poursuivies dans des conditions très variées, permettraient de préciser, avec certitude, les diverses caractéristiques morphologiques ayant une valeur systématique certaine. Ainsi que le remarque FJELD (1955), la forme du corps peut être modifiée considérablement par simple modification de la température (KISSELBACH, 1935), de sorte que des observations sur des individus uniques (*Condylostoma* spec. de BOCK, 1952) sont extrêmement sujettes à caution.

Famille des STENTORIDAE Donns, 1863

Genre STENTOR Oken, 1815

Stentor polymorphus (Müller) Ehrenberg-Stein

Ce banal cilié d'eau douce était très abondant dans le sable fin de la plage d'Excenevex (Lac Léman) en août 1955. Sa présence dans le mésopsammon était sûrement fortuite (algues recouvrant le sable).

Famille des PERITROMIDAE Stein, 1867

Genre PERITROMUS Stein, 1862

Peritromus faurei Kahl

Ce cilié, largement répandu dans le domaine maritime, est parfois un hôte assez abondant de certains sables fins (Aber de Roscoff). Nous n'avons pas eu la possibilité d'étudier cette espèce, de façon approfondie, mais il nous a semblé que les individus que nous avons eu sous les yeux correspondaient parfaitement à la description de KAHL (1932).

SPIROTRICHES OLIGOTRICHES

Famille des HALTERIIDAE (Clap. et Lachm.) Kahl, 1930

Genre STROMBIDIUM Clap. et Lachm., 1859

Cet important genre est assez bien représenté dans le milieu mésopsammique et le plus souvent par un grand nombre d'individus. Toutefois, nous ne pensons pas qu'on ait affaire ici à des espèces microporales, car l'adaptation au milieu interstitiel n'est pas très poussée. Nous pensons aussi que les *Strombidium* que nous allons décrire sont peut-être des ciliés à répartition étendue pouvant, éventuellement, être rencontrés aussi dans d'autres biotopes.

Strombidium arenicola n. sp.

(fig. 161 *a*)

Cette espèce a été trouvée, en 1952, dans plusieurs échantillons de sables fins de l'Aber de Roscoff. Nous avons essayé de l'assimiler à une des espèces existantes, mais celà nous a été impossible, vu le véritable

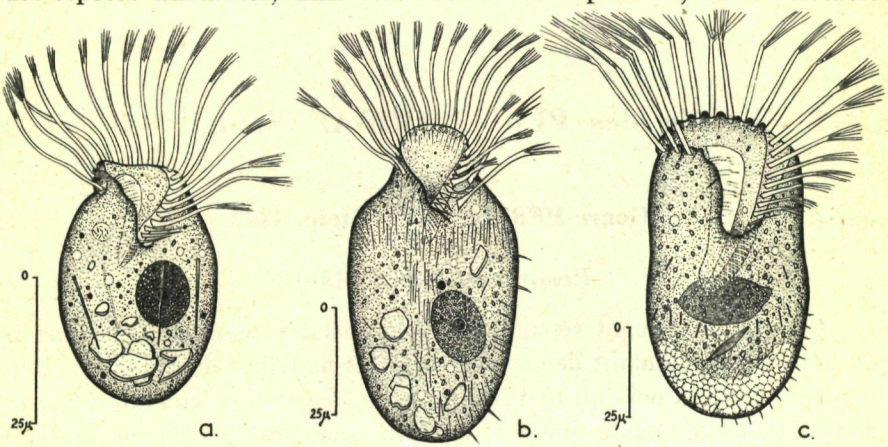

FIG. 161. — Principales espèces de *Strombidium* mésopsammiques rencontrées à Roscoff :

a) *Strombidium arenicola* n. sp.; b) *Strombidium faurei* n. sp.; c) *Strombidium macronuclealum* n. sp. (vus sur le vivant).

chaos qui existe dans les descriptions (tout à fait insuffisantes) de la plupart des *Strombidium* connus. Nous avons pensé, un instant, avoir affaire au *S. sauerbrayae* Kahl qui a été décrit par FAURÉ-FRÉMIET (1952-54). Malheureusement, notre cilié ne montre par les deux grands cirres thigmotactiques décrits par notre maître et, en outre, la taille de l'animal est bien plus petite (40 µ contre 50 à 100 µ), ses trichocystes sont beaucoup plus grands et il possède de nombreux grains de sable intracytoplasmiques, qui n'auraient pas échappé aux observateurs. En outre, nous avons pu observer une membrane ondulante dans le péristome qui nous a paru plus court que dans l'espèce de *S. sauerbrayae.* Nous n'avons pas vu, en outre, de vacuole contractile. Toutes ces différences nous font penser que *S. arenicola* représente bien une espèce distincte (nos images se rapprochent un peu de *S. sauerbrayae,* telle que la décrit KAHL, mais les observations de l'auteur allemand sont insuffisantes pour nous permettre des comparaisons précises). Nous signalons, en passant, que SAUERBRAY (1928) et KAHL (1932) ont omis de décrire les deux importants cirres thigmotactiques. Cette omission et quelques petites différences dans l'aspect des espèces décrites par les divers auteurs nous font penser que *S. sauerbrayae* de FAURÉ-FRÉMIET représente peut-être aussi une espèce nouvelle. Le *Strombidium arenicola* possède de longues membranelles adorales, un péristome en forme d'entonnoir et un macronucleus ovalaire à caryosome central.

Strombidium macronucleatum n. sp.

(fig. 161 *c*)

Cette grande espèce (L : 80 à 135 µ) a été trouvée, en très grande quantité, dans le sable fin de l'Aber de Roscoff et a pu être étudiée avec quelques détails. Nous aurions été très heureux de pouvoir assimiler cette espèce à l'une des espèces connues. Malheureusement, cela nous a semblé impossible. En effet, si notre *Strombidium* se rapproche du *S. sauerbrayae* (KAHL) tel qu'il a été décrit par FAURÉ-FRÉMIET (forme générale du corps, longueur des membranelles), il en diffère considérablement par l'absence de cirres thigmotactiques et de vacuole contractile, et par la présence d'une membrane ondulante et d'un macronucleus allongé et très volumineux. Cette espèce diffère aussi, et davantage encore, de *S. latum* (KAHL) tel qu'il a été décrit par FAURÉ-FRÉMIET (membranelles beaucoup plus longues, pas de cirres thigymotactiques, noyau différent, etc...). Notre espèce se rapprocherait plutôt du *Strombidium cinctum* KAHL (forme, aspect des membranelles, trichocystes, nourriture figurée constituée de Diatomées, etc.) mais la différence de taille

reste considérable (110 µ contre 40 µ de moyenne) tandis que le péristome du *S. macronucleatum* est plus large et pourvu d'une forte membrane ondulante, le macronucleus plus volumineux, et les trichocystes beaucoup plus nombreux et plus petits, etc... En attendant des précisions supplémentaires, nous considèrerons qu'il s'agit d'un cilié nouveau.

Cette espèce montre quelques autres caractéristiques intéressantes : la partie postérieure, arrondie, est recouverte d'une mosaïque de plaquettes d'hydrates de carbone (FAURÉ-FRÉMIET, 1948) très peu réfringentes, dont le diamètre moyen oscille autour de 5 µ. Ces plaquettes peuvent être isolées par dissociation de l'animal et montrent un contour polygonal très irrégulier. Dans cette zone terminale, on observe aussi un vaste espace optiquement vide (gigantesque vacuole). Les trichocystes explosent sous l'action de divers excitants et éjectent un filament très fin mesurant env. 20 µ (les trichocystes quiescents mesurent de 7 à 9 µ). Quelques soies fines et courtes ornent le pourtour du corps (surtout à gauche et postérieurement). Le macronucleus montre de nombreux nucléoles.

Strombidium faurei (1) n. sp.

(fig. 161 *b*)

Dans les mêmes échantillons de sable où nous avions trouvé l'espèce précédente, pullulait une autre *Strombidium,* à peine plus grand (L = 75 µ) et de forme plus allongée et qui, au premier abord, nous a paru pouvoir être assimilé au *Strombidium sauerbrayae* tel qu'il a été décrit par FAURÉ-FRÉMIET. Une comparaison plus attentive des caractéristiques structurales de ces deux espèces nous a obligé de conclure que nous avions affaire à une forme nouvelle qui correspond peut-être, à une espèce existante, mais la comparaison avec les descriptions, souvent absolument incomplètes des auteurs nous a réellement découragé). Cette nouvelle espèce se rapproche des deux *Strombidium* décrits par FAURÉ-FRÉMIET grâce à l'existence de deux longs cirres thigmotactiques dépendant des membranelles adorales. Les différences restent toutefois assez importantes : péristome très court, « tête » apicale prononcée, trichocystes plus nombreux et plus petits, absence de vacuole contractile, présence de sable intra cytoplasmique, absence probable de plaquettes d'hydrates de carbone, etc., *Strombidium faurei* rappelle aussi le *S. latum,* tel que l'a décrit FAURÉ-FRÉMIET (1952) par l'aspect général, l'aplatissement dorso-ventral, les trichocystes, etc.,

(1) Dédié à notre Maître E. FAURÉ-FRÉMIET.

mais s'en distingue, très nettement, par la petitesse de son péristome très court et la position très haute des deux cirres thigmotactiques. *Strombidium faurei* possède un appareil nucléaire constitué par un gros macronucleus ovalaire, comportant un corps central et de nombreux nucléoles, et un petit nicronucleus sphérique. Tout le pourtour du péristome est garni de petites navettes refringentes (protrichocystes ?) tandis que les nombreux trichocystes éjectent, à l'extérieur, un filament (toxique ?). Quelques fines soies peuvent être aperçues sur le bord gauche du cilié, tandis que le cytoplasme est encombré d'inclusions variées, ainsi que de grains de sable. Contrairement à l'espèce précédente, le *S. faurei* ne montrent pas de membrane ondulante. La cuticule semble assez épaisse, mais nous n'avons pas pu déceler le recouvrement postérieur en lamelles d'hydrate de carbone caractéristique des *Strombidium* (FAURÉ-FRÉMIET, 1948).

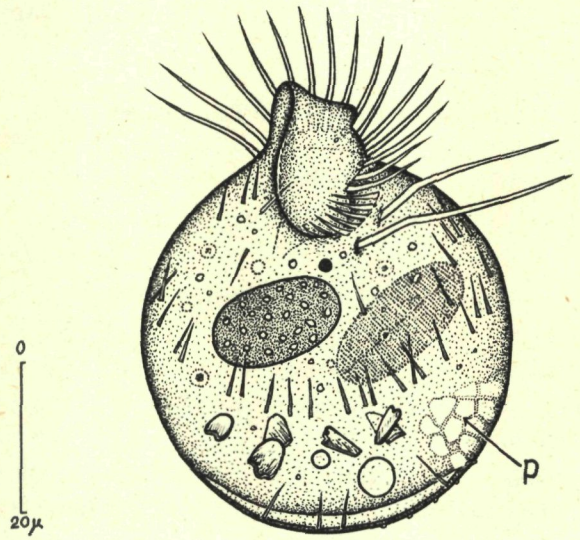

FIG. 162. — *Strombidium sauerbrayae* Kahl var. *fourneleti* n. var. Aspect général, sur le vivant (p = plaquettes d'hydrates de carbone).

Strombidium sauerbrayae Kahl var. ***fourneleti*** n. var.
(fig. 162)

Ce petit cilié (L = 50 à 65 µ) a été trouvé, en assez grand nombre, dans le sable coquillier et saumâtre de l'étang du Fournelet (Camargue).

Il nous a été très difficile de l'assimiler à l'une des espèces connues de *Strombidium* et ce n'est que pour ne pas allonger encore la liste

des espèces de ce genre si confus que nous nous décidons à le considérer comme étant une variété du *S. sauerbrayae* Kahl, tel que l'a décrit FAURÉ-FRÉMIET (1950). Notre variété s'en différencie aisément par sa forme plus globuleuse, par son péristome plus étroit (montrant une crête antérieure proéminente) et par ses membranelles plus fines. On observe encore deux cirres thigmotactiques, une ceinture de trichocystes et des plaquettes d'hydrate de carbone postérieures. Le macronucleus est ovalaire et le micronucleus petit et sphérique. Il semble y avoir aussi une vacuole (pulsatile ?) terminale, tandis que le cytoplasme est bourré de nombreuses inclusions, constituées en grande partie par des grains de sable et des ingesta (frustules de Diatomées).

Famille des EPALCIDAE Wetzel, 1928

Genre SAPRODINIUM Lauterborn, 1908

Ciliés particulièrement saprobes, les *Saprodinium* n'ont jamais été signalés dans les sables et ils ne s'y trouvent que tout à fait accidentellement.

Saprodinium dentatum Lauterborn
(fig. 163)

Ce petit (L = 70 µ), mais magnifique, cilié était assez fréquent dans certains échantillons de sables saprobes recueillis sur la plage d'Excenevex en août 1955.

Quoique parfaitement étudié et figuré par KAHL (1932, p. 522) nous croyons utile d'en redonner ici une figure assez complète car on remarque quelques légères divergences entre nos observations et celles de l'auteur allemand. Ces différences portent notamment sur la forme du corps (les exemplaires du Lac Léman étaient beaucoup plus larges que ne le figure KAHL) et l'appareil nucléaire, trois macronuclei sphériques et un micronucleus pour nous, deux macronuclei et deux micronuclei pour KAHL (il faut remarquer que, dans son texte, cet auteur reconnaît avoir vu, parfois, trois macronuclei). Enfin, KAHL, ne figure pas la belle membrane ondulante qui borde le péristome du côté gauche. La vacuole pulsatile montre un long canal excréteur qui s'ouvre au voisinage du bord droit du péristome.

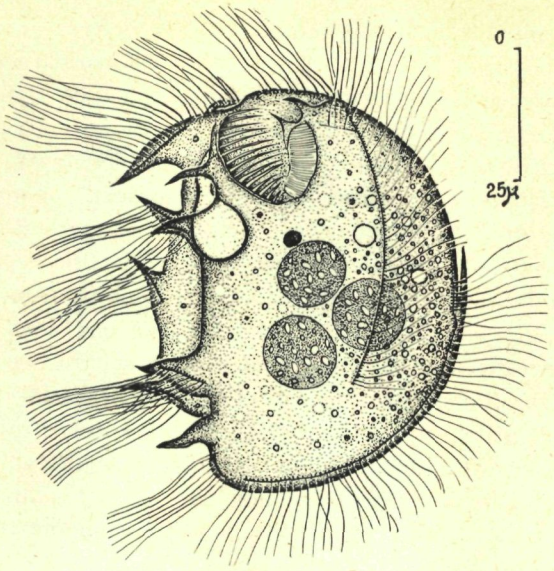

FIG. 163. — *Saprodinium dentatum* Lauterborn
Aspect général, sur le vivant.

