

Infraciliature et morphométrie de cinq espèces de ciliés mésopsammiques méditerranéens

Jean DRAGESCO

Laboratoire privé van Leeuwenhoek

394, bd du Grand Devois - F-34980 Saint-Clément-de-Rivière

Résumé : Cinq espèces de ciliés interstitiels, récoltés sur les plages de sable fin de la région de Sète, France, ont été étudiés, grâce à une amélioration des techniques de fixation et d'imprégnation par le protargol, afin de préciser leur morphologie et de détailler leur structure infraciliaire à l'aide des méthodes morphométriques. Les espèces étudiées sont : *Trachelolophos setensis* n. sp., troisième espèce de ce nouveau genre, décrit en 1996, *Paraclathrostoma gigas* n. sp., deuxième espèce du genre, *Condylostoma longicaudata* n. sp., ici comparée aux autres espèces pourvues d'une pointe caudale, *Metopus contortus*, redécrite avec plus de précision et *Blepharisma parasalinarum* n. sp. confrontée aux divers morphotypes d'*Anigsteinia salinarum*.

Abstract: *Infraciliation and morphometry of five species of mesopsammic mediteranean ciliates.*

Five species of interstitial ciliates, collected on the beaches of fine sand in the Sète area, France, have been studied thanks to an improvement of the fixation and protargol impregnation technics, in order to specify their morphology and to detail their infraciliature with the aid of morphometric methods. These species are: *Trachelolophos setensis* n. sp., third species of a new genus, described in 1996, *Paraclathrostoma gigas* n. sp., second species of the genus, *Condylostoma longicaudata* n. sp., compared to the others species provided with a caudal tip, *Metopus contortus* redescribed with more details and *Blepharisma parasalinarum* n. sp. which is compared with various morphotypes of *Anigstenia salinarum*.

Keywords : New marine ciliates, infraciliature, morphometry, mesopsammon.

Introduction

L'étude détaillée de l'infraciliature des ciliés marins interstitiels laisse encore beaucoup à désirer, un grand nombre d'espèces étant particulièrement fragiles et difficiles à fixer et à imprégner par le nitrate ou le protéinate d'argent. Aucune n'a fait l'objet d'études morphométriques. Il y a donc lieu d'entreprendre, par le détail, la description d'un assez grand nombre d'espèces mésopsammiques rares, nouvelles ou peu connues.

Matériel et méthodes

Les cinq espèces qui font l'objet de cette étude proviennent des sables côtiers de la région de Sète ; les 3 premières ont été récoltées sur des plages abritées (la Corniche, près de la pointe du Lazaret), les deux dernières se sont développées dans un échantillon de sable récolté dans l'étang de Thau (sable de surface à 1 et 2 m de profondeur).

Environ 15 à 20 ml d'eau de mer et de sable sont prélevés et déposés dans une boîte de Petri, en y ajoutant quelques ml de chlorure de magnésium à 12 % (Fauré-Fremiet, 1950), dans le but de diminuer le thigmotactisme

Reçu le 3 octobre 1996 ; accepté après révision le 14 janvier 1997.

Received 3 October 1996 ; accepted in revised form 14 January 1997.

des ciliés, vis-à-vis des grains de sable, afin de pouvoir les recueillir plus facilement. Les ciliés sont collectés individuellement, à l'aide d'une micropipette à double étirage (Dragesco et Dragesco - Kernéis, 1986).

Il a toujours été extrêmement difficile (souvent impossible) de fixer correctement les espèces fragiles, notamment les *Karyorelictea*. Un nouveau liquide fixateur, donnant de très bons résultats, le D₄, a été mis au point dans notre laboratoire en août 1994. Le D₄ doit être préparé au moment de l'emploi : 5 parties de glutaraldéhyde à 25 %, 5 parties de chlorure de mercure (solution saturée), 3 parties de tétr oxyde d'osmium à 2 % et 1 partie d'acide acétique glacial (Foissner et Dragesco, 1996a). Dans certains cas, un autre fixateur nouveau, le D₃, peut donner des résultats intéressants (mise en évidence de la ciliature des espèces très contractiles) ; le D₃ est constitué de glutaraldéhyde à 25 % et de tétr oxyde d'osmium à 2 % en proportions égales. Pour les espèces moins fragiles (et pour faciliter le blanchiment ultérieur), on peut aussi utiliser le D₁ = 40 ml de liquide fixateur de Bouin, plus 10 ml de formaldéhyde, plus 3 ml d'acide acétique. La durée de fixation est de 5 à 30 minutes, pour les fixateurs D₄ et D₃ et de 30 minutes à plusieurs heures pour le D₁.

La réussite d'une bonne imprégnation, par le protéinate d'argent (protargol, de préférence Merck) dépend du blanchiment à l'hypochlorite de sodium (Tuffrau, 1967) qui se pratique en salière, après lavage des cellules à l'eau distillée. La concentration de la solution d'hypochlorite joue un rôle primordial : il faut commencer avec une solution à 0,5 %, qui réussit à éclaircir convenablement la plupart des espèces (surtout après fixation par le D₁). Une fixation, un peu prolongée dans du D₄, sur des ciliés de grande taille, peut nécessiter des concentrations d'hypochlorite allant de 0,75 % à 1 %, voire 1,25 %. La durée du blanchiment est d'environ 5 minutes. Les espèces gigantesques, ou trop pigmentées, restent difficiles à blanchir, même avec de l'hypochlorite à 1,5 %, car on finit par détruire les structures que l'on veut mettre en évidence.

Les ciliés ont été imprégnés par le protargol suivant la méthode de Wilbert (1975), légèrement modifiée par Foissner (1991) et par nous-mêmes.

Les mensurations et les comptages, sur les individus fixés, ont été obtenus à des grossissements de x 600, x 1328 et x 2600 ; des données statistiques classiques accompagnent les descriptions de chaque espèce.

Les dessins ont été réalisés, à la chambre claire, à des grossissements de x 1328 et x 2600. Pour chacune des espèces décrites, des lames imprégnées par le protargol (néotypes) ont été sélectionnées, marquées et envoyées au Oberösterreichisches Landesmuseum de Linz (Autriche).

Classe des *Karyorelictea* Corliss, 1974 Ordre des *Trachelocercida* Kent, 1881

Trachelolophos setensis n. sp.

(Figs. 1 à 30 - Tableaux 1 et 2)

Ce cilié est l'un des plus fréquents, dans diverses stations de sables fins côtiers de Sète, France, et ceci en toute saison. Son étude est difficile, à cause de sa grande taille car, si la fixation au fixateur D₄ est aisée, le blanchiment à l'hypochlorite est très délicat et l'on obtient rarement des imprégnations parfaites au protargol. Cette étude porte sur plus de 20 individus correctement imprégnés et sur des observations sur le vivant.

Diagnose

Trachelolophos Foissner et Dragesco, 1996, typique, possédant une touffe ciliaire dans la cavité orale, une cinétie circumorale à dicinétides, une zone "glabre" étroite, emprisonnant une cinétie porteuse de soies de structure simple. Absence de "brosse". L'espèce de Sète se caractérise par sa grande taille (1500 x 60 µm, sur le vivant), sa région caudale large et arrondie, une "capsule" nucléaire contenant 4 macronoyaux et 2 micronoyaux, un cytoplasme transparent et incolore, de très petits mucocystes, 55 à 66 cinéties méridiennes (au milieu du corps). La touffe ciliaire orale est portée par 46 à 70 dicinétides.

Lieu de prélèvement : plage abritée au niveau de la Corniche (pointe du Lazaret) de Sète (France).

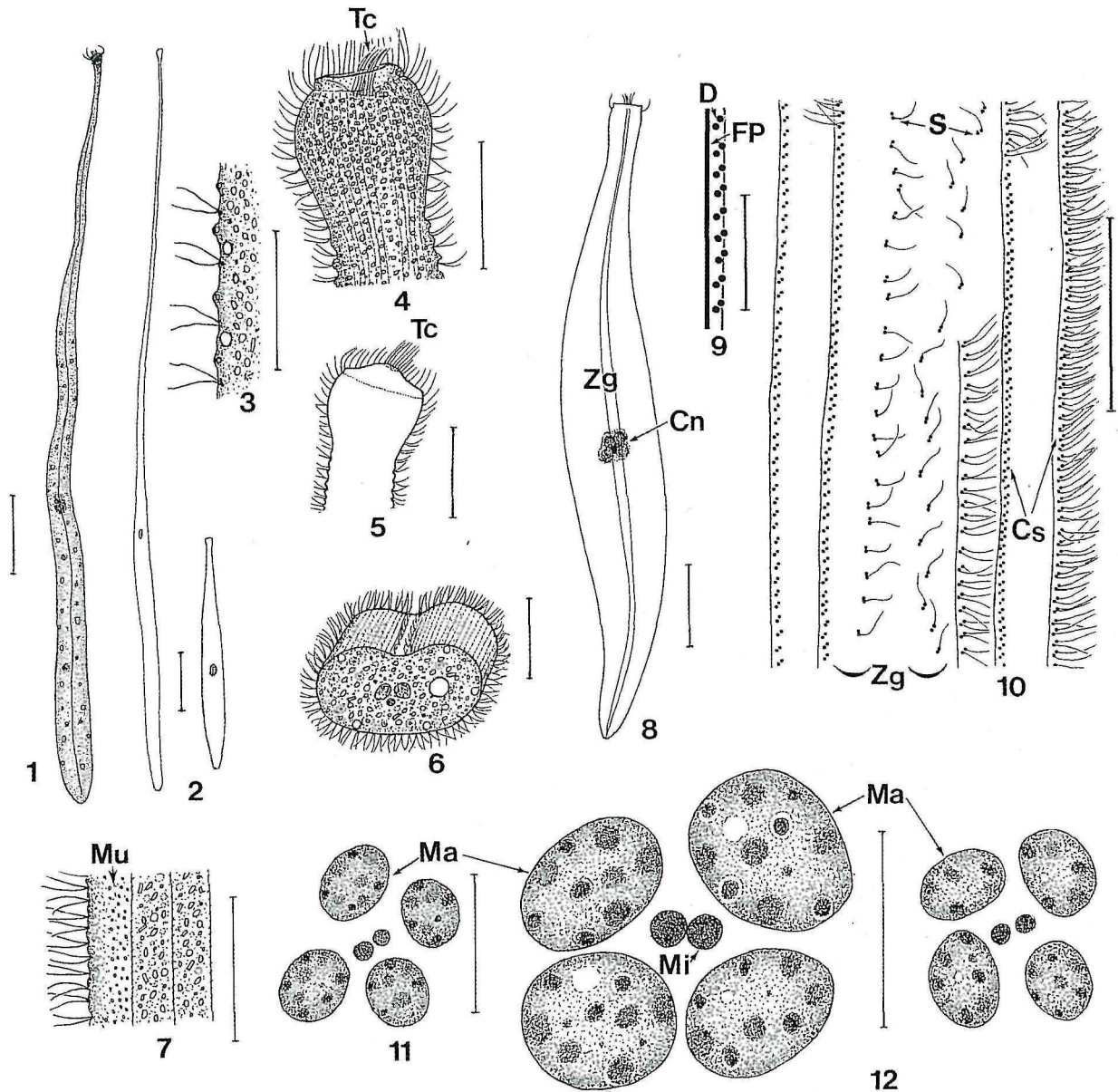
Spécimens types : 2 lames contenant un holotype et un paratype de *Trachelolophos setensis* imprégnés par le protargol, déposées dans la collection de préparations de ciliés de l'Oberösterreichische Landesmuseum de Linz (Autriche) (n° 1997.1, 1997.2).

Etymologie : la dénomination "*setensis*" se réfère au lieu de récolte de l'espèce.

Description

Trachelolophos setensis est facilement reconnaissable par sa grande taille (L = 1000 à 2000 µm), son aspect filiforme, sa contractilité relativement symétrique, son cytoplasme légèrement laiteux et sa région terminale arrondie. L'ectoplasme est hyalin, de fins mucocystes garnissent les espaces intercinétiques. L'action des colorants vitaux (bleu brillant de crésyl) entraîne l'explosion des mucocystes. L'endoplasme incolore présente de nombreuses vacuoles, de taille variée, une sorte de "capsule" nucléaire - centrale - ainsi que de très nombreuses inclusions réfringentes ovales (caractéristiques des *Trachelocercidae*) (Fig. 1 à 6).

La région apicale montre une "tête" arrondie, qui peut, soit se creuser en entonnoir, soit, au contraire, développer une protubérance garnie d'une touffe ciliaire, constituée d'une cinquantaine de cils, généralement immobiles, parfois animés de mouvements lents mais coordonnés (Figs. 4 et 5).