SPIROTRICHES HYPOTRICHES

Famille des OXYTRICHIDAE Ehrenberg, 1838

Genre UROLEPTUS Stein, 1859

Uroleptus rattulus Stein
(fig. 168)

Ce bel hypotriche, extrêmement fréquent dans les sables un peu saprobes de la plage d'Excenevex (Lac Léman) correspond très bien au cilié décrit par STEIN (1859) sous le nom d'*Uroleptus rattulus* mais diffère sensiblement de l'*Urosoma cienkowski* Kowalewski (que KAHL assimile à l'espèce de STEIN). Ayant pu observer cet infusoire avec quelques détails, nous croyons utile d'en donner une courte description : de forme très allongée et d'assez grande taille (L = 240 à 300 µ),

U. rattulus montre une pointe caudale mobile et très effilée, habituellement recourbée vers la droite. La ciliature est constituée par quatre gros cirres antérieurs amorçant une longue rangée de cirres puissants, qui suivent tout le pourtour droit du corps. Deux autres rangées médianes sont constituées de cirres plus fins et ne pénètrent pas dans la pointe caudale. Le bord gauche ne nous a montré qu'une rangée de cirres peu apparents, tandis que STEIN a figuré des cirres assez puissants. La frange adorale est bien développée et le péristome assez nettement visible (la membranelle ondulante est entièrement protégée par le bord péristomien). L'appareil nucléaire est constitué par deux macronuclei ovalaires (montrant de nombreux nucléoles et séparés en deux moitié par une bande de réorganisation) et six micronuclei lenticulaires. La vacuole pulsatile est médiane (légèrement antérieure) et disposée au voisinage du bord gauche. Elle montre deux canaux collecteurs bien visibles. Le cytoplasme contient de nombreuses inclusions refringentes et des grains de sable (ingérés ?). Les ingesta semblent constitués par des algues et des ciliés.

Genre UROSTRONGYLUM Kahl, 1932

Urostrongylum cauatum Kahl

Ce beau cilié était assez fréquent dans plusieurs échantillons de sable fin, mais légèrement saprobe, de l'Aber de Roscoff. Découvert par KAHL (1932) dans les sables de Kiel *U. candatum* a été retrouvé par FAURÉ-FRÉMIET (1941) à Cape Cod et par BOCK (1952) à Kiel. D'une longueur moyenne de 95 µ, ce cilié correspond bien à la description donnée par KAHL, mais nous y voyons un péristome plus grand, des cirres frontaux plus nombreux et une rangée de cirres marginaux plus longs.

Genre STRONGYLIDIUM Sterki, 1878

Strongylidium arenicolus Dragesco

(fig. 164)

Cet hypotriche a été trouvé par nous, en un assez petit nombre d'exemplaires, dans le sable fin de la plage de Banyuls. Assez difficile à classer, ce cilié doit être considéré comme étant une nouvelle espèce du genre *Strongylidium*.. De taille moyenne (L = 170 µ), *S. arenicolus*

est un infusoire plat, thygmotactique et transparent. Une grande frange adorale pénètre dans un pharynx assez étroit flanqué, du côté droit, par une assez longue membrane ondulante. Les cirres sont assez nombreux et répartis comme suit : trois très gros cirres frontaux, une grande rangée de cirres marginaux droits, une autre rangée de cirres

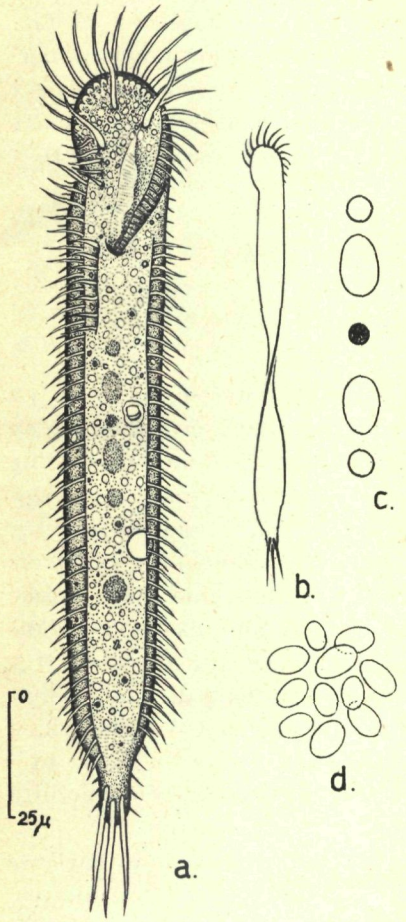

FIG. 164. — *Strongilidium arenicolus* Dragesco

a) Aspect général, sur le vivant; b) nage avec torsion en hélice du corps; c) appareil nucléaire (schéma); d) écailles labiles (revêtement cuticulaire).

(dessin de gauche)

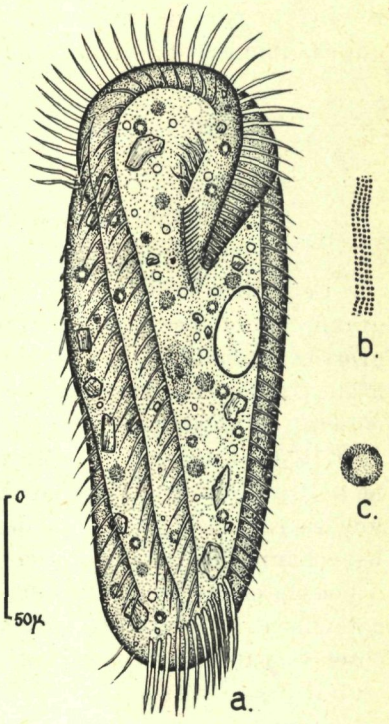

FIG. 165. — *Keronopsis arenivorus* Dragesco

a) Aspect général. sur le vivant; b) protrichocystes; c) macronucleus (vert de méthyle acétique).

(dessin de droite)

marginaux gauches, trois puissants cirres caudaux, une courte rangée de cirres (médians ?) à droite de l'ouverture pharyngienne, deux rangées de cirres très fins bordant les deux côtés du corps du cilié. L'appareil nucléaire est constitué par quatre macronuclei (deux sphériques et deux autres ovalaires) placés de part et d'autre du micronucleus. La vacuole pulsatile est sub-équatoriale et déportée vers la gauche. Le cytoplasme est transparent et encombré d'ingesta (Flagellés) et d'inclusions diverses. Quelques grains de sable intracytoplasmiques (ingérés ?) peuvent être parfois observés. La cuticule est presque entièrement recouverte par un revêtement d'écailles elliptiques très transparentes qui s'évanouissent lentement dans l'eau, après la cytolyse de l'animal.

Genre EPICLINTES Stein, 1859

Epiclintes ambiguus (Müller) Bütschli
(fig. 166)

Cette très belle et très commune espèce marine se retrouve, en grande abondance, dans la plupart des échantillons de sable fin ou grossier, recueillis dans la région de Roscoff ou de Concarneau. Elle a été d'ailleurs observé par tous les auteurs qui ont étudié les sables côtiers (et notamment, par Kahl 1930, Bock 1952 et Fauré-Frémiet 1950-1951). En dépit de cette relative abondance, *Epiclintes ambiguus* ne doit pas être considéré comme un cilié mésopsammique, mais comme une espèce accidentelle, se développant surtout au laboratoire, dans les échantillons de sables riches en matières organiques diverses. Il y a peu de choses à ajouter aux excellentes descriptions des auteurs, et notamment à l'étude très détaillée de Fauré-Frémiet. Les individus observés par nous mesuraient 180 à 300 µ et la forme du corps présentait des modifications constantes, à cause de l'extrême contractilité de l'animal.

La réaction nucléale de Feulgen nous a montré une assez curieuse disposition linéaire des macronuclei (75 à 140 éléments ovalaires) (voir fig. 166).

Genre KERONOPSIS Penard, 1922

Deux ou plusieurs des espèces du genre *Keronopsis* semblent être assez fréquentes dans les sables marins ou saumâtres. Bock (1952) avait

trouvé trois espèces dans le sable de Kiel et nous en avons observé nous-mêmes deux autres que nous décrivons comme suit :

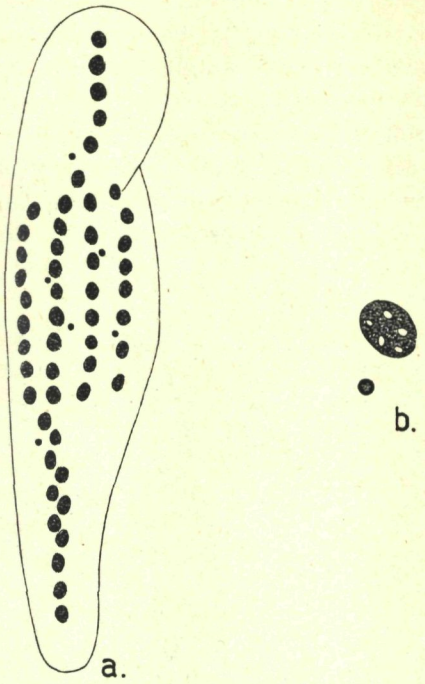

FIG. 166. — *Epiclintes ambiguus* (Müller) Bütschli
Appareil nucléaire (réaction nucléale de FEULGEN). a) ensemble; b) détail.

Keronopsis arenivorus Dragesco
(fig. 165)

Cette belle et assez grande espèce (L = 220 à 300 µ) a été trouvée régulièrement, aussi bien dans le sable fin de l'Aber de Roscoff qu'à Banyuls. Ce cilié correspond très bien au *Keronopsis ovalis* f. *arenicola* de KAHL (1932) forme retrouvée certainement par BOCK (1952) qui l'a assimilée au *K. ovalis* Kahl. Ayant été retrouvée à plusieurs reprises, sous une forme constante, légèrement différente de l'espèce-type, nous préférons considérer ce *Keronopsis* comme étant une espèce nouvelle. En effet, sa taille est plus grande, le nombre des cils transversaux plus élevé (12 contre 9), il y a quelques différences dans la disposition des autres cirres, l'habitat est assez particulier et pour finir, on remarque, de façon constante, de nombreux grains de sable intracytoplasmiques. Détail curieux, nous n'avons pas vu le cirre unique signalé par KAHL

près de la lèvre péristomienne, mais plutôt une courte rangée de cinq cirres. La disposition de la frange adorale et des autres cirres correspond parfaitement à la figure de KAHL (1932). En revanche, l'auteur allemand ne semble pas avoir vu la vacuole pulsatile sub-péristomienne ni l'appareil nucléaire constitué par plusieurs dizaines d'éléments sphéroïdaux représentant autant de macronuclei accompagnés de micronuclei assez volumineux. Les gros protrichocystes signalés par KAHL sont bien visibles, ainsi que les grains de sable ingérés. Dans le cytoplasme, on remarque des ingesta reconnaissables (Cryptomonadines) et des vacuoles colorées en rose (digestion des Flagellés ?).

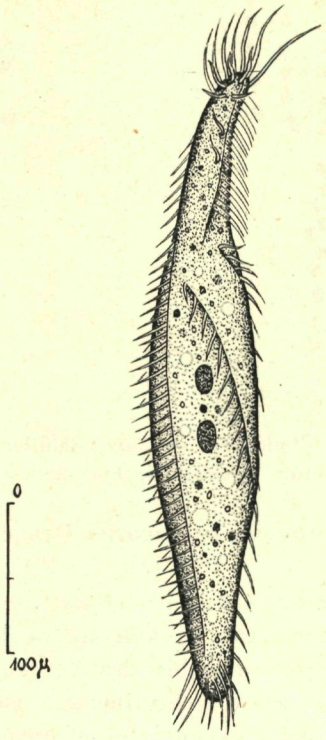

FIG. 167. — *Trachelostyla dubia* Dragesco
Aspect général, sur le vivant.

Keronopsis monilata Kahl

Un autre hypotriche assimilable à un *Keronopsis* était très fréquent dans le sable fin et saumâtre de l'étang du Fournelet (Camargue). Nous l'identifions, provisoirement, à l'espèce *K. monilata* Kahl.

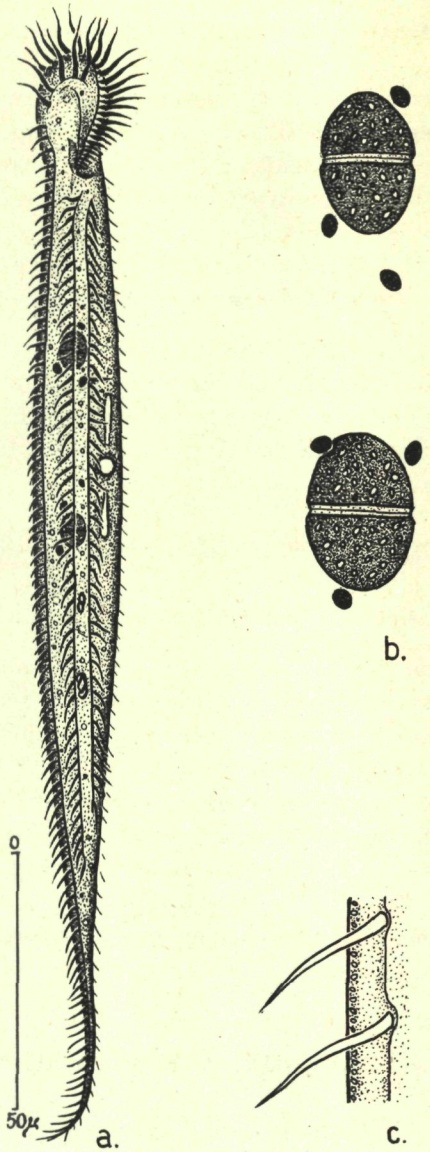

FIG. 168. — *Uroleptus rattulus* Stein
a) Aspect général, sur le vivant; b) appareil nucléaire (vert de méthyle acétique); c) protrichocystes marginaux.

Genre HOLOSTICHA Kahl, 1932

Les *Holosticha* semblent constituer un genre très largement répandu dans le milieu interstitiel. KAHL (1932) signale quatre espèces dans la région de Kiel. Personnellement, nous avons certainement vu plusieurs espèces à Roscoff, mais nous n'avons eu l'occasion d'observer, de plus près, qu'une seule d'entre elles.

Holosticha discocéphalus Kahl

Signalée par KAHL (1932) dans les sables de Kiel, *H. discocephalus* a été revue par BOCK (1952) et par FAURÉ-FRÉMIET (communication personnelle). Cette espèce est assez commune dans la région de Roscoff et correspond assez bien à la description de KAHL (1932).

Genre AMPHISIELLA Gourret et Roeser, 1888

Amphisiella (Tetrastyla) oblonga Schewiakoff

Parmi les hypotriches rencontrés dans le sable fin du Léman (Excenevex) une petite espèce de 100 µ nous a semblé correspondre assez bien à l'*Amphisiella oblonga* Schewiakoff. En fait, il existe quelques différences entre les figures de SCHEWIAKOFF (1893) et les nôtres : nous ne voyons que trois cirres transversaux (quatre pour SCHEWIAKOFF et cinq pour KAHL, 1932). En outre, nous avons compté cinq au lieu de quatre cirres frontaux. Le reste des détails morphologiques correspondant très exactement aux descriptions des auteurs, nous considérons, provisoirement, ce cilié comme étant une forme mésopsammique de l'*A. oblonga*.

Genre BALLADYNA Kowalewski, 1882

Balladyna euplotes n. sp.

(fig. 169)

Très fréquente dans les sables fins des environs d'Excenevex (Lac Léman), cette petite espèce nous semble pouvoir être classée dans le genre *Balladyna,* mais diffère de *B. parvula* par sa taille beaucoup plus grande (100 µ contre 44 µ), son péristome plus largement ouvert, la

disposition et la taille de ses rangées de cirres ventraux (deux rangées de soies et trois rangées de gros cirres chez *B. parvula,* cinq rangées de cirres moyens ou fins chez *B. euplotes*). La forme générale du corps, l'importance et l'implantation des cirres transversaux et la forme du

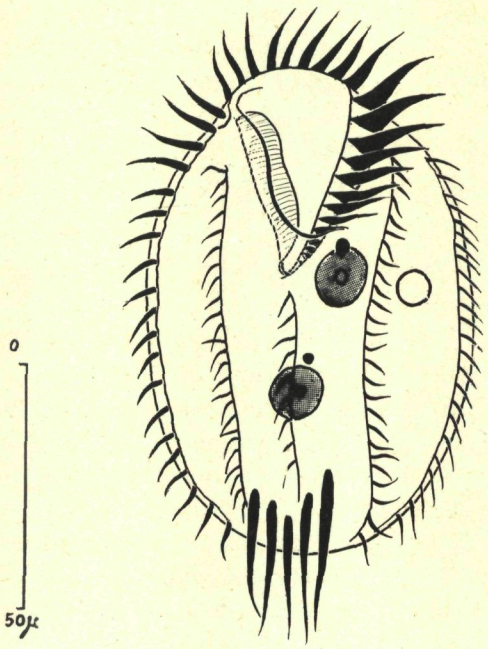

FIG. 169. — *Balladyna euplotes* n. sp.
Aspect général, sur le vivant.

péristome rappellent quelque peu les *Euplotes,* ce qui explique le nom spécifique choisi. La frange adorale est très puissante et accompagnée par une forte membranelle, largement étalée dans la cavité péristomienne. La vacuole pulsatile, médiane, est disposée dans la moitié gauche du corps. L'appareil nucléaire est constitué par deux macronuclei et deux micronuclei sphéroïdaux. Le cytoplasme est généralement encombré par des ingesta variés (constitués surtout par des Flagellés).

Balladyna sp.

Très fréquente aussi, dans les mêmes échantillons de sables, une autre *Balladyna,* beaucoup plus grosse (L = 300-350 µ) n'a pu être

étudiée, par le détail, faute de temps. La forme du péristome et la disposition des rangées de cirres étaient identiques à celles que nous venons de décrire chez *B. euplotes,* mais cet autre cilié était de forme allongée et de couleur brunâtre (par suite de la présence de nombreux protrichocystes jaunes réfringents). L'appareil nucléaire était constitué par quatre macronuclei et un nombre indéterminé de micronuclei. La vacuole pulsatile était médiane et plutôt centrale. Le cytoplasme emprisonnait du sable et des ingesta (Algues, Flagellés).

Genre TRACHELOSTYLA Kahl, 1932

Trachelostyla dubia Dragesco

(fig. 167)

Ce gros hypotriche a été trouvé dans les sables fins de l'Aber de Roscoff. Très proche de *Trachelostyla caudata* Kahl, ce beau cilié en diffère toutefois par la présence d'un macronucleus double et par la disposition légèrement spiralée des rangées de cirres transversaux. En outre, la taille de ce cilié est deux à trois fois plus grande que celle de l'espèce-type (200-600 µ contre 150-220 µ). L'espèce-type a été observée par Fauré-Frémiet (1930) à Concarneau et ne mesurait que 110 µ de long. Cette nouvelle variété a été d'ailleurs entrevue par Kahl (1932), qui en donne une bonne figure, mais le considère comme une anomalie de la *T. pédiculiformis* (Colin). Il est plus probable que l'auteur allemand avait étudié la variété que nous venons de décrire, mais que les difficultés d'observations ne lui ont pas permis de constater que la partie caudale était légèrement pointue. En effet, cet animal est extrêmement fragile et explose facilement au contact de la lamelle.

Genre BANYULSELLA Dragesco, 1954

Diagnose

Ce nouveau genre de cilié hypotriche est difficile à classer, mais nous l'assimilerons à un *Oxytrichide,* proche du genre *Hypotrichidium* Ilowaiski. Il se caractérise par une disposition aberrante de ses cirres dont l'homologation avec ceux des autres hypotriches reste difficile. Il n'existe ni péristome, ni membrane ondulante. Type du genre : *Banyulsella viridis.*

Banyulsella viridis Dragesco
(fig. 170)

Cette très curieuse espèce a été trouvée, en immense quantité, dans le sable fin et homogène de la plage de Banyuls-sur-Mer.

Sa petite taille (moyenne : 48 μ) et ses mouvements très vifs ont

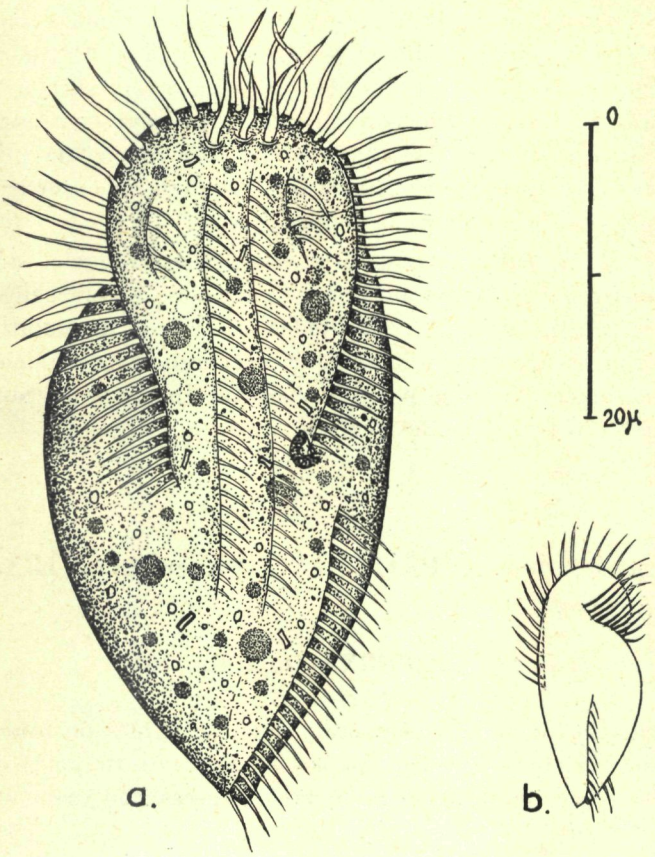

FIG. 170. — *Banyulsella viridis* Dragesco
a) Aspect général, sur le vivant; b) vue dorsale, schématique.

rendu son étude particulièrement difficile. Hypotriche assez aberrant, *Banyulsella* montre des structures dont l'homologation aux autres types d'*Hypotriches* est assez difficile. La forme du corps rappelle celle d'une toupie dont la pointe serait terminale, et dont la partie médiane montre un sillon profond et oblique. La ciliature est assez complexe :

on remarque, tout d'abord, une grande frange adorale de membranelles assez fines (ou que nous assimilons à une telle frange, vu que nous n'avons pas pu observer ni péristome ni membrane ondulante). Trois gros cirres frontaux sont implantés au voisinage même de la frange adorale. Une grande écharpe, constituée de cirres puissants suit le sillon obliquement; ces cirres peuvent être assimilés aux cirres marginaux droits. Quatre rangées de cirres assez fins ornent la face plane et peuvent être assimilés à des cirres fronti-ventraux. Enfin, une dernière et assez importante écharpe de cirres puissants suit, à une certaine distance, le bord postérieur gauche et peuvent être assimilés à des cirres marginaux gauches. Pour finir, une rangée de fins cirres dorsaux peut être aperçue sur la face bombée, divisant en deux moitiés, à peu près égales, la pointe de la toupie.

L'appareil nucléaire est constitué par six macronuclei sphériques mesurant environ 4 μ. Le cytoplasme est encombré de xanthelles vertes, d'inclusions refringentes, de cristalloïdes et de fines granulations pigmentaires rouges. Une sorte de vacuole, accumulant le pigment rouge, peut être observée dans une position constante médiane (accumulation des stigma des petits Flagellés ingérés ?).

Famille des EUPLOTIDAE Ehrenberg, 1838

Genre DIOPHRYS Dujardin, 1841

Les *Diophrys* sont très abondants dans les sables de toute granulométrie, surtout lorsqu'ils sont saprobes. Il s'agit toujours d'espèces très banales, sans signification écologique (espèces non caractéristiques de Fauré-Frémiet).

Diophrys scutum Dujardin

Signalé déjà par Fauré-Frémiet (1950 et 1951) et Bock (1952) dans des stations variées, *D. scutum* est très fréquent à Roscoff, notamment dans les sables qui sont pauvres en faunule microporale typique. On en trouve aussi dans les sables fins, lorsqu'ils sont en présence d'une abondante flore microscopique (Flagellés, Diatomées). De toute manière, cette espèce n'est qu'accidentelle dans le milieu psammique.

Diophrys irmgard Mansfeld

Cette espèce semble plus particulièrement mésopsammique et a été trouvée par KAHL (1932) sous une forme légèrement modifiée, dans de nombreux sables fins de la région de Kiel. Revue par BOCK (1952) dans la même région, cette forme particulière semble assez fréquente dans les sables de Roscoff.

Genre URONYCHIA Stein

Uronychia transfuga O. F. Müller

Cilié marin, extrêmement répandu dans les biotopes les plus divers, *Uronychia transfuga* est très fréquent dans le milieu interstitiel. Signalée par FAURÉ-FRÉMIET (1951) et BOCK (1952), cette espèce était présente dans presque tous les types de sables de la région de Roscoff, ainsi qu'à Banyuls. Il s'agit donc d'une espèce mésoporale (au sens de FAURÉ-FRÉMIET, 1951).

Genre EUPLOTES Ehrenberg, 1831

Les *Euplotes,* Hypotriches tellement communs partout, peuvent être rencontrés assez fréquemment dans les sables, surtout lorsqu'ils sont un peu saprobes. Nous n'avons peut-être pas étudié tous les *Euplotes* qui nous ont passé sous les yeux, car il est relativement difficile de reconnaître les espèces sous le binoculaire. Nous citerons donc seulement les espèces que nous avons eu l'occasion d'observer spécialement.

Euplotes vannus O. F. Müller

Cette espèce, banale et bien connue, a été rencontrée régulièrement dans divers échantillons de sable fin de l'Aber de Roscoff. Elle a été vue aussi par BOCK (1952) à Kiel. Nos observations sont en accord avec celles de nos devanciers. La taille des individus de Roscoff oscillait autour de 120 µ (donc légèrement inférieure à la taille habituelle).

Euplotes harpa Stein

Cette autre espèce très commune a été observée, à plusieurs reprises, dans le sable fin de la plage de Banyuls-sur-Mer, ainsi que dans le sable assez grossier et souterrain de la plage du Canet.

Là aussi, nos observations correspondent parfaitement avec les descriptions des auteurs, mais la taille du cilié reste toujours assez faible (L = 125 μ).

Euplotes elegans f. littoralis Kahl

Cette jolie et très petite espèce (L = 46 μ), découverte par KAHL dans le sable de la plage de Schilksee, a été revue par nous, en relative abondance, dans le sable fin de la plage de Banyuls-sur-Mer. Nos observations confirment celles de KAHL et apportent quelques précisions nouvelles : ainsi que l'a vu l'auteur allemand, deux des cirres manquent (un cirre caudal et un cirre ventral), la face ventrale est traversée par deux plis apparents, tandis que la face dorsale montre cinq à six plis longitudinaux. Nous pouvons affirmer que le macronucleus est constitué par un fer à cheval assez épais et qu'il est sectionné en deux tronçons (antérieurement) pour laisser place à un très volumineux micronucleus. Comparativement aux observations de KAHL, les cirres nous ont paru plus longs, le péristome un peu plus grand et la taille plus petite (45 μ contre 55 μ). Il existe peut-être une vacuole contractile.

Euplotes aberrans n. sp.

(fig. 172)

Cette nouvelle et curieuse espèce a été trouvée dans un sable fin et homogène recueilli à la « place 3 » de SWEDMARK (sable à *Psammodrillus*). Il s'agit d'un *Euplotes* nettement aberrant et que nous allons décrire par le détail :

De forme ovalaire très allongée, le corps est assez rigide et montre des plis ventraux puissants (dont les deux plus importants sont très larges et terminés, antérieurement, par une sorte d'éperon bien visibles). L'animal est assez aplati dorso-ventralement et montre quatre plis dorsaux assez prononcés et régulièrement espacés (les bords marginaux des plis sont ornés de sphérules refringentes de taille variable : protrichocystes ?). Le péristome est assez long, plutôt large et légèrement refermé sur lui-même antérieurement. Il est garni, du côté gauche, par une belle frange de membranelles adorales et du côté droit par une membrane ondulante, à moitié protégée par le tégument. La ciliature est aberrante, car on n'y observe que huit cirres puissants fronti-ventraux (manquent : un cirre frontal et un cirre ventral). En outre, un des cirres ventraux est considérablement décalé vers la gauche, et est inséré au voisinage de l'ouverture du péristome. Il existe, en outre, cinq

très puissants cirres transversaux (divisé en deux groupes : 3 + 2) et quatre longs et très droits cirres caudaux. L'appareil nucléaire est constitué par un macronucleus en fer à cheval, irrégulier et très fermé (ouverture presque postérieure) ainsi que par un très volumineux micronucleus sphérique, en position antérieure (dans une encoche du macronucleus).

Il existe, enfin, une très volumineuse et très apparente vacuole centrale (à peine au-dessous de l'équateur du cilié) dont nous n'avons pas pu observer les contractions. Le cytoplasme est très transparent, mais assez encombré en inclusions réfringentes variées. La « marche » est assez rapide et les cirres semblent être thigmotactiques. La taille de ce cilié reste assez faible (70 à 80 μ).