Figures 1-12. *Trachelolophos setensis* n. sp., sur le vivant (1-7) et après imprégnation par le protargol (8-12). **1 :** forme générale, extension moyenne. **2 :** extension et contraction maximale. **3 :** cortex, mucocystes, cils, vacuoles. **4 :** "tête", avec touffe ciliaire apicale (dans la cavité orale), ciliature et grande concentration de granules réfringents. **5 :** extrusion de la touffe ciliaire apicale après compression. **6 :** section théorique du corps : noyaux, vacuoles, ciliature. **7 :** ectoplasme. A gauche rangée de mucocystes et cils, à droite granulations intracytoplasmiques. **8 :** forme générale, après fixation (contraction presque symétrique) montrant la zone "glabre" et la capsule nucléaire. **9 :** schéma de l'infraciliature somatique : dikinétides, fibre postciliaire, cinétodesme. **10 :** infraciliature somatique, au niveau de la zone "glabre", cinéties somatiques, cinétie pourvue de soies (avec polarité inversée sur les branches opposées). **11 :** appareil nucléaire, coloré par le vert de méthyle-pyronine. **12 :** appareil nucléaire imprégné par le protargol (à gauche macronoyaux et micronoyaux géants).

Echelles : 100 µm (1, 2, 8), 5 µm (9) et 10 µm (3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12).

Figures 1-12. *Trachelolophos setensis* n. sp., from life (1-7) and after protargol impregnation (8-12). **1 :** general morphology, mean extension. **2 :** extension and contraction at maximum. **3 :** cortex, mucocysts, cilia, vacuoles. **4 :** "head" with apical ciliary tuft (in the oral cavity), ciliature and concentration of abundant refringent granules. **5 :** apical ciliary tuft extrusion, after compression. **6 :** theoretical section of the body: nuclei, vacuoles, ciliature. **7 :** ectoplasm. On the left, row of mucocysts and cilia, on the right, intracytoplasmic granulations. **8 :** general morphology, after fixation (almost symmetrical contraction) showing the glabrous stripe and the nuclear capsule (rosette). **9 :** diagram of the somatic infraciliature: dikinetics, postciliodesma, kinetodesma. **10 :** somatic infraciliature, at the glabrous stripe level, somatic kinety, bristle kinety (with reverse polarity on the opposite branches). **11 :** nuclear apparatus, after methyl green-pyronin action, post vital staining. **12 :** protargol impregnated nuclear apparatus (on the left, giant macronuclei and micronuclei).

Scale bars: 100 µm (1, 2, 8), 5 µm (9), 10 µm (3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12).

Tableau 1. *Trachelolophos setensis* n. sp. (variété à 4 macronoyaux).**Table 1.** *Trachelolophos setensis* n. sp. (variety with 4 macronuclei).

	x	M	E.T.	E.S.	C.V.%	Min.	Max.	n
Longueur	1114	1100	321	78	28,8	650	1700	18
Largeur	123	125	21	4,82	17	70	160	20
Nombre cinéties (corps)	60,6	60	2,05	0,47	3,38	56	66	20
Nombre cinéties péribucales	35	36	2,74	0,73	7,82	30	40	15
Largeur "tête"	46,7	47	4,45	1,11	9,52	40	55	17
Largeur zone "glabre"	8,9	9	1,20	0,31	13,4	7	12	16
Longueur "capsule" nucléaire	30	30	9,78	2,95	32,6	16	47	12
Largeur "capsule" nucléaire	20	19	6,23	1,88	31,2	12	30	12
Longueur macronoyaux	11,7	11,5	3,75	0,70	32,9	5	19	30
Largeur macronoyaux	10	10	2,13	0,40	21,3	5	15	30
Diamètre micronoyaux	3,9	3,5	1,33	0,35	34,1	2	5,5	15
Distance apex- "capsule" nucléaire	480	505	152	46	31,6	260	780	12
Nombre de dicinétides pour 10 µm (corps)	9,6	9	1,95	0,52	20,3	6	13	15
Nombre de dicinétides pour 10 µm (cou)	7	7	1,00	0,26	14,3	6	9	15
Nombre de dicinétides de la touffe apicale	55	55	7,02	1,95	12,7	46	70	14

On observe toujours une grande accumulation de granules réfringents dans la tête, la rendant très obscure. La ciliature somatique semble régulièrement répartie et révèle l'existence d'une zone "glabre" étroite (équivalent à environ 3 espaces intercinétiques). La "capsule nucléaire" centrale est très visible et l'action post-vitale du vert de méthyle-pyronine met facilement en évidence 4 macronoyaux et 2

micronoyaux (les chromocentres ADN se colorent en vert, le reste en rouge) (Fig. 11).

Infraciliature somatique

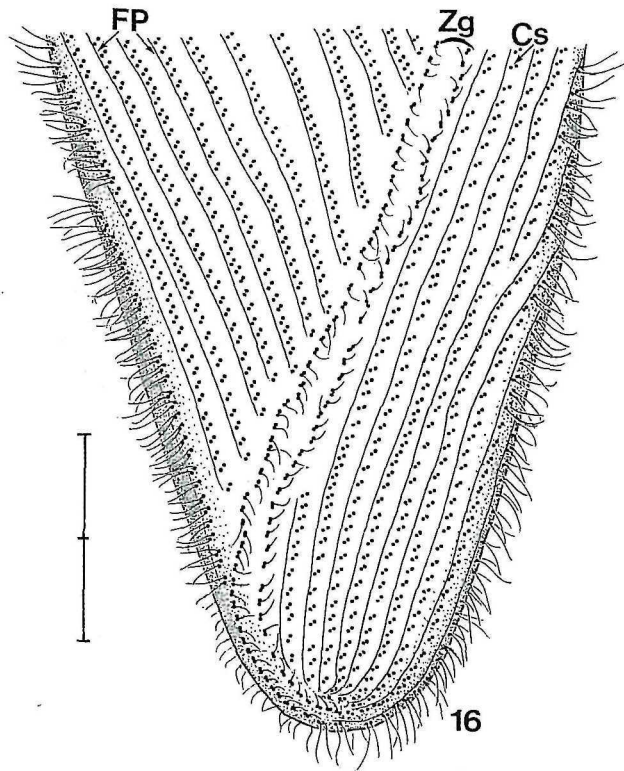
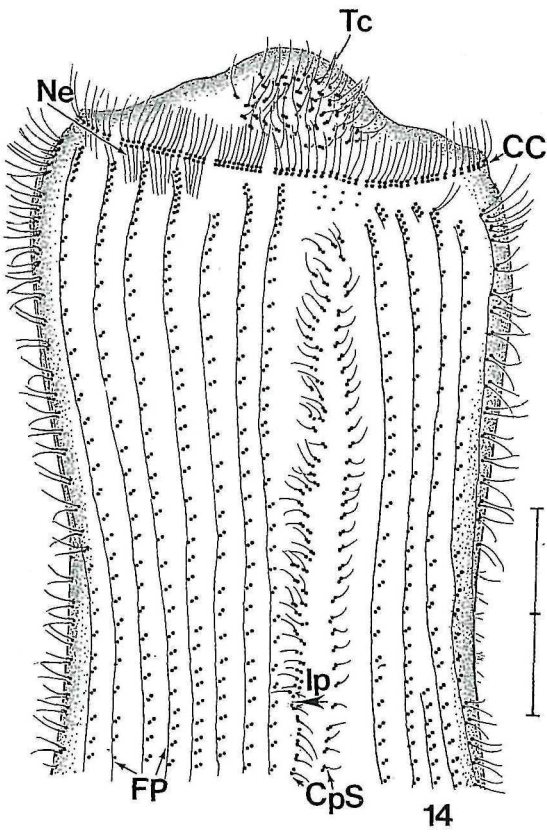
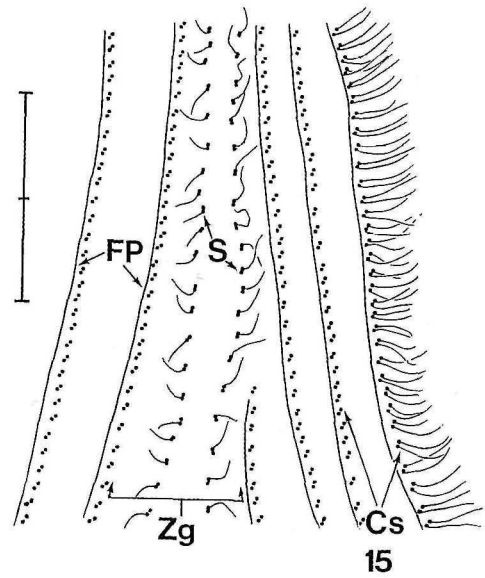
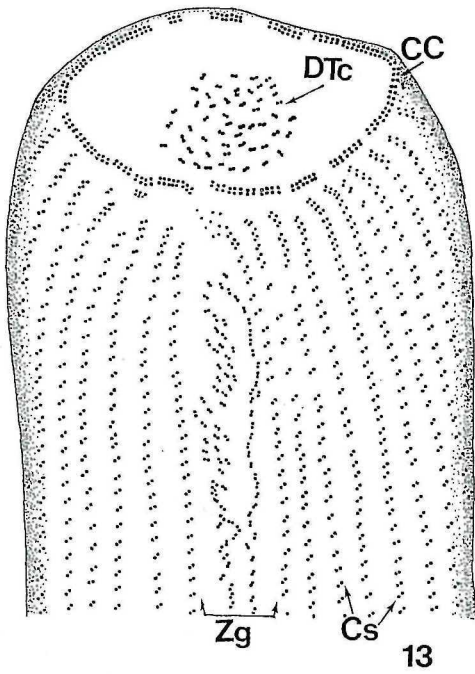
La surface de *T. setensis* porte une ciliature dense, à l'exception d'une étroite zone "glabre" (large de 7 à 12 µm), qui s'étend sur toute la longueur du cilié, centrée sur la face gauche (suivant la nouvelle terminologie et orientation des

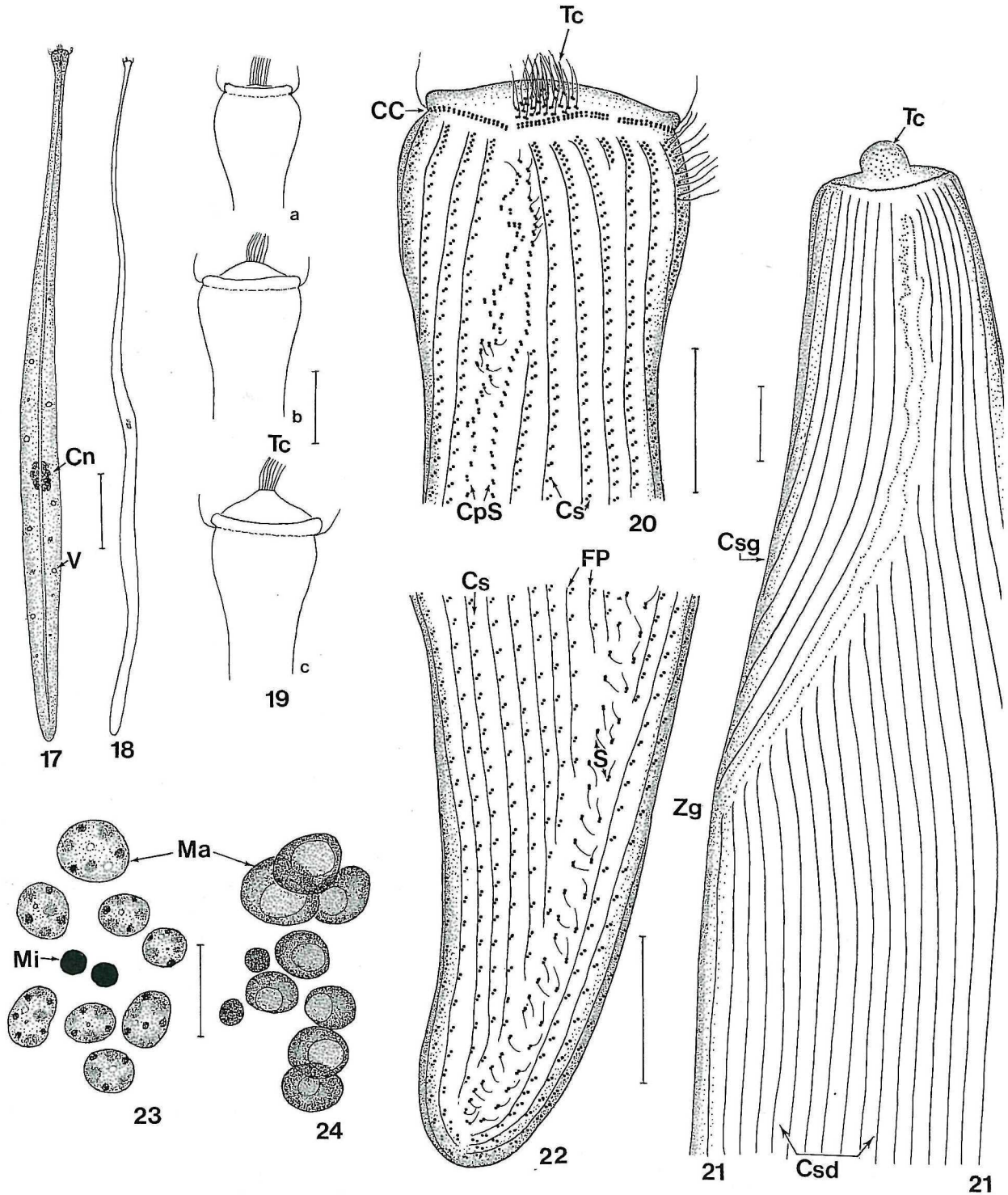
Figures 13-16. *Trachelolophos setensis* n. sp., imprégné par le protargol. **13** : "tête", en vue légèrement oblique, montrant les dicinétides intraorales et la cinétie porteuse de soies. **14** : "tête" en vue latérale, ciliature et infraciliature (dicinétides), fins némadesmes, issus des corps basaux des dicinétides circumorales, fibres postciliaires et le point d'inversion (opposition de la polarité des dicinétides à soies, flèche). **15** : zone "glabre" dans la région du cou montrant l'arrivée oblique des cinéties somatiques antérieures gauche (région sécante). **16** : infraciliature de la région caudale, zone glabre étroite, cinéties somatiques droite présentant une région sécante postérieure.

Echelle : 10 µm.

Figures 13-16. *Trachelolophos setensis* n. sp., protargol impregnated. **13** : "head", in slightly oblique view, showing intraoral dikinetids, and the bristle kinety. **14** : "head" in lateral view, ciliature and infraciliature (dikinetids), thin nemadesma, originated from the basal bodies of circumoral dikinetids, postciliodesma and the bristle dikinetids polarity reversal point (arrow). **15** : glabrous stripe in the neck region showing the oblique coming up of the left anterior somatic kineties (secant system). **16** : infraciliature of caudal region, narrow glabrous stripe, right somatic kineties, showing a posterior secant system.

Scale bar: 10 µm.





Trachelocercidae, Foissner et Dragesco, 1996). Les cils ont une longueur de 10 à 15 μm et sont disposés le long de cinéties méridiennes, dont seulement les 2/3 atteignent les régions orale et caudale, car quelques-unes vont constituer deux systèmes sécants. L'un est antérieur : les cinéties somatiques droites viennent buter contre la branche gauche de la cinétie "à soies" (Fig. 15). L'autre est postérieur : les cinéties somatiques venant affronter, obliquement, la zone "glabre", au niveau de la branche droite de la cinétie "à soies" (Fig. 16). Toute l'infaciliature est constituée de dicinétides, la plupart porteuses de cils. Les dicinétides présentent un angle de 20 à 30°, par rapport à l'axe de la cinétie et s'associent à de puissants rubans postciliaires (postciliodesma) disposés à droite de chaque cinétie (Figs. 9, 14 et 27). Une fibre, plus fine, relie les dicinétides sur toutes les préparations bien imprégnées. Les deux cinétosomes sont généralement ciliés, sauf dans la région apicale, où une demi-douzaine de dicinétides sont dépourvues du cil postérieur (Fig. 20). Les dicinétides suborales (entourant la "tête") sont plus denses et montrent parfois des fibres nématodesmales s'unissant en petits faisceaux.

Le nombre de cinéties somatiques est peu variable : 60, en moyenne (avec un coefficient de variation, C.V., de 3,38 % seulement). Ce nombre tombe à 35 au niveau de la région péribuccale.

La zone dite "glabre" s'étend tout le long du corps, reste très étroite (comme chez l'espèce type *T. gigas*) et présente une dépression au niveau du "cou". Cette zone contient la cinétie porteuse de soies, constituée de dicinétides. Elle se distingue facilement des cinéties somatiques car les dicinétides sont plus irrégulièrement distribuées, présentent des orientations variables, sont dépourvues de rubans postciliaires et possèdent un cil unique (qu'on peut appeler soie, du fait qu'il est généralement immobile et raide) (Figs. 10, 13, 14, 15, 16, 20, 22, 28). La cinétie à soies débute, sub-

apicalement, au niveau de la région droite de la zone "glabre", descend postérieurement jusqu'à la région caudale, puis revient sur la région gauche de la zone "glabre" jusqu'au point de départ. Les dicinétides de la zone droite postérieure portent une soie au niveau du cinétosome postérieur, tandis que c'est le cinétosome antérieur qui est cilié dans le reste du parcours (Fig. 15). Il existe donc un point précis (Fig. 14, flèche) où la polarité de la ciliation des dicinétides est diamétralement opposée (à 180°). La densité des dicinétides, porteuses de soies, n'est pas indifférente : plus forte dans la branche antérieure droite (avec même des dicinétides rangées sur 2-3 files), elle devient plus régulière sur le corps et dans la région caudale (Figs. 13, 14, 16, 22).

Infaciliature orale

La tête est cylindroïde, et porte un renflement peu accentué dont la région apicale est entourée par la cinétie circumorale. Au centre du renflement oral, on distingue une légère cavité, dont la base est porteuse de 46 à 70 dicinétides, disposées en désordre, chacune portant un seul long cil. L'ensemble de cette touffe ciliaire intra-orale est légèrement décalé vers la gauche, pouvant donc constituer une sorte de "structure en brosse" atypique. Les cils provenant de ce champ intra-oral sont assez longs (12-15 μm) et plus ou moins mobiles (Figs. 4, 5, 13, 14, 19, 20, 25, 28, 30).

La cinétie circumorale est constituée de dicinétides, dont seul le cinétosome apical est cilié. Cette cinétie n'est pas parfaitement continue, mais constituée de 8 à 12 segments, séparés par des espaces nus (Figs. 13, 14, 20, 28, 30). Il est probable que les cinétosomes des dicinétides péribuccaux sont disposés en zigzag et sont associés à de très fines fibrilles (nématodesmes) (Fig. 14).

Appareil nucléaire

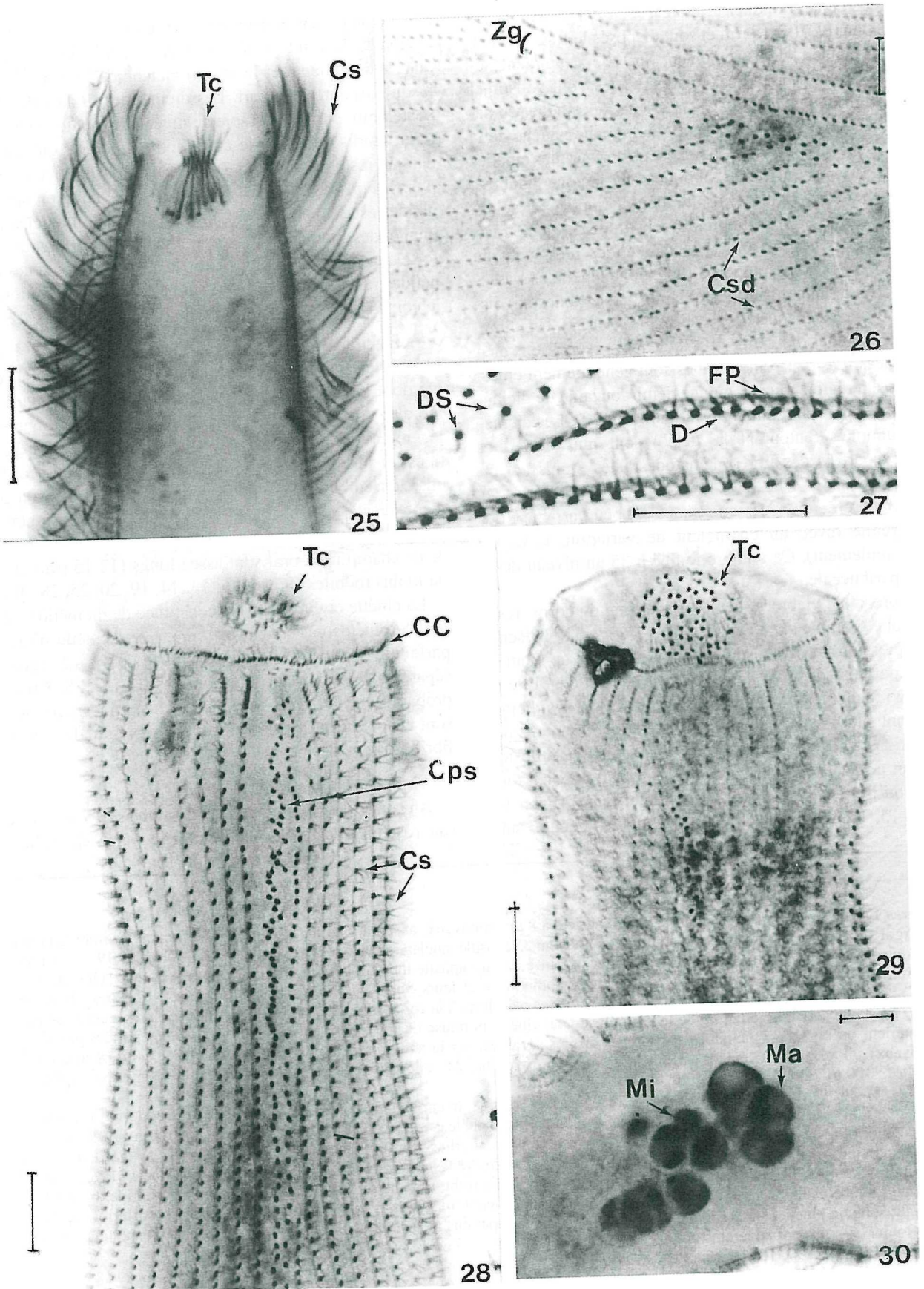
Au centre de la cellule, on observe une sorte de "capsule" (ou rosette) constituée par 4 macronoyaux, de taille très

Figures 17-24. *Trachelolophos setensis* n. sp., variété à 8 macronoyaux, observations sur le vivant (17-23) ou après imprégnation par le protargol (24). **17** : aspect général, contraction moyenne, capsule nucléaire, vacuoles. **18** : extension normale. **19** : compression progressive de la "tête", permettant de faire émerger la touffe ciliaire apicale intraorale (caractéristique du genre). **20** : "tête" avec touffe ciliaire intraorale, dicinétides circumorales, dicinétides somatiques et leurs fibres postciliaires, cinétie porteuse de soies (dans la zone "glabre"). **21** : schéma de l'infaciliature somatique : cinéties parallèles à la zone "glabre", à droite et cinéties sécantes à cette même zone "glabre", à gauche. **22** : infaciliature de la région caudale, cinétie porteuse de soies (à orientation inversée : soies portées par le cinétosome antérieur ou postérieur), cinéties somatiques droites sécantes, sur la zone dite "glabre". **23** : appareil nucléaire (8 macronoyaux, micronoyaux) colorés postvitalement par le vert de méthyle-pyronine. **24** : appareil nucléaire après imprégnation par le protargol.

Echelles : 100 μm (17, 18), 10 μm (19, 20, 21, 22, 24).

Figures 17-24. *Trachelolophos setensis* n. sp., variety with 8 macronuclei, observations from life (17-23) or after protargol impregnation (24). **17**: general morphology, mean contraction, nuclear capsule, vacuoles. **18**: normal extension. **19**: progressive compression of the "head" allowing protrusion of the intraoral apical ciliary tuft (which is typical of the genus). **20**: head with intraoral ciliary tuft, circumoral dikinetids, somatic dikinetids and their postciliodesma, bristle kinety (in the glabrous stripe). **21**: diagram of the somatic infaciliature: kineties parallel to the glabrous stripe, on the right, and the secant kineties to this glabrous stripe, on the left. **22**: infaciliature of the caudal region, bristle kinety with inverted orientation (bristles coming from the anterior or posterior kinetosoma), secant right somatic kineties on the glabrous stripe. **23**: nuclear apparatus (8 macronuclei, 2 micronuclei) post vital staining with methyl green-pyronine. **24**: nuclear apparatus after protargol impregnation.