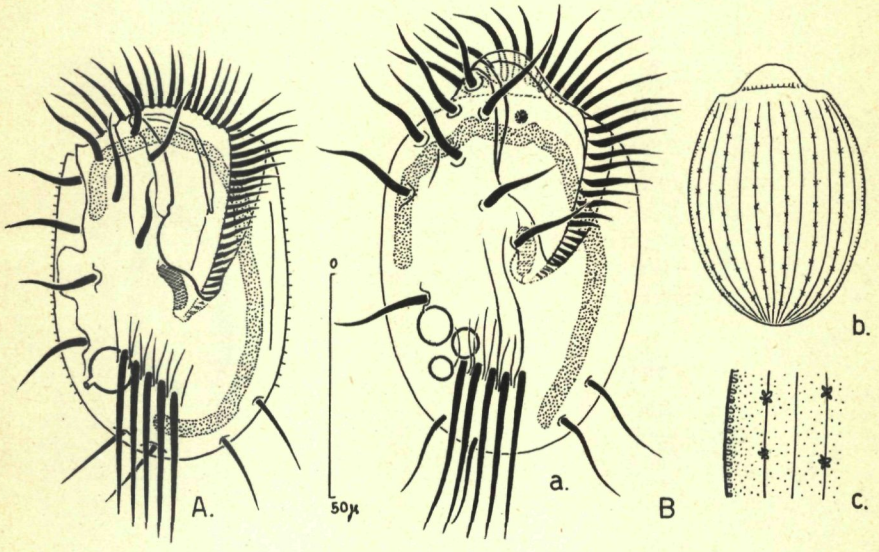

FIG. 171 A. — A) *Euplotes patella* var. *lemani* n. var. Aspect général, sur le vivant (figure schématique).
B) *Euplotes thononensis* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant (figure schématique) ; b) vue dorsale montrant les côtes ; c) détail : protrichocystes marginaux.

Euplotes patella Müller-Ehrenberg var. ***lemani*** n. var.
(fig. 171 A)

Cette petite espèce (L = 80 μ) était assez abondante dans les sables fins de la plage d'Excenevex (Lac Léman). Très proche de l'*Euplotes patella* par sa forme générale, son péristome triangulaire et le nombre total des cirres, il s'en distinguait toutefois par leur disposition géné-

rale, plus éparpillée, descendant assez bas, ainsi que par le dessin très caractéristique du bord droit de l'entonnoir pharyngien. Le macronucleus est en forme de fer à cheval, à ouverture très large. La face dorsale est lisse et ornée de fins protrichocystes. Ingesta : algues variées.

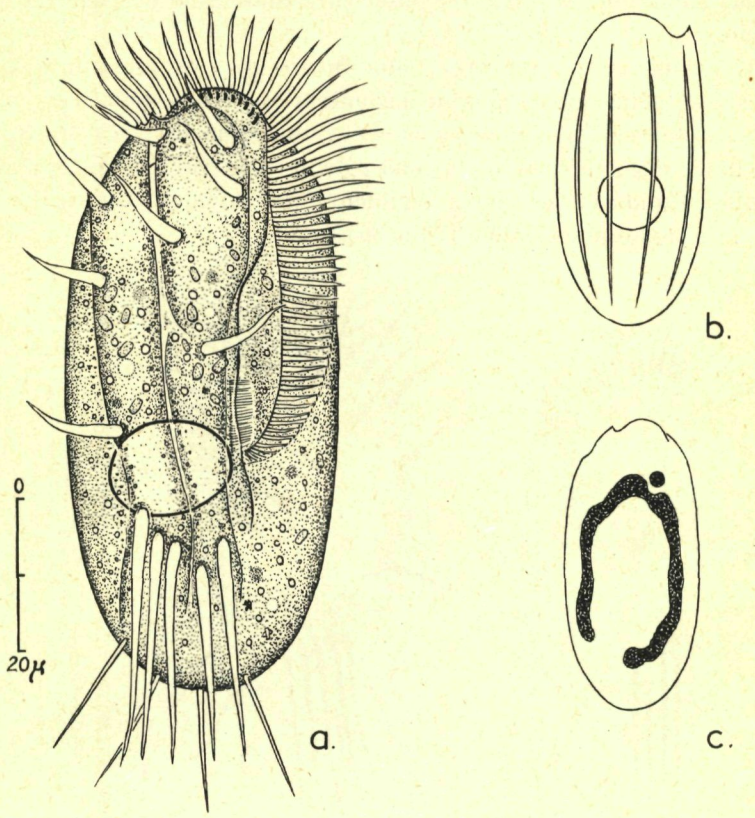

FIG. 172. — *Euplotes aberrans* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) plis dorsaux (schéma); c) Appareil nucléaire (vert de méthyle acétique).

Euplotes thononensis n. sp.
(fig. 171 B)

A peine plus grand que le précédent (L = 90 μ) cet autre *Euplotes* lui ressemble du point de vue de la forme et du péristome (légèrement plus court toutefois), mais ne peut être assimilé au groupe *E. patella* par suite de la curieuse disposition de ses cirres fronto-ventraux, dont le nombre total reste toujours neuf, mais dont un des cirres ventraux

a émigré vers le bord du péristome (voir fig. 171 B). Les cirres transversaux et caudaux ont une disposition classique (5 + 4). La frange adorale est assez puissante, tandis que la membranelle ondulante est entièrement protégée par le bord péristomien. Le côté dorsal est orné d'une douzaine de crêtes, dont la moitié seulement porte un certain nombre de soies rigides entourées des formations étoilées caractéristiques. De gros protrichocystes en forme de navette, ornent tout le pourtour du corps. Le macronucleus est du type normal : long fer à cheval à ouverture assez large. Le micronucleus sphérique est volumineux et tout à fait apical. Plusieurs vacuoles pulsatiles (pouvant confluer) peuvent être observés un peu au-dessus du premier cirre transversal. Les ingesta sont constitués par des algues.

Genre DISCOCEPHALUS Ehrenberg, 1838

Discocephalus rotatorius Ehrenberg
(fig. 173)

Ce curieux hypotriche a été découvert par Ehrenberg, il y a plus d'un siècle, et retrouvé et réétudié par Sauerbrey (1929) et Kahl (1934).

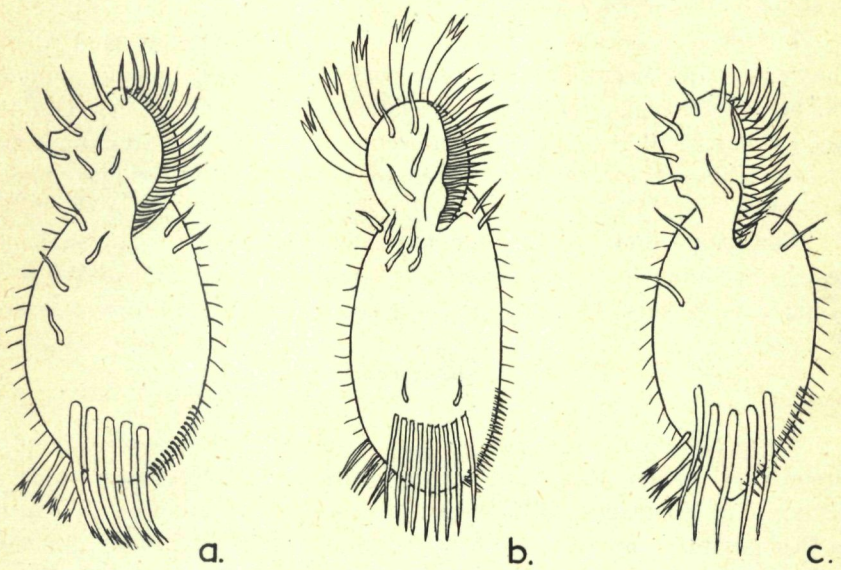

Fig. 173. — Diverses figurations des *Discocephalus* :
a) Sauerbrey (*D. rotatorius*) ; b) Kahl (*D. ehrenbergi*) ; c) Fauré-Frémiet (*D. rotatorius*) fig. inédite.

En dépit de ces diverses observations, ce cilié est resté assez mal connu. Le dessin publié par EHRENBERG est pratiquement inutilisable, tandis qu'il y a une divergence considérable entre les descriptions des deux auteurs allemands. Ce même cilié a été retrouvé par le Professeur FAURÉ-FRÉMIET en 1951, dans les sables fins du Cape Cod (U.S.A.) et par nous-même vers la même époque, dans les sables fins de l'Aber de Roscoff, où il était assez abondant. L'examen des diverses représentations données (y compris un dessin inédit de M. E. FAURÉ-FRÉMIET) montre qu'on a certainement confondu deux espèces différentes et qu'il existe, en outre, une certaine variation individuelle au sein de chaque espèce.

Une première espèce, que nous assimilons à *D. rotatorius* Ehrenberg et qui a été assez bien décrite par SAUERBREY, correspond probablement au cilié observé par E. FAURÉ-FRÉMIET et se caractérise nettement par ses cinq gros cirres transversaux. Il existe, en outre, sept à huit cirres frontaux, deux cirres marginaux gauches et deux à quatre cirres ventraux, déportés vers la droite. Deux autres groupes de cirres marginaux postérieurs montrent trois à quatre gros cirres à droite et douze à vingt cirres assez courts à gauche. En outre, des soies assez fines garnissent tout le pourtour du corps. Ainsi qu'on peut le constater, il règne encore une légère incertitude quant au nombre exact des cirres, mais dans l'ensemble, l'accord est assez bon.

La forme générale du corps est ovalaire allongée et montre une constriction antérieure, isolant une sorte de « tête » apicale arrondie qui porte la frange adorale et le péristome. Dans les deux cas, la taille de l'animal oscille autour d'une moyenne de 90 µ. L'appareil nucléaire est constitué par un grand nombre de petits éléments sphériques (macronuclei).

Cette espèce étant ainsi sommairement définie (fig. 173c) il nous reste à examiner le *D. rotatorius* décrit par KAHL et retrouvé à Roscoff et qui, à notre avis, doit être considéré comme étant une espèce nouvelle.

Discocephalus ehrenbergi n. sp.

(fig. 174)

L'espèce que nous désignons par ce nom a été observée, pour la première fois, par KAHL qui l'a assimilée au *D. rotatorius*, tout en remarquant de grandes différences entre les individus observés par lui et la description qu'avait donnée SAUERBREY (1928). L'auteur allemand estimait que les observations antérieures étaient trop imprécises pour conclure à une différence spécifique bien caractérisée. Depuis, les observations inédites de FAURÉ-FRÉMIET (communication personnelle) prou-

vent que SAUERBREY avait raison. En outre, comme nous avons retrouvé nous-même, à Roscoff, le cilié décrit par KAHL, nous sommes bien forcé d'élever l'espèce décrite par cet auteur au rang d'espèce nouvelle, tout

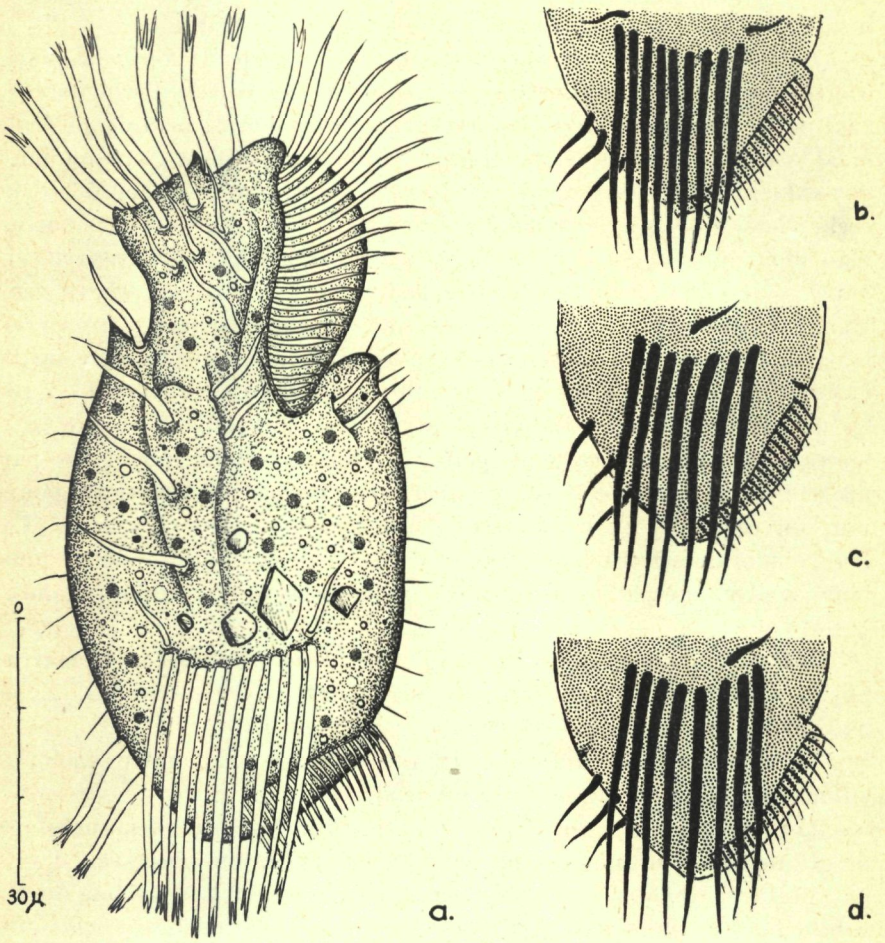

FIG. 174. — *Discocéphalus ehrenbergi* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) partie postérieure d'un exemplaire à neuf cirres transversaux; c) individu à sept cirres transversaux; d) individu à huit cirres transversaux (figures schématiques).

au moins, jusqu'à plus ample information. Comme dans le cas précédent, on peut remarquer quelques divergences entre l'observation de l'auteur allemand et notre propre description. Il semble très vraisem-

blable de penser que l'individu dessiné par KAHL montrait un début de division, ainsi que le suggérait le grand nombre de cirres ventraux droits. Nous nous contenterons donc de décrire, par le détail, l'espèce que nous avons pu étudier à Roscoff, et de donner quelques indications concernant la variabilité de certains éléments structuraux.

Le *Discocéphalus ehrenbergi* montre une similitude absolue, quant à la forme et à la taille, avec l'espèce précédente. Il s'en distingue surtout par le nombre de cirres transversaux au nombre de neuf en général, mais pouvant varier légèrement (les individus possédant sept ou huit cirres étant assez nombreux et jusqu'à 30 % du total. mais, en dépit de recherches prolongées, il nous a été impossible de trouver un seul individu montrant un nombre de cirres inférieur à sept). On observe, en outre, sept cirres frontaux (contre quatre chez KAHL), six cirres ventraux (six aussi chez KAHL mais très différemment disposés) deux cirres marginaux-ventraux gauches, trois cirres marginaux postérieurs droits et vingt cirres postérieurs gauches, ainsi que deux cirres très fins accolés au premier et neuvième cirre transversal (lorsqu'il n'y a que sept cirres transversaux, ces deux petits « satellites » sont remplacés par un seul élément intercalaire). Comme chez l'espèce précédente, le pourtour du corps est garni de fines soies courtes et assez espacées. La frange adorale est très puissante et débute par sept membranelles plus longues et plus espacées. Nous n'avons pas observé de membrane ondulante.