Scale bars: 100 μm (17, 18) 10 μm (19, 20, 21, 23, 24).



variable (longueur 5 à 19 μm , largeur 5 à 15 μm) et 2 micronoyaux mesurant de 2 à 7 μm de diamètre (Figs. 11, 12).

Autre morphotype de *Trachelolophos setensis*

Mélangée à la population type décrite ci-dessus, on trouve, dans les mêmes stations, une variété plus petite, possédant toujours 8 macronoyaux. Les caractères généraux sont ceux de l'espèce type, les différences étant uniquement morphométriques : taille plus faible (L : 700 à 1500 μm ; l : 50 à 80 μm), nombre de cinéties à peine plus petit ($x = 56,5$), largeur de la tête 34 μm ($n = 20$), nombre de dicinétides de la touffe apicale à peine plus réduit (50).

Plus perceptibles sont les différences concernant le nombre de cinéties qui arrivent à l'apex ou à la région caudale. En fait, la seule différence sensible est la présence constante de 8 macronoyaux (de longueur tout aussi

variable que chez l'espèce type : 6 à 15 μm) (Figs. 23, 24, 29). Le nombre de micronoyaux reste de deux (diamètre : 3, 2-7 μm). Huit étant un multiple de quatre, on pourrait penser que la "petite variété" serait tout simplement un stade de la multiplication macronucléaire de l'espèce type, stade pouvant persister un certain temps.

Discussion

Il est surprenant de devoir créer une espèce nouvelle pour un cilié qui est un des plus communs dans les sables de la région de Sète. *Trachelolophos setensis* est très proche de l'ancienne *Trachelocerca geopetiti* Dragesco, 1953, découverte aussi dans des sables méditerranéens, à Banyuls-sur-Mer. *T. geopetiti* est également de grande taille, sa forme générale est la même, le cytoplasme est vacuolaire et la "capsule" nucléaire comporte 4 macronoyaux et 2 micro-

Tableau 2. *Trachelolophos setensis* n. sp. (variété à 8 macronoyaux)

Table 2. *Trachelolophos setensis* n. sp. (variety with 8 macronuclei)

	$\bar{x}$	M	E.T.	E.S.	C.V. %	Min.	Max.	n
Longueur	697	750	208	57	29,8	560	920	14
Largeur	95	90	28,37	7,88	29,8	50	140	14
Nombre cinéties (corps)	56,5	56	5,99	1,38	10,6	44	66	20
Nombre cinéties péri-buccales	29,4	30	2,98	0,99	10,13	24	34	10
Largeur "tête"	34,3	34	3,31	0,76	9,65	28	40	20
Longueur macronoyaux	9,7	9,2	2,24	0,43	23,1	6	15	28
Largeur macronoyaux	6,9	7	1,59	0,36	23	5	7	10
Diamètre micronoyaux	4,8	4,7	1,17	0,39	4,8	3,2	7	10

Figures 25-30 : *Trachelolophos setensis* n. sp., imprégnations par le protargol. **25** : "tête" après fixation spéciale (D_3), mettant en évidence la ciliature somatique et la touffe ciliaire apicale intraorale. **26** : infraciliature somatique droite et zone "glabre" (enfermant la cinétie porteuse de soies). **27** : détail de l'infraciliature somatique : dicinétides ciliées, fibre postciliaire, dicinétides porteuses de soies (zone "glabre"). **28** : l'ensemble infraciliaire de la "tête" et du "cou", touffe ciliaire apicale, cinétie circumorale, cinéties somatiques (dicinétides ciliées et fibre postciliaire), zone "glabre" centrale (pourvue de dicinétides porteuses de soies). **29** : "tête" en vue légèrement oblique, dicinétides de la touffe ciliaire apicale, cinétie circumorale, cinéties somatiques. **30** : 8 macronoyaux et 2 micronoyaux, de la variété de plus petite taille.

Echelle : 10 μm

Figures 25-30 : *Trachelolophos setensis* n. sp., protargol impregnations. **25**: "head" after special fixation (D_3), showing the somatic ciliature and the intraoral apical ciliary tuft. **26**: right somatic infraciliature and glabrous stripe (containing the bristle kinety). **27**: detail of the somatic infraciliature : ciliated dikinetids, postciliodesma, bristle dikinetids (glabrous stripe). **28**: general infraciliature of the "head" and the "neck", apical ciliary tuft, circumoral kinety, somatic kineties (ciliated dikinetids and postciliodesma), central glabrous stripe (provided with bristle dikinetids). **29**: slightly oblique view of the "head", dikinetids of the apical ciliary tuft, circumoral kinety, somatic kineties. **30**: 8 macronuclei and 2 micronuclei, from the smallest size variety.

Scale bar : 10 μm .

noyaux. L'espèce de Banyuls ne comporte que 50 cinéties. Pourtant, *T. geopetiti* semble se caractériser surtout par des inclusions endoplasmiques particulières, inexistantes sur les spécimens de Sète. En outre, en 1953, les 2 caractères essentiels du nouveau genre *Trachelolophos* n'avaient pas encore été découverts : la présence d'une touffe ciliaire intra-buccale et l'existence d'une zone "glabre" étroite, pourvue d'une cinétie particulière, porteuse de soies. Dans ces conditions, *T. geopetiti* n'est pas identique au cilié de Sète qui doit être considéré comme étant une espèce nouvelle.

Trachelolophos setensis est, aussi, très proche de *Trachelolophos gigas*, Foissner et Dragesco, 1996 : même grande taille, même zone "glabre" étroite, même nombre de cinéties (moyennes : 61,7 chez *T. gigas* contre 60,6 chez *T. setensis*), même disposition des cinéties somatiques et de la cinétie porteuse de soies, presque le même nombre de dicinétides intrabuccaux. Mais il existe aussi d'importantes différences : pointe caudale aigüe chez *T. gigas* (arrondie et large chez *T. setensis*), appareil nucléaire complètement différent : pas de capsule contenant 4 ou 8 macronoyaux mais une longue rangée longitudinale de macronoyaux et de micronoyaux (25 et 15 en moyenne). Ce que nous connaissons déjà sur la morphologie des diverses espèces de *Trachelocercidae*, nous permet d'affirmer que la disposition et le volume de l'appareil nucléaire, ainsi que la forme de la région caudale, sont deux des caractères les plus distinctifs dans la sous-classe des Karyorelictea.

Sous-classe des Peniculia Fauré-Fremiet in Corliss, 1956
Ordre des Peniculida Fauré-Fremiet in Corliss, 1956

***Paraclathrostoma gigas* n. sp.**

(Figs. 31 à 54 - tableaux 3 et 4)

Ce grand cilié du genre *Paraclathrostoma* Small et Lynn, 1985 a été trouvé dans les sables marins de Sète, dans des prélèvements anciens, lorsque le milieu devenait franche-

ment saprobe. Apparue soudainement en assez grand nombre, il s'est montré fragile, et difficile à imprégner par le protargol, malgré l'utilisation du fixateur D4. L'étude porte sur plus de 20 individus correctement imprégnés.

Diagnose

Cilié de très grande taille (L : 600 à 800 µm ; l : 100 à 120 µm, sur le vivant), très caractéristique par sa transparence et le volume de ses gastroles, remplies de granules très opaques (peut-être des bactéries sulfureuses, Fig. 34). L'infaciliature buccale est typique du genre : polycinétie adorale constituée de seulement 12 à 14 cinéties (à cinétosomes uniques presque contiguës), cinétie parorale très dense, disposée en zigzag et 6 ophryocinéties (cinéties vestibulaires) à dicinétides très serrées. Extrusomes en navette. Macronoyaux volumineux, en position sub-équatoriale, un seul micronoyau. Mucocystes discrets. Infaciliature somatique typique de la famille, avec sutures antérieure et postérieure et argyrome à mailles hexagonales. Vacuole contractile terminale.

Lieu de prélèvement : sable très fin d'une localité abritée de la côte, au niveau dit de la Corniche, chenal à bateaux à voile, Sète.

Spécimens types : 2 lames, contenant holotypes et paratypes de *P. gigas* imprégnés par le protargol, ont été déposées dans la collection de préparations de ciliés du Oberösterreichische Landesmuseum de Linz (Autriche) (n° 1997.3, 1997.4).

Étymologie : "gigas" se réfère à la taille considérable de l'espèce.

Description

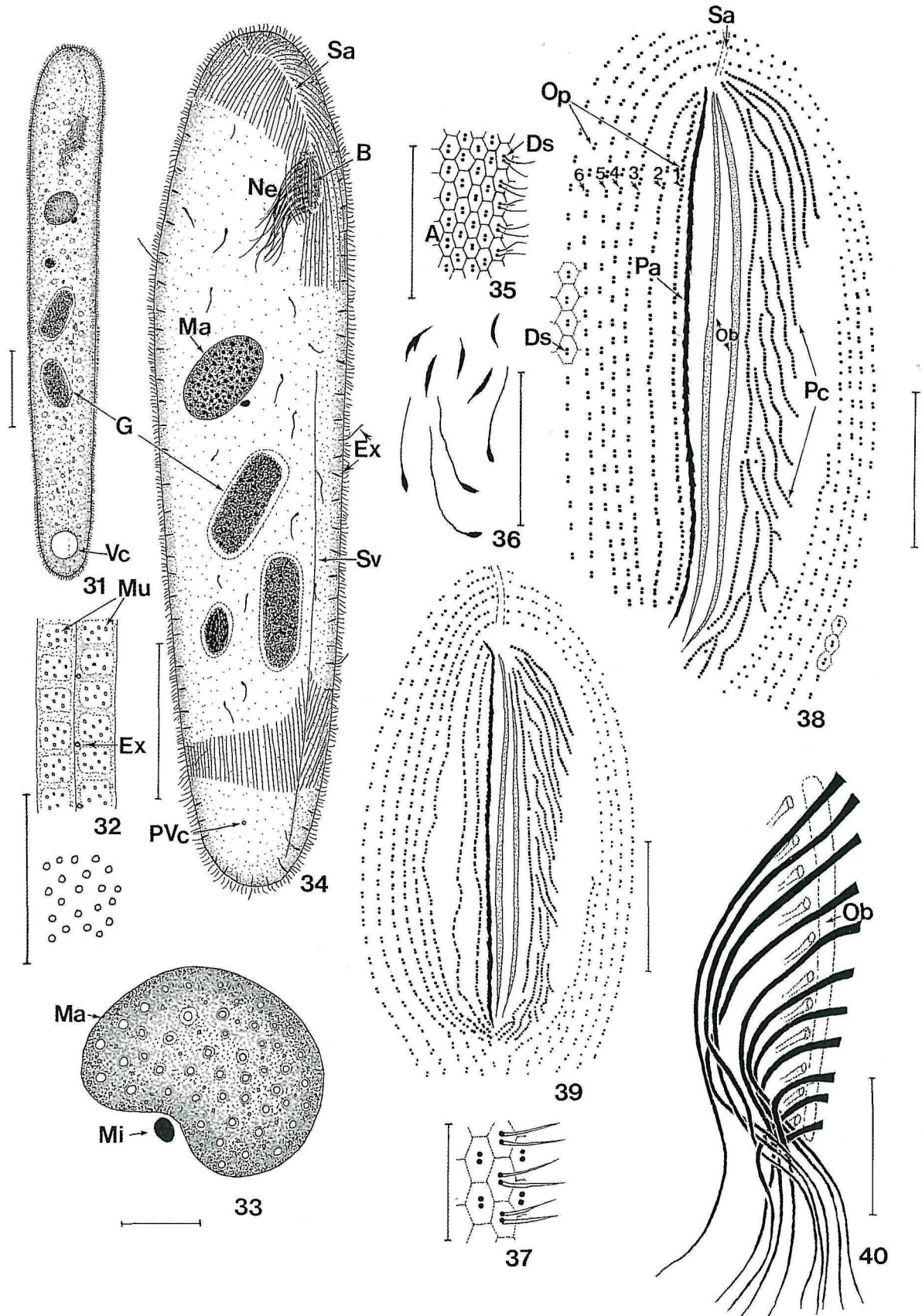
Sur le vivant, *Paraclathrostoma gigas* ressemble à une sorte de ver, translucide mais pourvu de 2-3 taches (très noires ou très brillantes, suivant le type d'éclairage employé) qui sont d'énormes gastroles remplies de corpus-

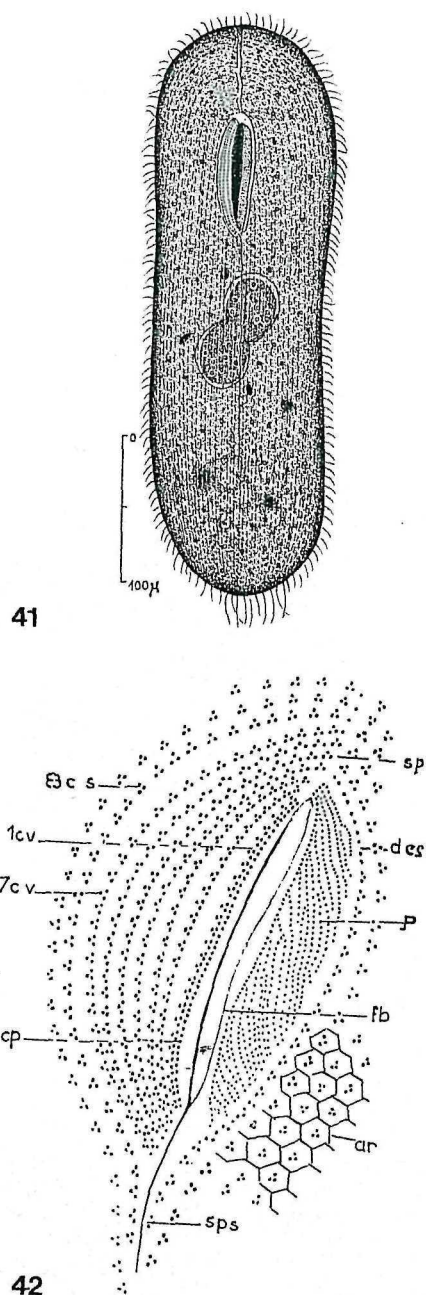
Figures 31-40. *Paraclathrostoma gigas* n. sp., vue sur le vivant (31-33) et d'après des imprégnations par le protargol (34-40). **31** : aspect général. **32** : mucocystes intercinétiques, extrusomes et granules réfringents endoplasmiques. **33** : appareil nucléaire, énorme macronoyau et gros micronoyau. **34** : aspect général d'un spécimen fixé et imprégné : légère contraction, gastroles géantes, appareil nucléaire, sutures antérieure et ventrale, extrusomes, pore de la vacuole contractile. **35** : dicinétides somatiques ciliées et argyrome hexagonal. **36** : extrusomes sous-cuticulaires ou endoplasmiques, à divers stades d'éjection. **37** : détail de l'infaciliature somatique, dicinétides, cils, argyrome. **38** : infaciliature buccale, fente buccale, polycinétie adorale complexe, cinétie parorale en zigzag, surcolorée, 6 cinéties vestibulaires (ophryocinéties), cinéties somatiques (à dicinétides ou monokinétides). **39** : infaciliature buccale d'un autre individu. **40** : nématodesmes péri-buccaux, proches de ceux des *Frontonia*.

Echelles : 100 µm (31,34), 5 µm (37), 10 µm (32, 33, 35, 36, 38, 39, 40).

Figures 31-40. *Paraclathrostoma gigas* n. sp., from life (31-33) and from protargol impregnations (34-40). **31**: general morphology. **32**: interkinetic mucocysts, extrusomes and refringent endoplasmic granules. **33**: nuclear apparatus, huge macronucleus and large micronucleus. **34**: general morphology of a fixed and impregnated specimen, slight contraction, giant gastroles, nuclear apparatus, anterior and ventral secant system, extrusomes, pore of the contractile vacuole. **35**: ciliated somatic dikinetids and hexagonal shaped argyrome. **36**: sub-cuticular or endoplasmic extrusomes at various ejection stages. **37**: somatic infaciliature detail, dikinetids, cilia, argyrome. **38**: buccal infaciliature, buccal cavity, adoral complex polykinety, overcolored zigzag paroral kinety, 6 vestibular kineties (ophryokineties), somatic kineties (with dikinetids or monokinetid). **39**: buccal infaciliature of another specimen. **40**: peribuccal nematodesms, similar to those of *Frontonia*.

Scale bars: 100 µm (31,34), 5 µm (37), 10 µm (32, 33, 35, 36, 38, 39, 40).





Figures 41-42. 41 : *Frontonia aberrans* Dragesco, 1960. 42 : infraciliature buccale de *Frontoniella marina* (Roque, 1961) devenue depuis *Paraclathrostoma marina* Small et Lynn, 1985.

Figures 41-42. 41: *Frontonia aberrans* Dragesco, 1960. 42: buccal infraciliature of *Frontoniella marina* (Roque, 1961) which is now *Paraclathrostoma marina* Small et Lynn, 1985.

cules petits et réfringents (sulfobactéries ou champignons ?). La cellule est souple mais peu contractile et très fragile. Sur le vivant, on voit très bien la ciliature extrêmement serrée, les cils fins et courts, les extrusomes en navette, et de très petits mucocystes sphéroïdaux. L'ouverture buccale située dans le tiers antérieur et latéralement, montre de

puissants némadesmes. On peut encore observer sur le vivant, le macronoyau, de très grande taille et la vacuole contractile terminale (Fig. 31).

Ectoplasme, Endoplasme

Dans l'ectoplasme, de nombreux mucocystes incolores (diam = 0,3 à 0,4 μm), garnissent les espaces intercinétiques ; ils explosent, après l'action du vert de méthyle-pyronine. Des trichocystes fibreux, fusiformes (longs de 3 à 5 μm), explosent partiellement, après fixation, pour constituer des filaments de longueur variable (Figs. 32, 34, 36). L'endoplasme incolore et transparent montre de nombreuses granulations discoïdales, peu réfringentes, de 0,8 à 1,2 μm de diamètre. D'énormes vacuoles digestives (de 20 à 40 μm de long !) constituent une des caractéristiques de l'espèce. Elles emprisonnent des éléments ingérés très condensés, granulaires, formant des paquets sombres (Fig. 34).

Infraciliature somatique

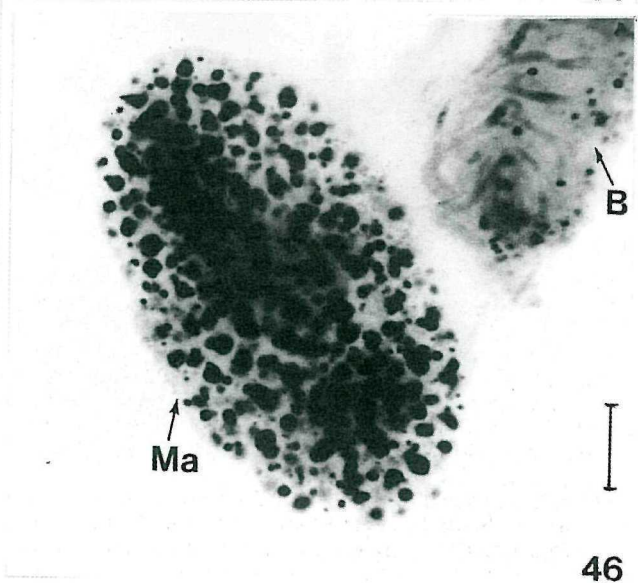
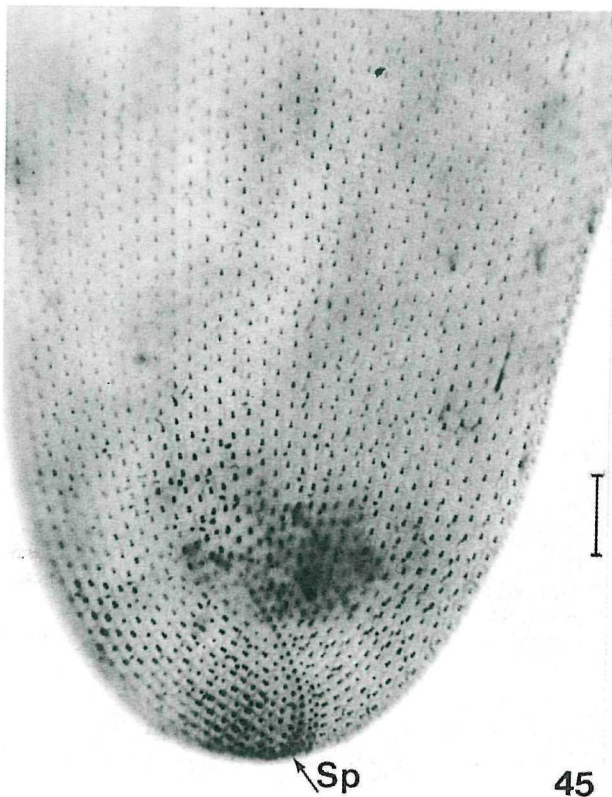
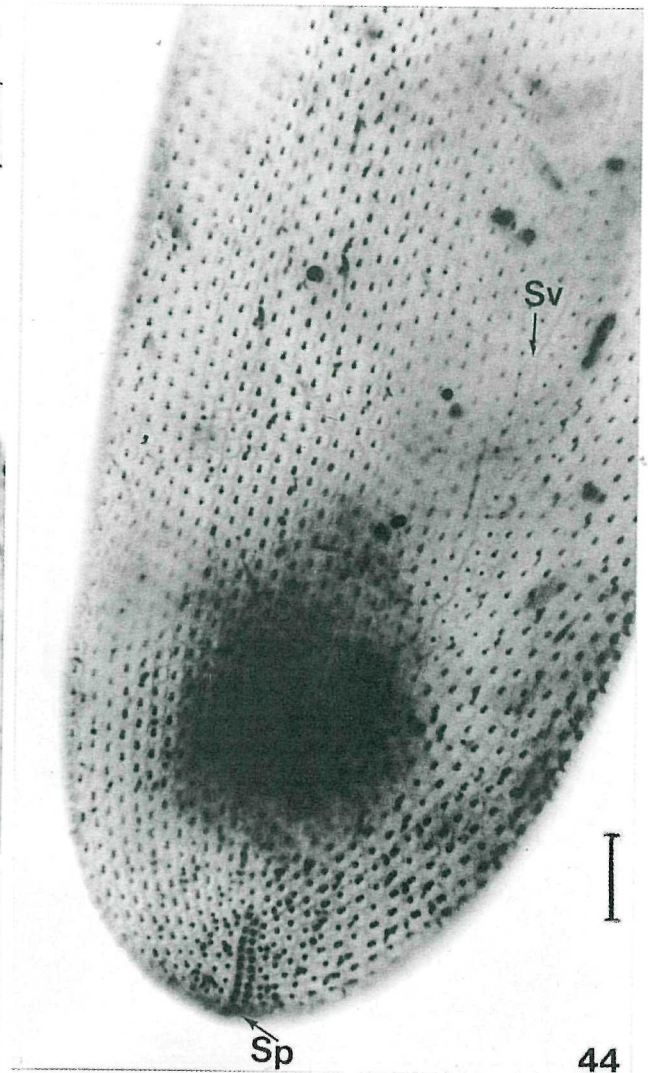
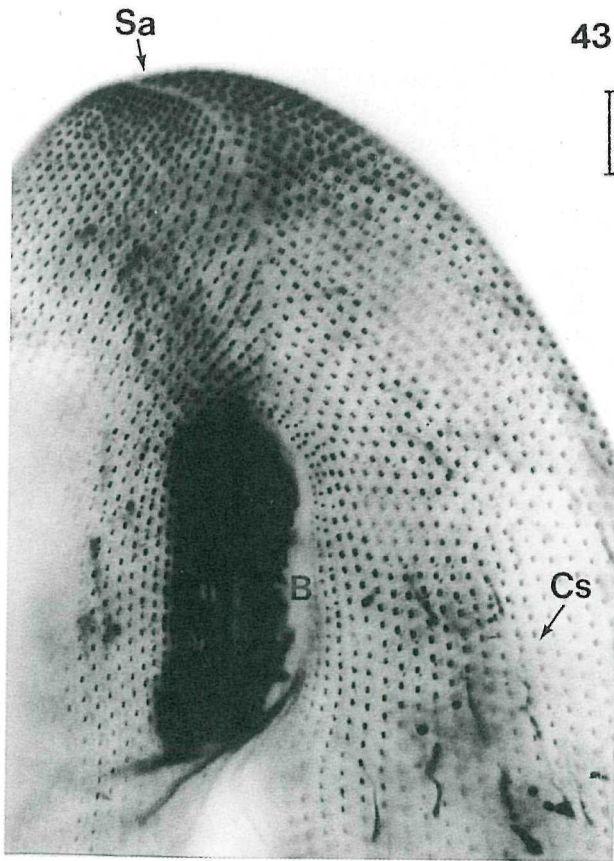
Les cinéties sont si rapprochées qu'il est impossible d'en faire une étude statistique. Leur nombre varie de 80 à 110 (espacées de seulement 1,8 μm , en moyenne) et elles portent des dicinétides, dont les 2 corps basaux (cinétosomes) sont ciliés. Les cinéties sont méridiennes mais s'affrontent, au-dessus de l'aire buccale et jusqu'à l'apex, suivant une longue suture antérieure (Figs. 34 et 43). Elles s'affrontent aussi, très obliquement, sur la face dorsale (Figs. 34, 44, 45). Certaines imprégnations, par le protargol, ont mis en évidence un argyrome de type Frontoniidae, pouvant montrer des apparences diverses allant de l'alvéole irrégulière à l'hexagone allongé, très géométrique (Figs. 35, 37, 51 et 54). Les dicinétides sont rapprochées (5 à 9 pour 10 μm) et les cils ont une longueur de 7 à 9 μm .