L'appareil nucléaire est constitué par plusieurs dizaines de macronuclei spériques dont le diamètre oscille autour de 3 microns. Nous n'avons pas pu mettre en évidence les micronuclei.

Le tégument de l'infusoire est assez rigide et montre quelques sillons au niveau des divers groupes de cirres.

Les ingesta sont généralement de nature végétale et la présence de grains de sable intra-cytoplasmiques a toujours été observée.

Le *Discocéphalus ehrenbergi* est donc une espèce très voisine du *D. rotatorius* Ehr. mais s'en distingue toutefois par le nombre de certains cirres, dont la variabilité exacte reste encore à préciser.

Discocephalus grandis Dragesco

(fig. 175)

Cette espèce, que nous avons très sommairement décrite dans une note préliminaire (1954), a été trouvée en 1952, en petit nombre d'exemplaires. Il s'agit d'un *Discocéphalus* assez typique, mais de taille assez grande (200 microns) et montrant une disposition des cirres sensible-

ment différente de celle que nous venons de voir chez les espèces précédentes. Il existe notamment trois longues rangées de cirres marginaux (droites et gauches) et ventraux totalisant 120 à 150 éléments, d'assez petite taille. On observe, en outre, quatre gros cirres frontaux, dix

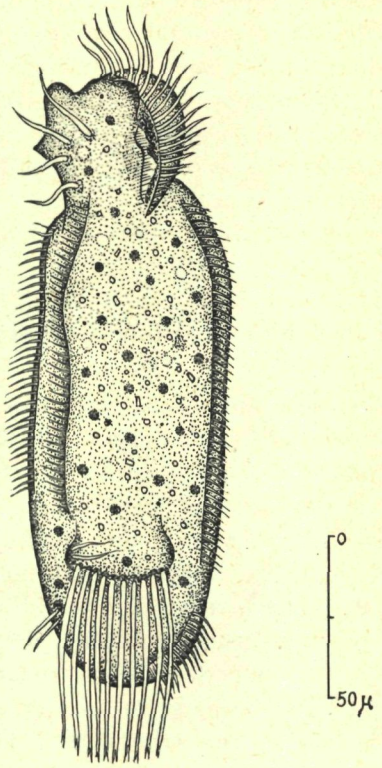

FIG. 175. — *Discocéphalus grandis* Dragesco
Aspect général, sur le vivant.

longs cirres transversaux, deux cirres implantés au voisinage du premier cirre transversal droit et deux petites touffes de cirres postérieurs (deux à droite et environ treize à gauche). La frange adorale est assez peu développée et l'on peut observer une petite membrane ondulante. L'appareil nucléaire est constitué par quelques dizaines de macronuclei sphériques, mesurant 3 à 6 microns de diamètre. Cette espèce se rapproche beaucoup aussi de *Holosticha discocéphalus* Kahl.

Genre SWEDMARKIA Dragesco, 1954 (1)

Diagnose

Genre assez particulier, rappelant les *Euplotes* par certaines de ses caractéristiques (nombre et disposition des cirres transversaux, disposition de la frange adorale, etc...) mais s'en différenciant par la présence d'un grand nombre de cirres couvrant toute la face ventrale. Ce genre est certainement très voisin de l'*Euplotidium* et de *Gastrocirrhus*, ainsi que le témoignent les observations de NOLAND (1937) et de LEPSI (1928). Type du genre : *Swedmarkia arenicola.*

Il est représenté par une seule espèce, dont nous donnons la description ci-dessous :

Swedmarkia arenicola Dragesco

(fig. 176)

Ce curieux hypotriche a été trouvé tout d'abord en 1952 dans le sable fin de l'Aber de Roscoff (emplacement « n° 3 » de B. SWEDMARK, notamment), où il était représenté par un assez grand nombre d'individus. Nous l'avons retrouvé en 1953 dans deux échantillons de sables profonds (souterrain) de la plage du Canet (près de Banyuls) mais en très petit nombre d'exemplaires. Enfin, en 1954, nous l'avons retrouvé à Roscoff, tandis que M. le Professeur E. FAURÉ-FRÉMIET le retrouvait, indépendamment et en assez grande quantité, dans les sables fins de la région de Concarneau. Nous pouvons donc conclure qu'il s'agit d'une espèce assez largement répandue dans le mésopsammon.

Swedmarkia arenicola est un cilié d'assez petite taille (environ 110 µ) assez plat et particulièrement transparent. Sa forme est celle d'un ovale assez large et dont la partie antérieure est tronquée obliquement. Le tégument semble montrer une certaine rigidité à la manière des *Euplotes.*

Du côté ventral, le tégument s'invagine très largement pour donner naissance à un volumineux péristome de forme asymétrique, dont la pointe dépasse légèrement le dernier cirre transversal. La frange adorale débute sur l'extrême pointe antérieure (formant une légère excroissance) et suit tout le bord gauche du péristome pour disparaître dans le cytopharynx. Elle est constituée par de fortes membranelles, dont les plus puissantes montrent souvent leur structure composite. Le bord

(1) Dédié à B. SWEDMARK, zoologiste suédois.

droit du péristome est entièrement garni de cirres puissants, au nombre de huit, régulièrement espacés et implantés directement sur l'arête tranchante et rigide. Dans la cavité péristomienne, on aperçoit une large et très fine membrane ondulante, insérée assez profondément et animée d'ondulations régulières. Le fond du péristome est concave et montre de fines stries, parallèles à la troncature antérieure.

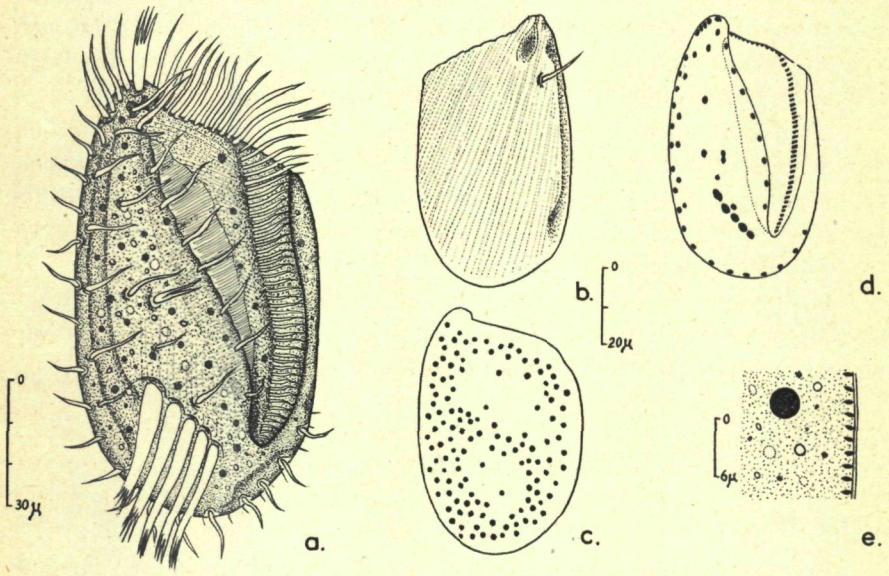

FIG. 176. — *Swedmarkia arenicola* Dragesco

a) Aspect général. sur le vivant; b) vue dorsale; c) appareil nucléaire (réaction nucléale de FEULGEN); d) schéma de la disposition des cirres (observations sur le vivant et imprégnation argentique); e) protrichocystes (?).

Une dizaine de cirres se trouvent répartis sur la surface ventrale disponible et peuvent être assimilés aux cirres fronto-ventraux. Cinq très volumineux cirres se trouvent implantés, très obliquement, dans une légère dépression du corps et rappellent tout à fait les cirres transversaux des *Euplotidae*. Immédiatement au-dessus du troisième cirre transversal, on peut apercevoir, avec quelque difficulté, un onzième petit cirre ventral. Tout le pourtour de l'animal, en commençant près de l'insertion de la frange adorale et en finissant du côté gauche et au niveau de la pointe du péristome, est garni de cirres régulièrement espacés et au nombre de dix-huit en tout. Enfin, un assez fort cirre isolé se trouve implanté du côté dorsal et antérieurement.

Le pôle postérieur de l'animal est entouré de quelques soies fines en nombre variable.

En somme, les observations sur le vivant, contrôlées par des imprégnations argentiques, nous ont montré l'existence de 43 cirres en tout (8 péristomiens, 11 fronto-ventraux, 5 transversaux et 18 marginaux et anaux). L'ensemble du tégument montre des striations très fines (convergeant vers la pointe antérieure) qui se résolvent en petites navettes, colorables par le Bleu de Méthyle (protrichocystes ?). La surface du tégument n'est pas régulièrement plane, mais montre des invaginations peu profondes et d'architecture assez complexe.

L'appareil nucléaire est représenté par plusieurs centaines de macronuclei dont la taille varie de 3 à 4 microns. La réaction de Feulgen ne nous a pas permis de distinguer des micronuclei sensiblement différents des macronuclei. Nous n'avons pas pu davantage déceler l'existence d'une vacuole contractile.

Le cytoplasme est très transparent et les ingesta sont constitués surtout par des Flagellés. La nage est lente et l'animal tourne autour de son axe. Ses cirres sont thigmotactiques.

Genre LACAZEA n. gen.

Diagnose

Ce curieux genre de cilié *Hypotriche* n'est représenté que par une seule espèce que nous décrivons ci-dessous. Ses affinités sont assez difficiles à préciser, mais nous estimons avoir affaire à un *Euplotidae* assez voisin, peut-être, de *Swedmarkia* Dragesco. Il se caractérise par un péristome oblique (inclinée sur l'axe médian du corps) et une belle rangée de cirres caudaux (transversaux ?) assez bas. Type du genre : *Lacazea ovalis*.

Lacazea ovalis n. sp.

(fig. 177)

Cette nouvelle espèce a été trouvée en 1951 dans un sable fin de l'Aber de Roscoff. Nous n'avons pu dénombrer que quelques individus et nous ne l'avons plus jamais rencontrée par la suite (ce que nous avons vivement regretté, car il s'agit d'un cilié assez extraordinaire).

De petite taille (diam. moyen : 90 µ) *Lacazea ovalis* est un hypotriche très large et très plat, de forme ovalaire, un peu pointue antérieurement. Le péristome est assez volumineux et profond et très curieu-

sement incliné sur l'axe médian du corps (il s'ouvre à l'extrême droite et même un peu dorsalement) pour se fermer du côté gauche du corps et antérieurement. Ce péristome est bordé du côté gauche par une puissante frange adorale, garnie de membranelles assez longues, débutant du côté droit et légèrement postérieurement pour s'incurver le long du bord gauche du corps et suivre le tracé du péristome. Du côté droit, le péristome est garni d'une longue membrane ondulante finement striée et animée de faibles battements. Le bord droit du corps est garni d'une rangée de cirres marginaux, tandis qu'une petite écharpe oblique (débutant sous le péristome et finissant sur le bord droit et postérieurement)

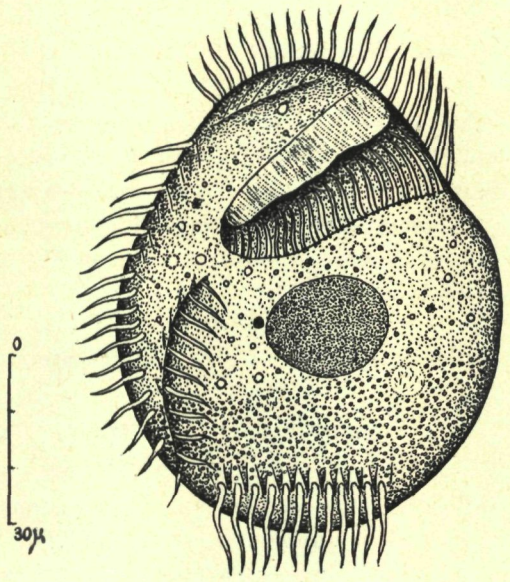

FIG. 177. — *Lacazea ovalis* n. gen., n. sp.
Aspect général, sur le vivant.

pourrait être assimilée aux cirres ventraux. Enfin, une belle rangée de cirres caudaux (au nombre de douze) nous semble pouvoir être homologuée aux cirres transversaux des *Euplotidae* en dépit de leur position un peu basse. L'appareil nucléaire est constitué par un gros macrocleus ovalaire et un petit micronucleus adjacent. Le cytoplasme est assez transparent mais la moitié inférieure est entièrement recouverte de gros protrichocystes en navettes.

Famille des ASPIDISCIDAE Stein, 1859

Genre ASPIDISCA Ehrenberg, 1830

Le genre *Aspidisca* quoique non spécifique du mésopsammon y est presque toujours représenté, souvent même par un assez grand nombre d'individus. Il n'est pas exagéré de dire que, parmi les Hypotriches, le genre *Aspidisca* est un des plus communs dans les sables fins.

Aspidisca sedigita Quennerstedt
(fig. 178 *a*)

Cette belle espèce a été vue par KAHL dans les sables de Kiel et nous l'avons retrouvée dans les sables fins de l'Aber de Roscoff. Nos observations correspondent bien aux descriptions des auteurs (sauf que nous avons figuré la membranelle ondulante plus longue et moins large). En revanche, la forme de Roscoff s'est montrée sensiblement plus grande : 120 µ contre 70 µ (KAHL, 1935).

Aspidisca lyncaster (O. F. Müller) Stein
(fig. 178 *c*)

Cette petite espèce (longueur 55 µ) a été trouvée dans le sable fin de l'Aber de Roscoff (place « n° 5 » de B. SWEDMARK).

Notre description correspond bien aux observations de nos prédécesseurs, mais les individus étudiés à Roscoff montrent des identations marginales beaucoup plus nombreuses et leur taille est un peu inférieure à celle donnée par KAHL (1935). Le macronucleus en forme de fer à cheval montre une ouverture postérieure. Il existe aussi un gros micronucleus. Cette espèce, assez fréquente à Roscoff, a été observée par KAHL (1935) dans les sables de Kiel.