Figures 43-46. *Paraclathrostoma gigas* n. sp., imprégnations par le protargol. 43 : disposition générale de l'infraciliature antérieure, entourant la région orale, suture antérieure et cinéties somatiques. 44 : disposition de l'infraciliature postérieure ventrale, suture au niveau de laquelle les cinéties, droite et gauche, s'affrontent très obliquement, suture postérieure et argyrome. 45 : infraciliature postérieure dorsale avec suture et argyrome. 46 : macronoyau avec ses nucléoles.

Echelle : 10 μm .

Figures 43-46. *Paraclathrostoma gigas* n. sp., protargol impregnations. 43: general disposition of the anterior infraciliature, encircling the oral region, anterior secant system and somatic kineties. 44: disposition of the ventral posterior infraciliature, secant system, at which the left and right kineties come opposite each other, very obliquely, posterior secant system and argyrome. 45: posterior dorsal infraciliature with its secant system and argyrome. 46: macronucleus with its nucleols.

Scale bar: 10 μm .



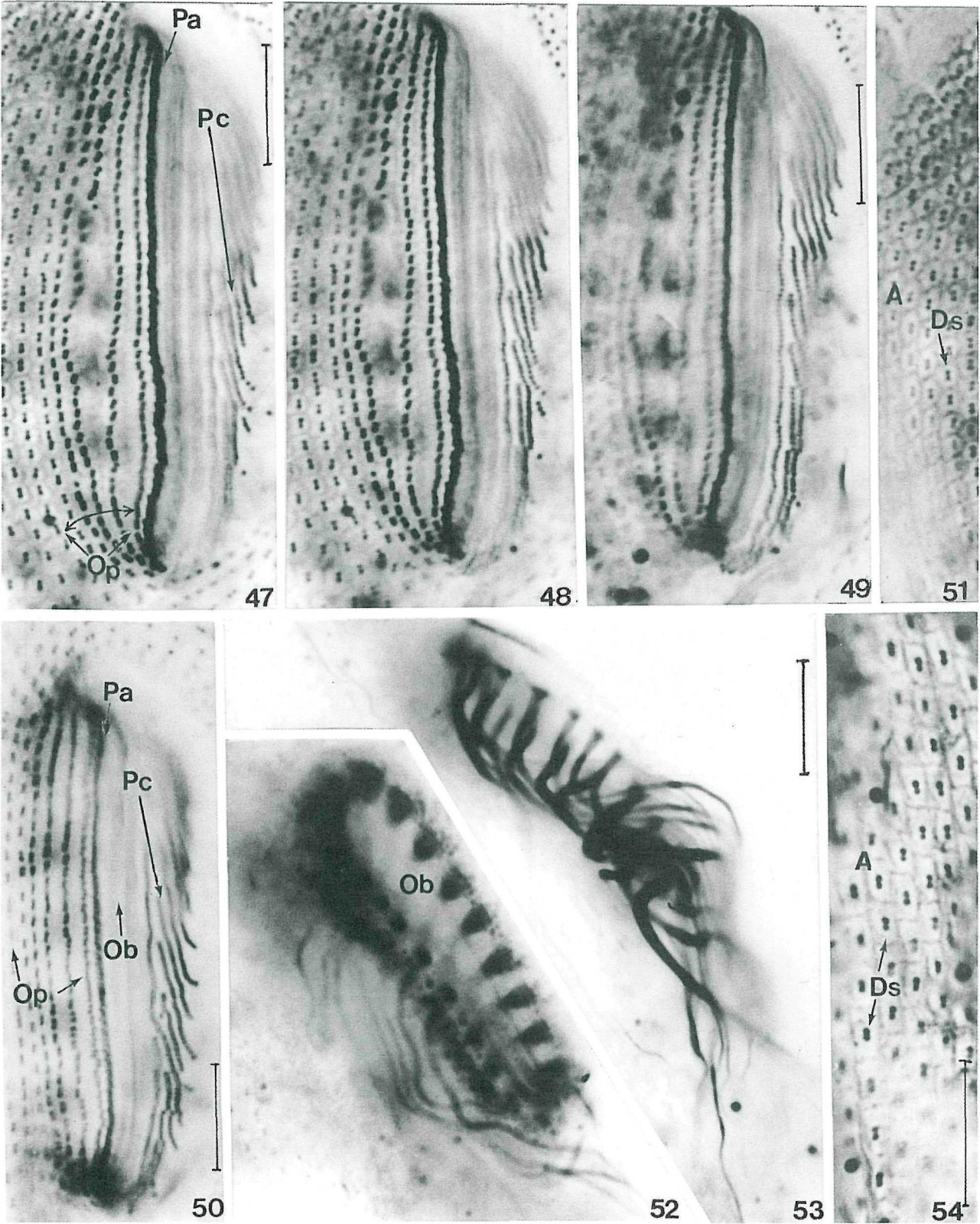


Tableau 3. *Paraclathrostoma gigas* n. sp.**Table 3.** *Paraclathrostoma gigas* n. sp.

	$\bar{x}$	M	E.T.	E.S.	C.V.%	Min.	Max.	n
Longueur	441	457	63,3	14,55	14,35	350	550	20
Largeur	120	127	27,3	6,27	22,7	70	160	20
Longueur région buccale	47	47,5	2,62	0,68	5,6	40	50	16
Largeur région buccale	16	16	2,13	0,68	13,3	14	20	10
Distance apex-bouche	43	42,5	10,1	3,05	23,5	30	60	12
Nombre de dicinétides par 10 μ m	6,5	6	1,32	0,30	20,3	5	9	20
Nombre de dicinétides de la 1 ^{re} ophryocinétie par 10 μ m	11,5	12	1,70	0,34	14,8	7	14	20
Nombre de némadesmes	20	20	0,73	0,24	3,65	19	21	10
Longueur macronoyau	63,5	67,5	13,3	3,01	21	31	90	20
Largeur macronoyau	33,5	34,5	6,16	1,41	18,4	21	42	20
Distance apex-macronoyau	138	148	53	13,25	34,4	75	230	17
Ecartement cinéties	1,8	1,72	0,45	0,10	25	1,20	2,70	20

Infraciliature buccale

L'ouverture buccale est située dans le tiers antérieur chez *P. gigas*. De forme allongée, elle est de grande taille (45 x 17 μ m, en moyenne). Son ouverture est une fente étroite, délimitée par deux lèvres réfringentes, entourées par une importante ciliature buccale. Du côté adoral, une puissante polycinétie est constituée de 12 à 14 cinéties flexueuses, comportant des cinétosomes uniques et contigus. Du côté paroral, on observe une très puissante cinétie parorale, constituée de diades disposées en zigzag (mais l'imprégnation est toujours trop forte pour pouvoir distinguer le détail de cette disposition). Cette cinétie parorale est

bordée, sur sa droite, par 6 ophryocinéties (ou cinéties vestibulaires) constituées de dicinétides denses (11 sur 10 μ m) (Figs. 38, 39, 47, 48, 49, 50). Les cinéties buccales, gauche et droite, sont entourées de cinéties somatiques dont l'espacement des dicinétides est plus grand et qui s'affrontent, apicalement, suivant une longue ligne de suture antérieure. Comme chez toutes les Frontoniidae, l'ouverture buccale est armée d'une puissante corbeille de némadesmes, au nombre de 19 à 21, dont la longueur peut atteindre 90 μ m ! Ces structures ont pour origine les cinétosomes des cinéties buccales (Figs. 40, 52, 53).

Figures 47-54. *Paraclathrostoma gigas* n. sp., imprégnation par le protargol. **47-49** : infraciliature buccale, à trois niveaux de mise au point, polycinétie adorale, cinétie parorale, ophryocinéties, argyrome. **50** : infraciliature orale d'un autre spécimen. **51** : dicinétides somatiques et argyrome d'apparence polyédrique. **52** : némadesmes buccaux, autour de l'ouverture buccale. **53** : némadesmes péribuccaux, en vue latérale. **54** : dicinétides somatiques et argyrome d'apparence rectangulaire.

Echelle : 10 μ m.

Figs. 47-54. *Paraclathrostoma gigas* n. sp., protargol impregnations. **47-49**: buccal infraciliature, at 3 focus stages, adoral polykinety, paroral kinety, ophryokineties, argyrome. **50**: oral infraciliature of another specimen. **51**: somatic dikinetids and argyrome polyhedric in shape. **52**: buccal nematodesms, around the buccal cavity. **53**: peribuccal nematodesms, from a side view. **54**: somatic dikinetids and argyrome rectangular in shape.

Scale bar: 10 μ m.

Appareil nucléaire

L'appareil nucléaire de *P. gigas* est constitué par un volumineux macronoyau (60 μm de longueur moyenne) richement pourvu en nucléoles et flanqué d'un seul micronoyau, ovalaire ou sphéroïdal assez volumineux (diamètre = 5 à 6 μm) (Figs. 33 et 46).

Discussion

L'infaciliature buccale de l'espèce de Sète fait d'abord penser à *Frontoniella marina* Roque (1961) : même polycinétie adorale et même type de structure parorale. Mais *F. marina* présente davantage de cinéties adorales, une parorale droite et plus fine et 7 ophryocinéties. La corbeille de némademes, les systèmes sécants et l'argyrome sont aussi très semblables. *F. marina* est aussi une espèce psammobie marine et possède une ciliature très dense. Par contre, *P. gigas* est vermiforme et pourvue de deux types d'extrusomes. *F. marina* montre 4 pores excréteurs de la vacuole contractile, et toujours 4 à 6 micronoyaux. L'examen des figures de Roque montre bien qu'on est en présence de deux espèces parfaitement distinctes.

Par ailleurs, Roque (1961) avait admis l'identité *Frontoniella marina* avec l'espèce *Frontonia aberrans* Dragesco (1960). Il semble impossible de pouvoir se prononcer à ce sujet, *F. aberrans* ayant été étudiée seulement sur vivant. La figure de Dragesco (1960) peut faire penser à la ciliature buccale proche de celle de *Frontoniella marina* mais il est impossible de l'affirmer. De toute façon, *Frontoniella marina* et *Frontonia aberrans* semblent bien différentes à nombreux autres points de vue (Figs. 41 et 42).

Small et Lynn (1985) ont créé, pour *Frontoniella marina*, le nouveau genre *Paraclathrostoma* (car la ciliature adorale de *Frontoniella complanata* de Wetzel, 1927, semble différente). Par ailleurs, on peut penser peu approprié d'appeler péniculus la polycinétie adorale *Paraclathrostoma*.

L'espèce décrite ici est donc une nouvelle espèce du genre *Paraclathrostoma*, caractérisée par sa forme allongée, sa polycinétie adorale plus simple, la présence seulement de 6 ophryocinéties ainsi que par une série de données morphométriques (voir tableau n° 4).

Tableau 4. Morphologie comparée de *Paraclathrostoma marina* et *P. gigas*

Table 4. Comparative morphology of *Paraclathrostoma marina* and *P. gigas*

Espèces	Longueur	Forme	Nombre cinéties	Longueur bouche	Nombre de polycinéties adorales	Cinétie parorale	Ophryocinéties (C. vestibulaires)	Extrusomes	Nombre Micro-noyaux	Na (nor némad)
<i>P. marina</i>	380 μm	Ovoïde, large	140-150	35 mm	Une trentaine	Fine, 1 rangée de cinétosomes	7	0	4 à 6	;
<i>P. gigas</i>	440 μm	Vermiforme (cylindroïde)	80-110	47 mm	12 à 14	Epaisse, dicinétides en zigzag	6	2 sortes	1	

Classe des Heterotrichea Stein, 1859

Ordre des Heterotrichida Stein, 1859

Condyllostoma longicaudata n. sp.