Aspidisca polypoda Dujardin
(fig. 178 *b*)

Cette belle espèce, découverte par DUJARDIN (1841) a été réétudiée par KAHL (1935) qui l'a retrouvée à Helgoland. Nous l'avons observée nous-mêmes, à plusieurs reprises, dans un sable fin et homogène de l'Aber de Roscoff. Les détails observés concordent bien avec la figure

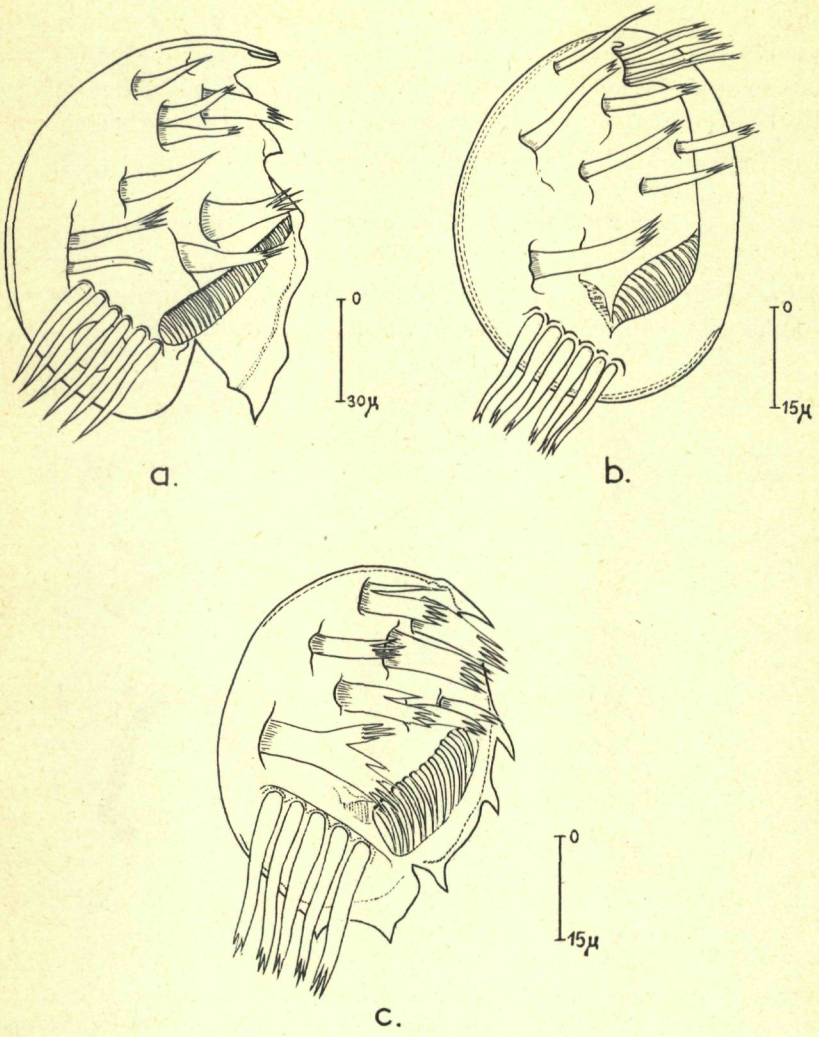

FIG. 178. — Quelques *Aspidisca* rencontrés dans les sables côtiers :
a) *Aspidisca sedigita* Quenn ; b) *Aspidisca polypoda* Dujardin ;
c) *Aspidisca lyncaster* O.F.M. (schématique).

publiée par l'auteur allemand, mais la taille des individus de Roscoff était sensiblement plus élevée (50 à 55 µ contre 35 µ). Le macronucleus est très épais et constitue un fer à cheval très ouvert (ouverture postérieure droite). Le micronucleus, sphérique, se trouve placé dans l'ouverture. Le tégument de ce cilié montre une fine structure superficielle, constituant un véritable réseau à mailles fines.

Aspidisca major Madsen ***var. faurei*** n. var.
(fig. 179)

Cette variété nouvelle a été trouvée dans un échantillon de sable fin immergé, assez grossier, dragué à Duslen (Finistère).

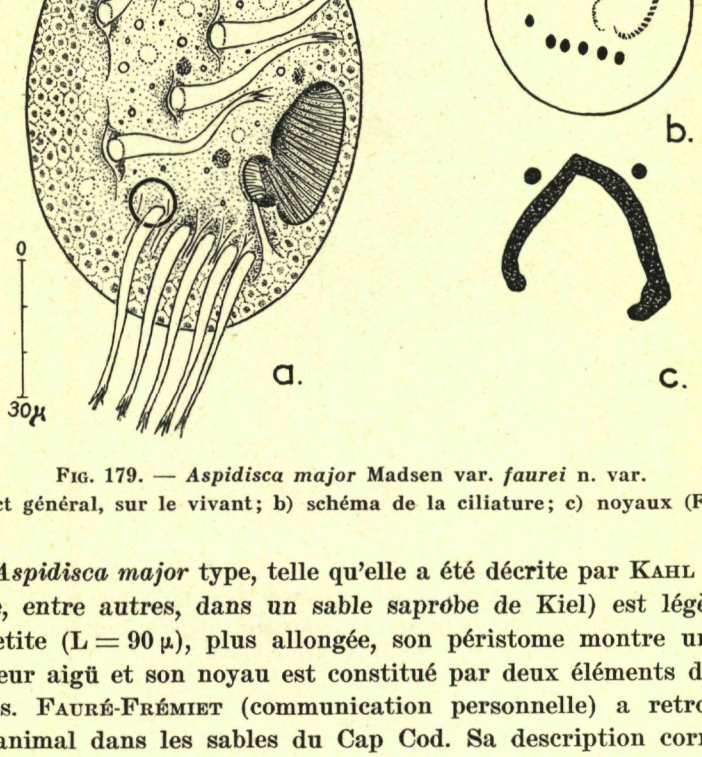

FIG. 179. — *Aspidisca major* Madsen var. *faurei* n. var.
a) Aspect général, sur le vivant; b) schéma de la ciliature; c) noyaux (FEULGEN).

L'*Aspidisca major* type, telle qu'elle a été décrite par KAHL (qui l'a trouvée, entre autres, dans un sable saprobe de Kiel) est légèrement plus petite (L = 90 µ), plus allongée, son péristome montre un angle postérieur aigü et son noyau est constitué par deux éléments distincts allongés. FAURÉ-FRÉMIET (communication personnelle) a retrouvé ce même animal dans les sables du Cap Cod. Sa description correspond bien à la diagnose de KAHL (1935), mais les individus du Cape Cod

mesuraient seulement 55 µ. En outre, les deux éléments macronucléaires étaient réunis par un isthme et le péristome apparaissait plus allongé.

L'espèce de Roscoff montrait le même nombre et la même disposition des cirres, mais la forme était plus arrondie, le noyau en forme de fer à cheval (muni de deux micronuclei) et le péristome petit et arrondi. Par ailleurs, la cuticule montrait une ornementation alvéolaire tandis qu'une vacuole contractile pouvait être observée postérieurement. La longueur atteignait 100 µ (presque le double de l'espèce du Cape Cod).

Aspidisca hyalina n. sp.
(fig. 180)

Cette jolie petite espèce a été trouvée dans le sable fin de l'Aber de Roscoff. Sa structure, assez particulière, ne nous a pas permis de l'assimiler à l'une des espèces connues. De forme ovalaire, pointue antérieurement, *Aspidisca hyalina* est pourvue de six cirres frontaux assez volumineux, d'un gros cirre ventral et de cinq puissants cirres transversaux (flanqués, à droite, de deux minuscules cirres satellites). Le péristome est arrondi et bordé (du côté droit) par une grande membrane ondulante. Le macronucleus est un gros boudin, légèrement recourbé en

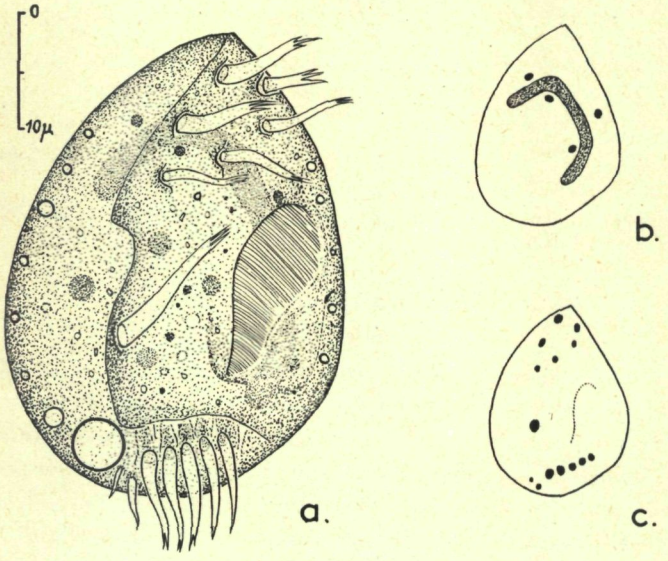

FIG. 180. — *Aspidisca hyalina* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) appareil nucléaire (vert de méthyle acétique); c) schéma de la ciliature.

fer à cheval et flanqué, de part et d'autre, de quatre micronuclei. On remarque aussi une grosse vacuole contractile postérieure, ainsi qu'une quantité d'autres vacuoles (contractiles ?) sur tout le pourtour du corps. Le cytoplasme est chargé en inclusions variées. De très petite taille (L : 40 µ), cette nouvelle *Aspidisca* se déplace très lentement entre les grains de sable.

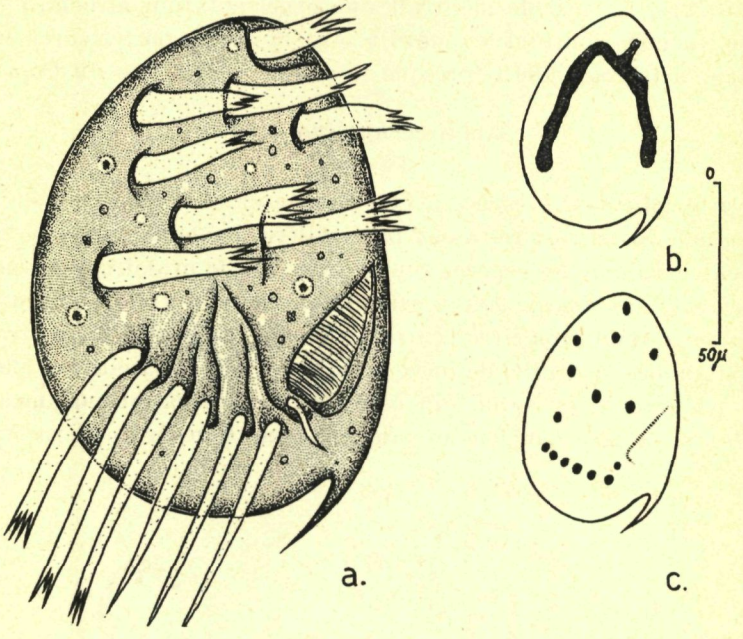

FIG. 181. — *Aspidisca fjeldi* n. sp.
a) Aspect général, sur le vivant; b) macronucleus (vert de méthyle acétique); c) schéma de la ciliature.

Aspidisca fjeldi (1) n. sp.
(fig. 181)

Cette nouvelle espèce a été trouvée en mars 1956, dans le sable fin du chenal de l'Ile Verte (Aber de Roscoff) en assez grande quantité. De taille plutôt grande (L = 60 à 70 µ), *Aspidisca fjeldi* reste assez proche de l'*Aspidisca polypoda*, aussi bien par sa forme générale que par le nombre total des cirres (six cirres transversaux et huit cirres frontiventraux). Elle s'en différencie toutefois par l'existence d'une fine épine sous-péristomienne, par la présence d'un petit cirre satellite, placé au-

(1) Dédiée à P. FJELD, protistologue norvégien.

dessus du sixième cirre transversal, par l'emplacement général des cirres fronto-dorsaux et par la disposition des plis cuticulaires. Le macronucleus est assez volumineux et recourbé en fer à cheval. Le péristome est petit et emprisonne une très fine membrane ondulante.

Une *Aspidisca* de forme semblable a été vue par DELPHY (1938) et décrite, très vaguement, sous le nom d'*Aspidisca pelvis*. Toutefois, cet auteur dessine huit cirres transversaux. La description étant tout à fait insuffisante, nous considérons que l'*A. pelvis* est destiné à demeurer un « nomen nudum ».

APPENDICE

LISTE DES CILIES PSAMMOPHILES DECRITS OU SIGNALES DANS LES SABLES LITTORAUX

(mer, eaux saumâtres, eaux douces)

GENRE, ESPÈCE	SIGNALÉE par	DISTRIBUTION CONNUE
FAMILLE : Holophryidae		
Nannophrya truncata	Kh	Helgoland
Holophrya biconica	Sr	Kiel
H. oblonga	D, Fj	Drøbak, Roscoff
H. vorax	D	Roscoff
Urotricha armata	D	Léman
Placus luciae	D	Roscoff
P. buddenbrocki	B, FF	Kiel, Cape Cod
P. striatus	B	Kiel
Stephanopogon colpoda	D	Roscoff
Pseudoprorodon arenicola	B, FF, Fj, D	Kiel, Drøbak, Roscoff, Concarneau
P. incisus	B	Kiel
P. protrichocystus	D	Léman
P. mononucleatum	B	Kiel
Plagiocampa incisa	B	Kiel
Prorodon möbiusi	Kh	Kiel
P. discolor	B, D	Kiel, Canet
P. marinus	D	Roscoff
P. penardi	D	Roscoff
P. ovum	D	Roscoff
P. vacuolatus	D	
P. arenarius	D	Banyuls
P. trichocystus	D	Canet
P. multinucleatum	D	Bloscon (Bretagne)
P. deflandrei	D	Léman
P. vermiforme	D	Léman
P. teres var. *lemani*	D	Léman
P. nucleolatus var. *magnus*	D	Léman
P. nucleolatus	D	Léman
P. diaphanus	D	Léman

Genre, espèce	signalée par	distribution connue
P. morgani	D	Fournelet (Camargue)
Rhagdostoma roscoffensis	D	Roscoff
Helicoprorodon gigas	Kh, FF, B, Fj, D	Kiel, Drøbak, Roscoff, Concarneau
H. minutus	B, D	Kiel, Roscoff
H. barbatus	D	Roscoff, Banyuls
H. multinucleatus	D	Roscoff
H. maximus	D	Roscoff
Lacrymaria acuta	Kh, D	Kiel, Roscoff
L. caudata	Kh, D, B, Fj	Kiel, Roscoff, Drøbak
L. salinarum	B, Fj	Drøbak, Kiel
L. olor var. *marina*	FF, D, B	Concarneau, Roscoff, Kiel
L. coronata	FF, D, B	Concarneau, Roscoff, Kiel
L. cohni	B	Kiel
L. affinis	B	Kiel
L. delamarei	D	Banyuls
L. rotundata	D	Roscoff
L. trichocystus	D	Banyuls
L. multinucleata	D	Roscoff
L. balechi	D	Roscoff
L. kahli	D	Roscoff
L. pupula	D	Léman
L. caudata var. *lemani*	D	Léman
Chaenea vorax	D	Roscoff
Ch. psammophila	D	Roscoff
Enchelyodon vacuolatus	D	Roscoff
E. laevis	D	Roscoff
Famille : Trachelocercidae		
Trachelocerca entzi	Kh, B, D	Kiel, Roscoff, Banyuls
T. tenuicollis	Kh, D	Roscoff, Kiel
T. gracilis	D	Banyuls
T. lacrymariae	D	Banyuls
T. geopetiti	D	Banyuls
T. schulzei	D	Canet
T. binucleata	D	Carantec
T. minuta	D	Roscoff