(Fig. 55 à 76 - Tableau n° 5)

Ce cilié géant s'est développé, au bout de 15 jours seulement, dans un sable marin, déjà légèrement saprobe. *C. longicaudata* a pu être récolté en assez grand nombre et son imprégnation par le protargol (après fixation au D₄) a été aisée. Cette étude porte sur 25 à 30 individus correctement imprégnés.

Diagnose

C'est la plus grande de toutes les espèces de *Condyllostoma* Bory de St Vincent, 1826 (L = 1600 μm , sur le vivant). Assez contractile, sa caractéristique : corps très allongé et plat, finissant par une pointe caudale très longue et très fine (un tiers de la longueur totale). Le péristome est relativement peu bordé, du côté adoral, par une rangée de 70 à 90 branlles (auxquelles s'ajoutent un pinceau de 8 branlles erratiques apicales droites, et 13 à 20 branlles plus étroites, qui s'enroulent en spirale).

Tableau 5. *Condyllostoma longicaudata* n. sp.
Table 5. *Condyllostoma longicaudata* n. sp.

	$\bar{x}$	M	E.T.	E.S.	C.V. %	Min.	Max.	n
Longueur	743	746	191,9	39,2	25,8	465	1 125	25
Largeur	103,5	95	21,25	4,34	20,5	75	145	25
Longueur de la queue	250	240	63,5	13	25,4	130	360	25
Rapport $\frac{\text{Longueur totale}}{\text{Longueur queue}}$	3	3,05	0,28	0,058	9,33	2,53	3,60	25
Nombre cinéties	27	27	2,53	0,54	9,37	20	32	24
Longueur péristome	96	97,5	14,4	4,35	15	60	118	12
Largeur péristome	37,5	39	4,85	1,46	12,9	30	45	12
Nombre paramembranelles	82,4	85	6,75	2,25	8,19	70	90	10
Ecartement des cinéties	7,3	7,45	1,20	0,27	16,4	5	10	20
Nombre des dicinétides par 10 μm	9,4	9	3,10	0,71	33	5	15	20
Nombre macronoyaux	11,9	11	3,76	0,71	31,6	5,5	20	29
Longueur macronoyaux	23	23,5	4,66	1,07	20,2	14	30	20
Largeur macronoyaux	6,1	6	1,25	0,24	20,5	3	9	29
Nombre micronoyaux	10,7	10,5	3,61	0,83	33,7	4	18	20
Diamètre micronoyaux	2	1,95	0,29	0,08	14,5	1,5	2,5	14

cytostome). Enorme membrane ondulante parorale. 20 à 32 cinéties portant des dicinétides serrées, bordées de fibres postciliaires. Macronoyau moniliforme (20 éléments en moyenne). Cytoplasme transparent, non vacuolaire. Pas d'extrusomes ni de vacuole contractile.

Lieu de prélèvement : Sables fins, légèrement saprobes, d'une plage abritée de la corniche de Sète.

Spécimens types : deux lames, contenant un holotype et un paratype de *C. longicaudata* imprégnés par le protargol, déposées dans la collection de préparations de ciliés de l'Oberösterreichs Landmuseum de Linz (Autriche) (n° 1997.5, 1997.6).

Etymologie : "longicaudata" évoque la très longue et fine pointe caudale de l'espèce.

Description

Sur le vivant, *C. longicaudata* se caractérise par sa transparence, sa forme très allongée, son fort aplatissement dorso-ventral et sa très longue et très fine pointe caudale. Les cinéties sont denses, l'appareil nucléaire bien visible ainsi que les puissantes paramembranelles et la forte membrane

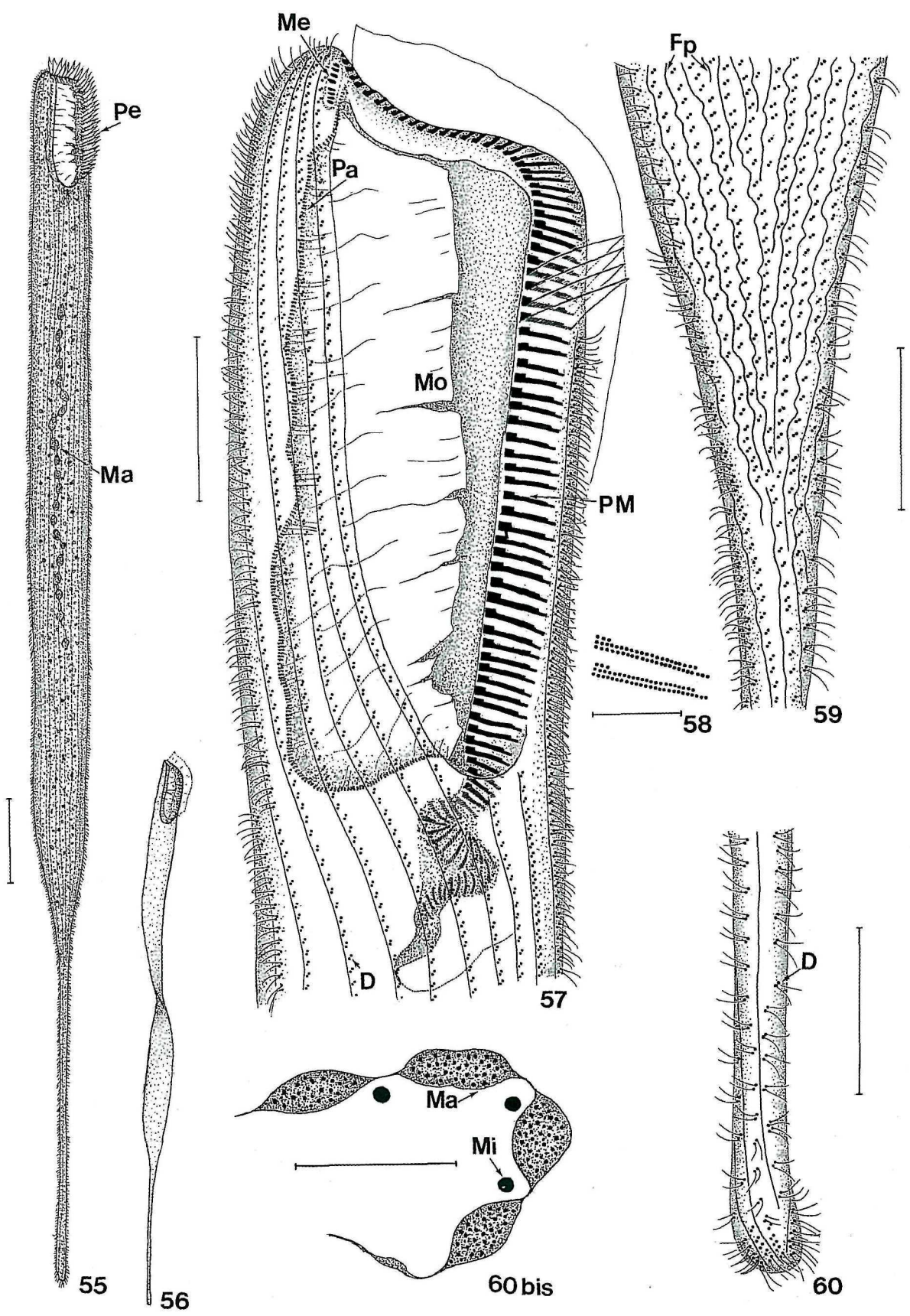
ondulante. Nous n'avons pu mettre en évidence d'extrusomes ou de pigmentocystes. Résidus ingérés peu nombreux (algues). Pas de vacuole contractile (Figs. 55, 56 et 70).

Infraciliature somatique

Les cinéties, au nombre de 27 en moyenne (n : 24) plus ou moins méridiennes, sont relativement denses et portent des dicinétides serrées, dont les deux corps basaux sont ciliés. Les cinéties ventrales contournent le large péristome. Dans la région terminale, les cinéties latérales arrivent jusqu'à la base de la pointe caudale (Figs. 59 et 74). La pointe caudale finit par un petit renflement, sur lequel 5 à 6 paires de dicinétides présentent une disposition très serrée. Une fibre argyrophile longe les dicinétides, sur le côté droit des cinéties ; il s'agit de rubans postciliaires, qui se présentent sous forme plissée, au niveau de l'amorce de la région caudale (les cellules se contractent légèrement lors de la fixation) (Figs. 59 et 74).

Infraciliature buccale

Le péristome est relativement petit (10 fois plus court que la longueur totale du cilié) mais large et de forme faiblement triangulaire. Il est bordé à gauche par une longue



frange de paramembranelles adoraes, au nombre de 95 (moyenne), qui finissent par s'enrouler en une spirale, avant de pénétrer dans le cytotome (Figs. 57 et 71). Huit à neuf petites paramembranelles erratiques ornent la pointe antérieure droite du péristome. L'organelle paroral est représenté par une énorme membrane ondulante, dont l'insertion présente des dicinétides très serrées (Figs. 57, 71, 73). La cavité buccale est profonde, en grande partie recouverte par le lobe droit du péristome. Le cytotome est triangulaire et se continue par une fibre argyrophile. Chaque paramembranelle présente la structure typique : trois rangées de cinétosomes de longueur inégale (Figs. 58 et 72).

Appareil nucléaire

L'appareil nucléaire est constitué par un macronoyau moniliforme comportant une moyenne de 23 nodes (moniles) de 12 μm de long sur 6 μm de large, réunis par la membrane nucléaire commune. Chaque monile présente un stroma dense et de nombreux nucléoles. Les micronoyaux, au nombre de 10 (moyenne), sont sphéroïdaux et mesurent 2 μm (Figs. 60 bis et 75).

Discussion

A première vue, cette espèce pourrait être une variété géante de *Condyllostoma remanei* Spiegel, 1926. Malheureusement, depuis que Fjeld (1955) a affirmé que cette dernière espèce peut présenter de grandes variations de taille ou de longueur de la pointe caudale, toute *Condyllostoma* présentant un appendice terminal a souvent été trop vite identifiée comme étant *C. remanei*. Fjeld admet que la longueur totale de *C. remanei* peut varier de 206 à 650 μm , ce qui est vraisemblable. Les spécimens de *C. remanei*, retrouvés à Sète (inédit) présentent une taille assez constante (300 à 500 μm). Kahl (1931) décrit des *C. remanei* de 600 à 800 μm , ce qui paraît improbable. Les spécimens de *C. remanei* de Villeneuve-Brachon (1940), de Raikov (1960) ou de Fauré-Fremiet (1950), ne correspondent guère aux descriptions de Spiegel ou Fjeld, ni aux spécimens de Sète (inédit). Kahl (1932) a même signalé une

énorme *Condyllostoma* de 1200 μm , dont la forme et la taille pourraient correspondre à la nouvelle espèce *C. longicaudata*. Par contre, *C. reichi* Wilbert et Kahan (1981), quoique presque aussi grande, se montre très différente, aussi bien par sa largeur, que par sa forme triangulaire, sa pointe caudale large, son péristome volumineux et son endoplasme vacuolaire. Parmi les grandes *Condyllostoma*, à région caudale pointue, on peut signaler aussi *C. fjeldi* Hartwig, 1973, qui montre un macronoyau pulvérisé et un péristome triangulaire et *C. enigmatica* Dragesco 1960 (retrouvée peut-être par Ricci *et al.* 1982) qui est extrêmement large, possède un macronoyau en ruban et des extrusomes très caractéristiques. *C. acuta* Dragesco 1960, qui est très petite, et *C. remanei* var. *oxyoura* Dragesco, 1960 ne présentent pas d'appendice caudal mais leur corps finit en pointe (comme d'ailleurs aussi *C. tenuis* de Fauré-Fremiet, 1958).

Condyllostoma longicaudata semble donc bien différente de toutes les espèces à terminaison caudale pointue (Figs. 61 à 69). Par ailleurs, les *Condyllostoma* psammiques restent mal connues, car nous manquons de données sur leur infraciliature et leur morphométrie. Une révision de *C. remanei* "sensu stricto" devrait être entreprise très rapidement.

Metopus contortus (Quennerstedt, 1867), Kahl, 1932
(Fig. 77 à 86 - Tableau n° 6)

Ce cilié est assez fréquent dans les échantillons de sables de l'étang de Thau récoltés par 2 m de profondeur, dès que le milieu devient polysaprobe. Il coexistait avec 2-3 espèces de Trachelocercidae et 2 espèces de *Blepharisma*.