Genre, espèce	signalée par	distribution connue
Tracheloraphis phoenicopterus	FF, B, D	Cape Cod, Kiel, Roscoff, Banuyls
T. aragoi	D	Banyuls
T. remanei	D	Roscoff
T. drachi	D	Roscoff
T. incaudatus	B, Fj, Kh, D	Kiel, Drøbak, Roscoff
T. fasciolatus	Sr, Kh, B, D	Kiel, Roscoff
T. teissieri	D	Roscoff
T. prenanti	D	Roscoff
T. hyalinum	D	Roscoff
T. swedmarki	D	Roscoff
T. gracilis		Roscoff
T. griseus	Kh, B, D	Kiel, Roscoff
T. subviridis	Sr, Kh, B, Fj	Kiel, Drøbak
T. arenicolus	Sr, Kh, B, Fj	Roscoff
T. enigmaticus	D	Roscoff
Trachelonema longicollis	D	Roscoff
T. minima	D	Roscoff
T. grassei	D	Roscoff
Famille : Didiniidae		
Mesodinium pulex	B, D	Kiel, Roscoff
M. pulex fa. *pupula*	Kh, B, FF, D	Kiel, Concarneau, Cape Cod, Roscoff,
Didinium balbiani	B	Kiel
Famille : Colepidae		
Coleps pulcher	Spg, Kh, FF, B, D	Kiel, Concarneau, Roscoff
C. similis	Kh, B	Kiel
C. tesselatus	Kh, FF, B, D	Kiel, Cape Cod, Roscoff
C. arenarius	B	Kiel
C. remanei	B	Kiel
C. hirtus	D	Léman
C. elongatus	D	Léman

GENRE, ESPÈCE	SIGNALÉE par	DISTRIBUTION CONNUE
FAMILLE : **Spathiididae**		
Spathidium moniliforme	D	Léman
S. chlorelligerum	D	Léman
Paraspathidium fuscum	FF, Fj, D	Concarneau, Drøbak, Roscoff
Holomazoon caudatum	D	Léman
FAMILLE : **Amphileptidae**		
Lionotus cygnus	Kh	Kiel
L. cinctus var. *binucleatus*	Kh, Fj	Kiel, Drøbak
L. lamella	B, D	Kiel, Roscoff, Banyuls
L. anguilla	D	Roscoff
L. dusarti	D	Léman
L. duplostriatus	B	Kiel
L. fasciola	B	Kiel
Hemiophrys marina	B	Kiel
H. filum	B	Kiel
H. loxophylliformé	D	Roscoff
H. rotunda	D	Léman
H. fusidens	D	Canet
Loxophyllum simplex	Kh	Kiel
L. helus	B, D	Kiel, Roscoff, Banyuls
L. serratum	Kh	Kiel
L. vermiforme	Sr, Kh, B, Fj, D	Kiel, Drøbak, Roscoff
L. laevigatum	Sr, Kh, B, D	Kiel, Roscoff
L. undulatum	Sr, Kh, B, D	Kiel, Roscoff
L. multiplicatum	B	Kiel
L. trinucleatum	D	Roscoff
L. meleagris	D	Roscoff, Léman
L. setigerum	D	Roscoff, Banyuls
L. setigerum var. *fibrillatus*	D	Roscoff
L. pseudosetigerum	D	Roscoff
L. lanceolatum	D	Roscoff
L. variabilis	D	Roscoff, Banyuls
L. kahli	D	Roscoff
L. fibrillatum	D	Roscoff

GENRE, ESPÈCE	SIGNALÉE par	DISTRIBUTION CONNUE
L. psammophilum	D	Roscoff
Hemionotus caudatus	Kh, B, D	Kiel, Roscoff
Centrophorella fasciolata	Sr, Kh, FF, B, Fj, D	Kiel, Cape Cod, Concarneau, Drøbak, Roscoff
C. fistulosa	FF, Fj, D	Concarneau, Cape Cod, Drøbak, Roscoff
C. lanceolata	FF, B, D	Cape Cod, Kiel, Roscoff
C. grandis	D	Roscoff
C. faurei	D	Roscoff, Banyuls
C. trichocystus	D	Roscoff
C. longissima	D	Banyuls
C. minuta	D	Roscoff
FAMILLE : **Trachelidae**		
Trachelius ovum	D	Léman
Dileptus marinus	Kh, D, B	Kiel, Roscoff
D. thononensis	D	Léman
D. aculeatus	D	Léman
D. mucronatus	D	Léman
D. anser	D	Léman
D. estuarinus	D	Roscoff
FAMILLE : **Loxodidae**		
Loxodes magnus	D	Léman
L. penardi	D	Léman
L. rostrum	D	Léman
Remanella multinucleata	Kh, FF, B, D	Kiel, Concarneau, Roscoff, Banyuls
R. faurei	FF, D	Concarneau, Roscoff
R. gigas	D	Roscoff
R. swedmarki	D	Roscoff
R. caudata	D	Banyuls
R. granulosa	Kh, B, D	Kiel, Roscoff
R. levii	D	Roscoff
R. rugosa	Kh, B, D	Kiel, Roscoff
R. rugosa var. *unicorpusculata*	Kh, B, D	Kiel, Roscoff
R. microstoma	D	Banyuls

Genre, espèce	signalée par	distribution connue
R. obtusa	FF	Cape Cod
R. trichocystus	D	Roscoff
R. margaritifera	Kh, B, D	Kiel, Roscoff
R. minuta	D	Roscoff
*R. brunnea** (?)	Kh, B	Kiel
Ciliofaurea arenicola	D	Banyuls
C. ornata	D	Roscoff
C. mirabilis	D	Roscoff
*C. longissima** (?)	D	Roscoff
Famille : **Geleiidae**		
Geleia fossata	Kh, B, FF, Fj, D	Kiel, Concarneau, Cape Cod, Drøbak, Roscoff
G. decolor	Kh, B, FF, Fj, D	Kiel, Concarneau, Drøbak, Roscoff
G. nigriceps	Kh, B, Fj, D	Kiel, Drøbak, Roscoff
G. orbis	FF, Fj, D	Concarneau, Drøbak, Roscoff,
G. gigas	D	Banyuls
G. grandis	D	Banyuls, Roscoff
G. major	D	Roscoff
G. swedmarki	D	Roscoff
G. acuta	D	Roscoff
G. obliqua	D	Roscoff
G. heterotricha	D	Roscoff
G. hyalina	D	Roscoff
G. luci	D	Roscoff
G. vacuolata	D	Roscoff
G. simplex	FF	Cape Cod
Corlissia picta	D	Roscoff
Famille : **Nassulidae**		
Nassula ornata	D	Roscoff
N. elegans	D	Canet
Chilodontopsis caudata	Kh, B, Fj	Léman
Ch. vorax	D	Kiel, Drøbak
Ch. elongatus	D	Léman
Stomatophrya singularis	Kh	Kiel
S. aplanata	Kh, B	Kiel

(*) Espèces incertaines.

Genre, espèce	signalée par	distribution connue
Famille : Chlamydodontidae		
Chlamydodon triquetrus	B	Kiel
C. mnemosinae	FF, D	Concarneau, Roscoff
Ch. cyclops	D	Roscoff
Chilodonella psammophila	D	Roscoff
C. cucullulus	D	Léman
C. calkinsi	Kh	Kiel
Lynchella gadata	Kh	Kiel
L. aspidisciformis	Kh	Kiel
Cryptopharynx setigerum	Kh, D	Kiel, Roscoff, Concarneau
C. setigerum var. *furcatum*	D	Roscoff
C. multinucleatum	D	Roscoff
C. enigmaticum	D	Roscoff
Atopochilidon arenifer	Kh	Kiel
Famille : Dysteriidae		
Microdysteria aplanata	Kh	Kiel
Famille : Colpodidae		
Rhyposophrya aplanata	Kh	Helgoland
Coelosomides marina	FF, D	Concarneau, Roscoff
C. teissieri	D	Roscoff
Famille : Plagiopylidae		
Plagiopyla nasuta	D	Léman
Sonderia tubigula	Fj	Drøbak
S. labiata	FF, T	Concarneau
Discotricha papillifera	T	Concarneau
Famille : Frontoniidae		
Frontonia arenaria	Kh	Kiel
F. marina	B, D	Kiel, Roscoff, Banyuls, Ganet, Camargue

GENRE, ESPÈCE	SIGNALÉE par	DISTRIBUTION CONNUE
F. macrostoma	D	Roscoff
F. vacuolata	D	Roscoff
F. caneti	D	Canet
F. aberrans	D	Roscoff
F. bullingtoni	D	Léman
F. leucas	D	Léman
Epimecophrya cylindrica	Kh	Kiel
Platynematum hyalinum	Kh, B	Kiel
P. denticulatum	B	Kiel
Pseudoplatynematum loricatum	B	Kiel
P. parvum	B	Kiel
Uropedalium pyriforme	B	Kiel
Uronema marinum	Kh, B, FF,	Kiel
Cardiostoma vermiforme	D	Kiel, Concarneau, Roscoff, Banyuls
Lembadion bullinum (var. ?)	D	Léman
FAMILLE : **Philasterides**		
Helicostoma buddenbrocki	B	Kiel
Helicostoma notatum	D	Roscoff
FAMILLE : **Pleuronematidae**		
Cyclidium veliferum	Kh, D	Kiel, Roscoff
C. candens	B	Kiel
Cristigera setosa	Kh, D	Kiel, Roscoff
C. sulcata	Kh	Kiel
C. phoenix	D	Léman
Pleuronema coronatum	Kh, B, D	Kiel, Roscoff, Banyuls
P. marinum	D, FF	Roscoff, Concarneau, Banyuls, Fournelet
P. arenicola	D	Roscoff
P. oculata	D	Roscoff
P. simplex	D	Roscoff
P. grassei	D	Léman
P. crassum	D	Léman
Histiobalantium marinum	Kh, FF, D	Kiel, Concarneau, Roscoff
H. marinum var. *majus*	Kh, D	Kiel, Roscoff

Genre, espèce	signalée par	Distribution connue
Famille : Lembidae		
Cohnilembrus verminus	B	Kiel
Famille : Metopidae		
Metopus contortus	B	Kiel
M. contortus var. *pellitus*	Kh	Kiel
M. spiralis	D	Léman
M. lemani	D	Léman
Caenomorpha capucina	D	Léman
Famille : Spirostomidae		
Spirostomum teres	D	Canet, Léman
S. filum	D	Léman
S. intermedium	D	Léman
S. ambiguum	D	Léman
Blepharisma clarissimum	B, Fj	Kiel, Drøbak
B. clarissimum var. *arenicola*	Kh, FF, D, Fj	Kiel, Concarneau, Cape Cod, Roscoff
B. clarissimum var. *longissimum*	B	Kiel
B. salinarum	B	Kiel
B. steini	D	Léman
B. multinucleata	D	Léman
Parablepharisma pellitum	FF	Cape Cod, Concarneau
Gruberia uninucleata	Kh, D	Kiel, Roscoff
G. binucleata	D	Roscoff
Protocrucia granulosa	Kh	Kiel
Condylostoma remanei	Spg, Kh, B, FF, Fj, D	Kiel, Concarneau, Drøbak, Roscoff Banyuls
C. remanei var. *oxyoura*	D	Fournelet
C. arenarium	Spg, Kh, B, FF, D, V.B.	Kiel, Concarneau, Roscoff
C. arenarium fa. *proturostyla*	B	Kiel
C. patens	FF, D, V.B.	Concarneau, Roscoff, Banyuls
C. patulum	B	Kiel
C. psammophylum	B	Kiel
C. enigmatica	D	Roscoff
C. minima	D	Roscoff

GENRE, ESPÈCE	SIGNALÉE par	CONNUE DISTRIBUTION
C. acuta	D	Carantec
C. kahli	D	Roscoff
C. nigra	D	Léman
C. tardum	D	Léman
FAMILLE : **Stentoridae**		
Stentor polymorphus	D	Léman
FAMILLE : **Peritromidae**		
Peritromus faurei	B, Fj, D	Kiel, Drøbak, Roscoff
FAMILLE : **Halteridae**		
Strombidium sauerbrayae	Kh, B, FF	Kiel, Concarneau
S. sauerbrayae var. *fourneleti*	D	Fournelet
S. latum	Kh, B, FF	Kiel, Concarneau
S. cinctum	Kh	Kiel
S. kahli	B	Kiel
S. arenicola	D	Roscoff
S. macronucleatum	D	Roscoff
S. faurei	D	Roscoff
FAMILLE : **Strobilididae**		
Strobilidium caudatum	Kh	Kiel
FAMILLE : **Epalcidae**		
Saprodinium dentatum	D	Léman
FAMILLE : **Oxytrichidae**		
Uroleptus rattulus	D	Léman
Urostrongylum caudatum	B, FF, D	Kiel, Cape Cod, Roscoff
Strongilidium arenicola	D	Banyuls
Urostyla dispar	Kh	Kiel
U. marina	Kh	Kiel
Keronopsis globulifera	Kh	Kiel

Genre, espèce	signalée par	Distribution connue
K. ovalis var. *arenicola*	Kh, B	Kiel
K. flavicans	B	Kiel
K. pulchra	B	Kiel
K. monilata	D	Roscoff
K. arenivorus	D	Roscoff
Epiclintes ambiguus	FF, B, D	Concarneau, Roscoff, Kiel
Holosticha discocephalus	Kh, B, FF, D	Kiel, Concarneau, Roscoff
H. extensa	Kh	Kiel
H. alveolata	Kh	Kiel
H. arenicola	Kh	Kiel
H. kessleri	B	Kiel
Amphisiella milnei	Kh, B	Kiel
A. annulata	B	Kiel
A. oblonga	D	Léman
Baladyna euplotes	D	Léman
Trachelostyla caudata	Kh, B, Fj	Kiel, Drøbak
Trachelostyla pediculiformis	B, Fj	Kiel, Drøbak
T. dubia	D	Roscoff
Banyulsela viridis	D	Banyuls
Micromitra brevicaudata	Kh, B	Kiel
Oxytricha discifera	Kh	Kiel
O. marina	B	Kiel
Trachysoma saltans	Kh, B	Kiel
Histrio similis	B	Kiel
Famille : **Euplotidae**		
Discocephalus rotarius	Sr, Kh, B, FF, D	Kiel, Concarneau, Cape Cod, Roscoff
D. ehrenbergi	Kh, FF, D	Kiel, Cape Cod, Roscoff
D. grandis	D	Roscoff
Certesia quadrilineata	Kh, B	Kiel
Euplotes cristatus	Kh, B	Kiel
E. bisulcatus	Kh	Kiel
E. moëbiusi	B	Kiel
E. trisulcatus	B	Kiel
E. vannus	D	Roscoff
E. vannus var. *balticus*	Kh, B	Kiel
E. balteatus	B	Kiel
E. harpa	D	Banyuls
E. elegans fa. *littoralis*	D	Banyuls

Genre, espèce	signalée par	Distribution connue
E. aberrans	D	Roscoff
E. patella var. *lemani*	D	Léman
Diophrys irmgard	Kh, B, D	Kiel, Roscoff
Diophrys scutum	Kh, FF, B, D	Kiel, Concarneau, Cape Cod, Roscoff
Uronychia transfuga	FF, B, D	Kiel, Cape Cod, Roscoff
Swedmarkia arenicola	D, FF	Roscoff, Concarneau, Banyuls
Lacazea ovalis	D	Roscoff
Famille : **Aspidiscidae**		
Aspidisca mutans	Kh	Kiel
A. major	FF	Cape Cod
A. major var. *faurei*	D	Roscoff
A. fusca	B	Kiel
A. robusta	B	Kiel
A. angulata	B	Kiel
A. sedigita	D	Roscoff
A. lyncaster	D	Roscoff
A. polypoda	D	Roscoff
A. hyalina	D	Roscoff
A. fjledi	D	Roscoff
Famille : **Scyphidiidae**		
Scyphidia hydrobiae	Kh	Kiel

Explication des abréviations

Sr : Sauerbrey
Spg : Spiegel
Kh : Kahl
VB : Villeneuve-Brachon
B : Bock
FF : Fauré-Frémiet
Fj : Fjeld
T : Tuffrau
D : Dragesco.

RESUME

1°) Les Ciliés d'un grand nombre de types de sables, marins, saumâtres ou dulcaquicoles ont été étudiés du point de vue systématique, morphologique, cytologique et écologique.

2°) Des courbes granulométriques des principaux types de sables étudiés ont été dressées, suivant l'interprétation graphique donnée par FAURÉ-FRÉMIET (1950).

3°) Des listes d'espèces et des statistiques de fréquence ont été établies pour plusieurs échantillons de sables typiques.

4°) Deux cent cinquante espèces de ciliés psammobies ont pu être déterminées avec certitude. La plupart d'entre eux ont été décrits et figurés. Plus de 130 espèces semblent être nouvelles (six nouveaux genres ont été créés).

5°) Les conceptions de FAURÉ-FRÉMIET (1950) concernant le rapport existant entre la granulométrie des sables et le type de faunule qui s'y développe, ont été confirmées et précisées : la *faunule microporale,* qui comprend maintenant plus de cent espèces, se retrouve régulièrement dans les sables fins et homogènes. Les faunules *méso-* et *euryporale* se retrouvent dans tous les échantillons, mais sont plus répandues dans les sables grossiers ;

6°) Les sables saumâtres et dulcaquicoles constituent des cas particuliers; il est pratiquement impossible d'y distinguer les trois faunules citées plus haut.

7°) La densité de population d'un sable de granulométrie favorable est fonction aussi de l'agitation mécanique (qui est nocive lorsqu'elle est trop violente) et de la richesse en matières organiques (les sables trop purs restant toujours faiblement peuplés). La température joue un rôle plus effacé (trop basse, elle inhibe le développement de nombreuses espèces). La présence d'une nourriture abondante (support végétal) influe favorablement sur le développement de la faunule infusorienne.

8°) Les sables très colmatés (par de la vase ou des débris de coquillages) ou particulièrement saprobes, sont très peu propices au développement d'une faunule abondante.

9°) La vie interstitielle entraîne des adaptations morphologiques et biologiques incontestables : forme allongée (nématomorphe) du corps, aplatissement, réduction de la ciliature sur l'une des faces, thigmotaxie, nourriture macrophage, grande fragilité.

10°) Cytologiquement, les ciliés les plus typiquement interstitiels se distinguent par leur macronuclei presque dépourvus d'acide désoxyribonucléique et leurs inclusions calcaires.

BIBLIOGRAPHIE

Balbiani (E.C.), 1890). — Etude sur le Loxode. *Ann. Microg. 2,* p. 1-31.

Bock (K. J.), 1952. — Uber einige holo-und spirotriche Ciliaten aus den marinen Sandgebieten der Kieler Bucht. *Zool. Anzeiger,* Bd. 149, H 5/6, p. 107-115.

Bock (K. J.), 1952. — Zur Ökologie der Ciliaten des marinen Sand grundes der Kieler Bucht I. *Kieler Meeresforch,* v. 9, 1, p. 77-89.

Bock (K. J.), 1953. — Zur Ökologie der Ciliaten des marinen Sandgrundes der Kieler Bucht II. *Kieler Meeresforsch,* v. 9, 2, p. 252-256.

Bovard (J. F.), 1907. — The structure and movement of « Condylostoma patens ». *Univ. Calif. Publi. Zool.,* 3, p. 343-368.

Bruch (J. R.), 1928. — Physical factor on the sandy beach *Part. I,* Tidal, climatic and edaphic. *J. Mar. Biol. Assoc.,* 15, p. 535-552.

Bruch (J.R.), 1928. — *Part. II,* Chemical changes, carbon dioxides concentration and sulphides. *J. Mar. Biol. Assoc.,* 15, p. 553-606.

Bullington (W. E.), 1939. — A study of Spiraling in the Ciliate *Frontonia,* with a review of the Genus and a Description of two new Species. *Arch. f. Protistenk,* v. 92, p. 10-67.

Bullington (W.E.), 1940. — Some ciliates from Tortugas. *D. F. Tortugas Lab.,* V, XXXII,, p. 182-220.

Claparède (E.) et Lachmann (J.), 1858-59. — *Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes,* p. 1-482, Genève.

Delphy (J.), 1938. — Etudes de morphologie et de physiologie sur la faune d'Arcachon. *Bull. Station. biol. d'Arcachon,* v. 35, p. 49-75.

Delphy (J.), 1939. — *Gruvelina* n. v. gen. *longissima* sp. et quelques autres protozoaires ciliés observés à Dinard. *Bull. Lab. Mar. Dinard,* V, XX, p. 52-55.

Dragesco (J.), 1952. — The mucoid trichocysts of Flagellates and Ciliates. *Proc. Soc. Protozool.,* 3, p. 15.

Dragesco (J.), 1954. — Diagnoses préliminaires de quelques ciliés nouveaux. *Bull. Soc. Zool. France,* V, LXXIX, 1, p. 62-70.

DRAGESCO (J.), 1954. — Diagnoses préliminaires de quelques ciliés psammophiles nouveaux. *Bull. Soc. Zool. France,* V, LXXIX, 1, p. 57-62.

DRAGESCO (J.), 1954. — Sur l'écologie des ciliés psammophiles littoraux de la région de Banyuls-sur-Mer (P.-O.). *Vie et Milieu,* v. IV, 4, p. 627-632.

DRAGESCO (J.), 1954. — Diagnoses préliminaires de quelques ciliés nouveaux des sables de Banyuls-sur-Mer. *Vie et Milieu,* v. IV, 4, p. 633-637.

EHRENBERG (1834). — Organisation in der Richtung des Kleinsten *Raümes.* Dritterbeitrag, Berlin, 1834.

FAURÉ-FRÉMIET (E.), 1950. — Ecologie des ciliés psammophiles littoraux. *Bulletin Biologique,* V. LXXXIV, 1, p. 35-75.

FAURÉ-FRÉMIET (E.), 1950. — Caulobactéries épizoïques associées aux *Centrophorella* (ciliés Holotriches). *Bull. Soc. Zool. France,* V., LXXV, 4, p. 134-137.

FAURÉ-FRÉMIET (E.), 1951. — The tydal Rhythm of the Diatom *Hantzchia amphioxus. Biol. Bull.,* V. 160, 3, p. 173-177.

FAURÉ-FRÉMIET (E.), 1951. — The marine sanddwelling ciliates of Cape Cod. *Biol. Bull.,* V. 100, n° 1, p. 59-70.

FAURÉ-FRÉMIET (E.), 1954. — Réorganisation du type Endomixique chez les *Loxodidae* et chez les *Centrophorella. Journ. of Protozool.,* v. I, p. 20-27.

FAURÉ-FRÉMIET (E.) et TUFFRAU (M.), 1955. — *Sonderia labiata* n. sp., cilié Trichostome psammobie. *Hydrobiologia,* v. VII, 3, p. 210-218.

FJELD (P.), 1955. — On some Marine Psammobiotic Ciliates from Drøbak (Norway). *Nytt Magasin Zool.,* v. 3, p. 5-60.

GESSNER (H.), 1936. — L'analyse mécanique, tamisage, sédimentation, lévigation. Trad. J. Ph. Buffle, *éd. Dunod,* Paris.

KAHL (A.), 1926. — Neue und wenig bekannte Formen des Holotrichen und heterotrichen Ciliaten. *Arch. f. Protistenk,* v. 55, p. 197-239.

KAHL (A.), 1930-35. — Wimpertiere oder Ciliata (Eine Bearbeitung der freilebenden und ectocomensalen Infusorien der Erde, under ausschluss der marinen Tintinnidae) in *Tierwelt Deutschlands,* Teil 18, v. 21, 25 et 30, p. 1-886.

KAHL (A.), 1933). — Ciliata libera et ectocommensalia *Tierwelt n. und Ostsee,* v. 2, p. 29-193.

KASANZEFF (W.), 1910. — Zur Kenntnis von *Loxodes rostrum. Arch. f. Protistenk,* v. 8, p. 344-368.

KISSELBACH (A.), 1935. — Der Einfluss erhöhter temperatur auf *Condylostoma arenarium*. *Arch. f. Protistenk*, v. 85, p. 436-442.

KIRBY (H. Jr.), 1934. — Some Ciliates from salt marshes in California. *Arch. f. Protistenk*, v. 82, p. 114-134.

KIRBY (H. Jr.), 1941. — Organisms living on and in protozoa in CALKINS et SUMMERS : Protozoa ch. 20, p. 1009-1113. *Columbia Univ. Press.*

LEBEDEW (W.), 1909. — Uber *Trachelocerca phoenicopterus*. *Arch. f. Protistenk*, v. 13.

LEVI (C.), 1950. — Contribution à l'étude des Gastrotriches de la région de Roscoff. *Arch. Zool. Exper. Gen.*, 87, 1.

MAUPAS (E.), 1883. — Contribution à l'étude morphologique et anatomique des Infusoires Ciliés. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, v. 1, p. 427-664.

MÖBIUS (K.), 1888. — Druchstüche einer Infusorienfauna der Kielen Bucht. *Arch. Naturgersch*, p. 81-116.

MORGAN (W. de), 1925. — Some Marine Ciliates Living in the Laboratory-Tanks at Plymouth, with a description of a New Species, *Holophyra coronata*. *J. Mar. Biol. Assoc.*, v. 13, p. 600-658.

MORGAN (W. de), 1926. — Further observations on Marina Ciliates living in the Laboratory-Tanks at Plymouth. *J. Mar. Biol. Assoc.*, v. 14, p. 23-53.

NICHOLS (A. G.), 1935. — Copepods from the interstitial fauna of a sandy beach. *J. Mar. Biol. Assoc.*, v. 20, p. 379-404.

NOLAND (L. E.), 1937. — Observations on marine Ciliates of the Gulf coast of Florida. *Trans. Amer. Micr. Soc.*, v. 56, p. 160-171.

PENARD (E.), 1917. — Le genre *Loxodes*. *Rev. Suisse Zool.*, v. 25.

PENARD (E.), 1922. — *Etudes sur les Infusoires d'eau douce*, p. 1-330, Genève.

PENNAK (R. W.), 1951. — Comparative ecology of the interstitial fauna of fresh water and marine beaches. *Année biologique*, 3e sér., v. 27.

PRENANT (M.), 1932. — L'analyse mécanique des sables littoraux et leurs qualités écologiques. *Arch. Zool. Exp. et Gén.*, v. 24, p. 581-595.

PRENANT (M.), 1955. — Position des maxima caractéristiques dans les graphiques granulométriques de fréquence, établis pour les sables de la zone des marées sur les côtes bretonnes. *C. R. Ac. Sc.*, v. 241, p. 1062-1064.

REMANE (A.), 1933. — Verteilung und Organisation der Benthonischen Mikrofauna der Kieler Bucht. *Wiss. Meeresunters Kiel*, v. 21.

REMANE (A.), 1940. — Einführung in die zoologische Ökologie der Nord-

und Ostsee in GRIMPE und WAGLER *Tierwelt der Nord und Ostsee. Akad. Verlagsges Leipzig.*

REMANE (A.), 1952. — « Die Besiedelung d. Saudbodens im Meere und die Bedeutung der Lebensformtypen für die Ökologie. *Verh. Deutsch. Zool. Ges.*, Wilhelmshaven.

OZAKI (Y.) and YAGIU (R.), 1941. — Studies on the marine Ciliates of Japan, mainly from the Setonaïkai. — I. *Journ. Sc. Hiroshima Univ.*, ser. B, div. I, v. 8; *Ibid.*, II. *Jour. Sc. Hiroshima Univ.*, ser. B, v. 9.

SAUERBREY (E.), 1928. — Beobachtungen über einge neue, oder wenig, bekannte, Ciliaten. *Arch. f. Protistenk*, v. 62, p. 355-408.

SPIEGEL (A.), 1926. — Einige neue marine Ciliaten. *Arch. Protistenk*, v. 55, p. 184-191.

STOWELL (F. P.), 1927. — The adsorption of ions from sea-water by sand. *J. Mar. Biol. Assoc.*, v. 14, p. 955-966.

SWEDMARK (B.), 1950. — Contribution à l'étude de la microfaune des sables de Roscoff. *Arch. Zool. Exper. et Gén.*, v. 87, N et R, n° 1.

SWEDMARK (B.), 1955. — Recherches sur la morphologie, le développement et la biologie de *P. balanoglossoides*. *Arch. Zool. Exper. Gen.*, v. 92, p. 141-220.

TUFFRAU (M.), 1954. — *Discotricha papillifera n. g.* n. sp. Ciliée psammobie de la famille des *Trichopelmidae*. *Journ. of Protozoologists*, v. 1, p. 183-186.

VILLENEUVE-BRACHON (S.), 1940. — Recherches sur les ciliés hétérotriches. *Arch. Zool. Exp.. Gén.*, v. 82, p. 1-180.

WRZESNIOWSKI (A.), 1867. — Beobachtungen über Infusiorien aus der Umgebung von Warschau. *Jahrb. wis. ges.*, Krakau, v. 35.

WRZESNIOWSKI (A.), 1870. — Beobachtungen über Infusorien aus der Umgebung von Warschau. *Z. Wiss. Zool.*, v. 20, p. 467-511.

WISZNIEWSKI (J.), 1934. — Recherches écologiques sur le psammon et spéciaelment sur les Rotifères psammiques. *Arch. Hydrobiol.*, Ribodwa, v. 8.

Achevé d'imprimer en novembre 1960
sur les presses de l'imprimerie Louis-Jean
Gap - (H.-A.)

Dépot légal : 216 - 1960

ROSCOFF
ΛΙΜΕΝ ΑΣΦΑΛΟΥΣ