Description

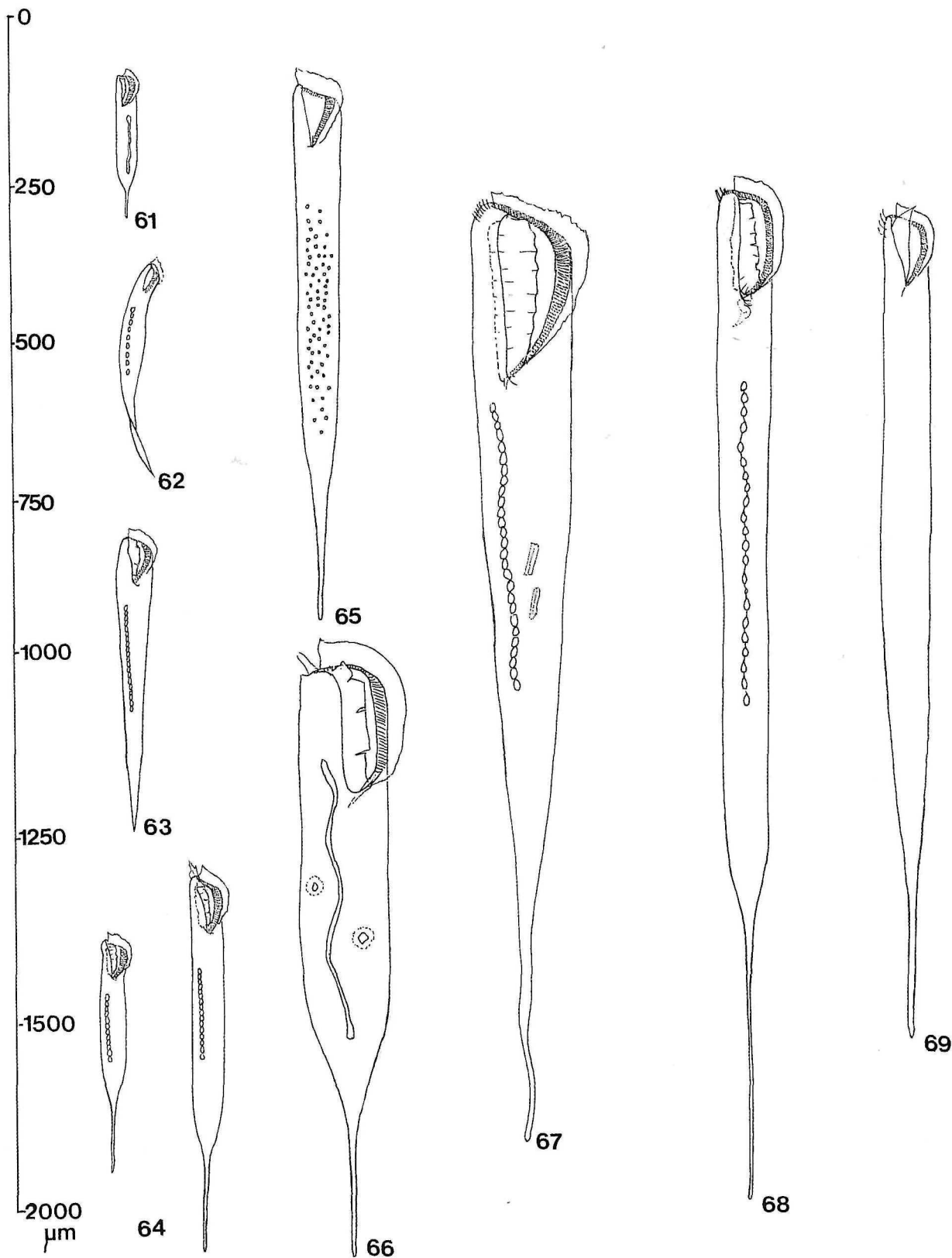
Sur le vivant, *Metopus contortus* présente la morphologie typique du genre *Metopus* Clap et Lachm, 1858 et des Metopidae du groupe IV de Esteban *et al.* (1995). De taille moyenne (L : 110 à 130 μm) et de forme cylindroïde, arrondie postérieurement, la cellule montre une calotte antérieure finissant en un bec caractéristique du genre. Cette espèce est incolore, mais présente une tache pigmentaire noirâtre,

Figures 55-60 bis. *Condyllostoma longicaudata* n. sp., sur le vivant (55,56) et d'après des imprégnations par le Protargol (57-60 bis). **55** : aspect général sur le vivant (péristome, chaîne macronucléaire, longue pointe caudale). **56** : aplatissement du corps et torsion. **57** : infraciliature de l'aire buccale, péristome, paramembranelles adoraes, cinétie parorale et membrane ondulante, cinéties somatiques. **58** : organisation des cinétosomes des paramembranelles adoraes. **59** : infraciliature de la région précaudale, dicinétides ciliées et fibres post-ciliaires plissées par la contraction (due à la fixation). **60** : infraciliature terminale de la pointe caudale. **60 bis** : une partie des macronoyaux et micronoyaux.

Echelles : 100 μm (55), 5 μm (58), 10 μm (56, 57, 59, 60, 61).

Figures 55-60 bis. *Condyllostoma longicaudata* n. sp., from life (55,56) and from Protargol impregnations (57-60 bis). **55**: general morphology, (peristome, macronuclear chain, long caudal tip). **56**: body, flattened and twisted. **57**: infraciliature of the buccal area, peristome, adoral paramembranelles, paroral kinety and undulating membrane, somatic kineties. **58**: organization of the kinetosomes of the adoral paramembranelles. **59**: infraciliature of the precaudal region, ciliated dikinetids and postciliodesma twisted by the contraction (due to the fixation). **60**: terminal infraciliature of the caudal tip. **60 bis**: one part of the macronuclei and micronuclei.

Scale bars: 100 μm (55), 5 μm (58), 10 μm (56, 57, 59, 60, 61).



apicale, bien visible. La nage est un peu rapide, avec une rotation régulière autour de son axe. On n'observe pas de mucocystes (même après l'action des colorants vitaux et post-vitaux). La vacuole contractile terminale est très volumineuse. L'endoplasme renferme divers types de vacuoles. La frange de paramembranelles se voit parfaitement sur le vivant, ainsi que le macronoyau volumineux, en position sus-équatoriale, et les longs cils caudaux (Fig. 77).

Infraciliature somatique

Une trentaine de cinéties méridiennes, constituées par les dicinétides porteuses de 2 cils (quoique par endroits, seul le cil postérieur soit présent). Les dicinétides peuvent être disposées quelque peu en désordre dans la région postérieure ventrale ; elles finissent par un anneau terminal, porteur de cils caudaux plus longs (16 à 23 μm - Figs. 78, 79 et 85). Par suite de la torsion caractéristique de la région apicale, les 3 cinéties denses et serrées de la "perizonal ciliary stripe" (Jankowsky, 1964) suivent le bord gauche de péristome. La cinétie la plus proche de la crête péristomienne présente une densité de 12 dicinétides par 10 μm et les 2 cinéties suivantes, une moyenne de 10 dicinétides par 10 μm (tandis que dans l'ensemble de la ciliature somatique, le nombre de dicinétides varie de 4 à 8 pour 10 μm). Les cils somatiques ont une longueur moyenne de 9 μm . Quelques imprégnations plus intenses montrent qu'une fibre longitudinale longe les dicinétides sur le côté gauche de chaque cinétie (myonème ?).

Infraciliature buccale

Le péristome est assez large, il débute sur la région dorsale puis descend sur la moitié ventrale, en tournant de 180°, pour finir dans un cytostome long et très étroit. La distance moyenne entre l'apex de la cellule et le début du cytostome est de 62 μm . Le péristome se rétrécit progressivement durant son trajet ; il est bordé, sur le côté gauche, par 38 à 46 paramembranelles (dont les cinétosomes sont disposés en quinconce). Dans leur région moyenne, les insertions des paramembranelles mesurent 9 μm , mais elles diminuent de longueur et s'incurvent dans la région terminale (Figs. 79 et 83). La cinétie parorale longe la crête droite du péristome ;

elle est bien visible, longue de 30 à 40 μm . Les imprégnations par le protargol mettent en évidence un cytostome tubulaire très fin et très long qui se continue par une fibre argyrophile contournée (Figs. 79 et 82).

Appareil nucléaire

Il est constitué par un gros macronoyau (longueur moyenne : 40 μm), disposé nettement au-dessus de l'équateur de la cellule (distance entre l'apex cellulaire et le haut du macronoyau : 17 μm , en moyenne). Cette position est caractéristique et constante. Le micronoyau sphéroïdal est volumineux (diamètre moyen : 4,52 μm) et le plus souvent disposé dans une encoche macronucléaire (Figs. 78, 79, 81, 83, 86).

Discussion

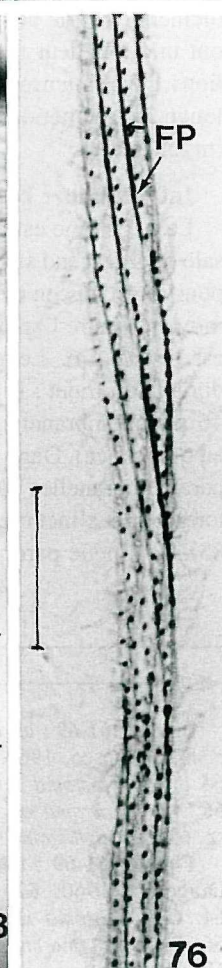
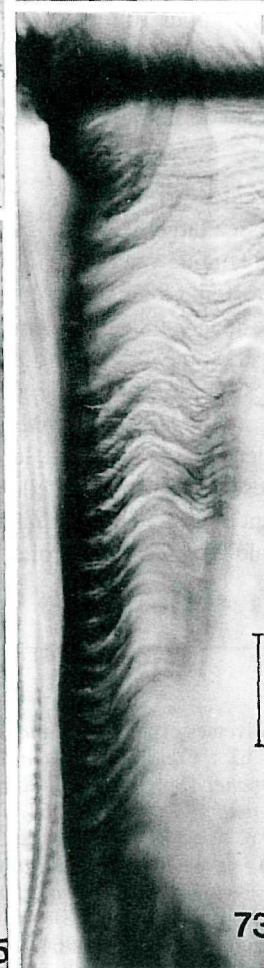
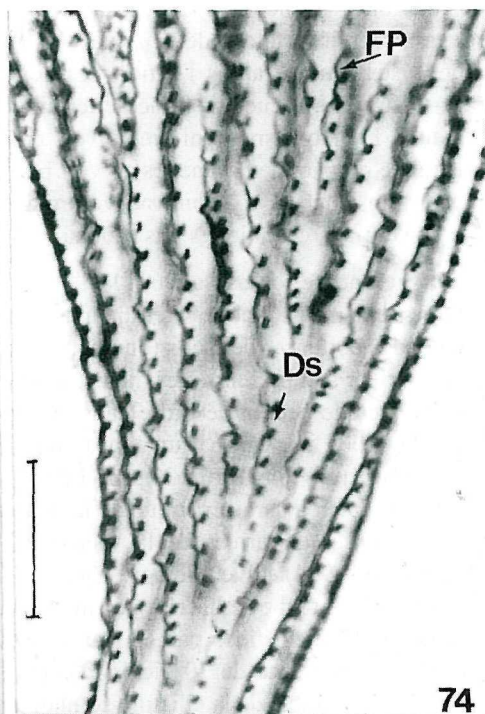
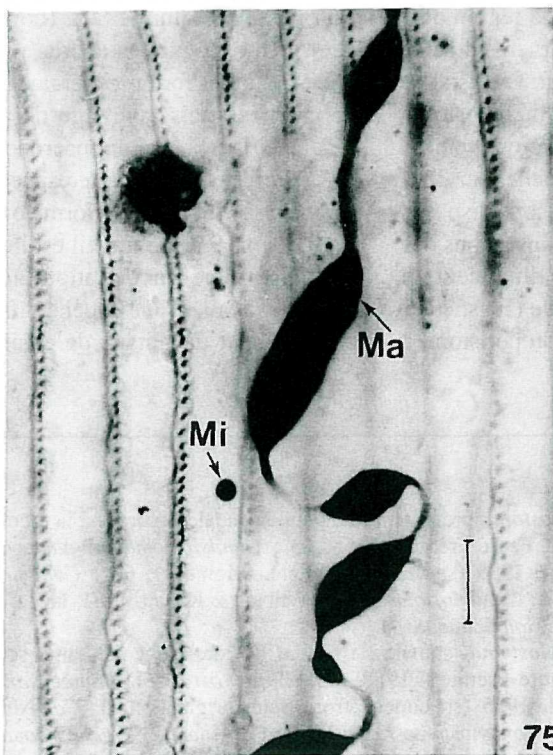
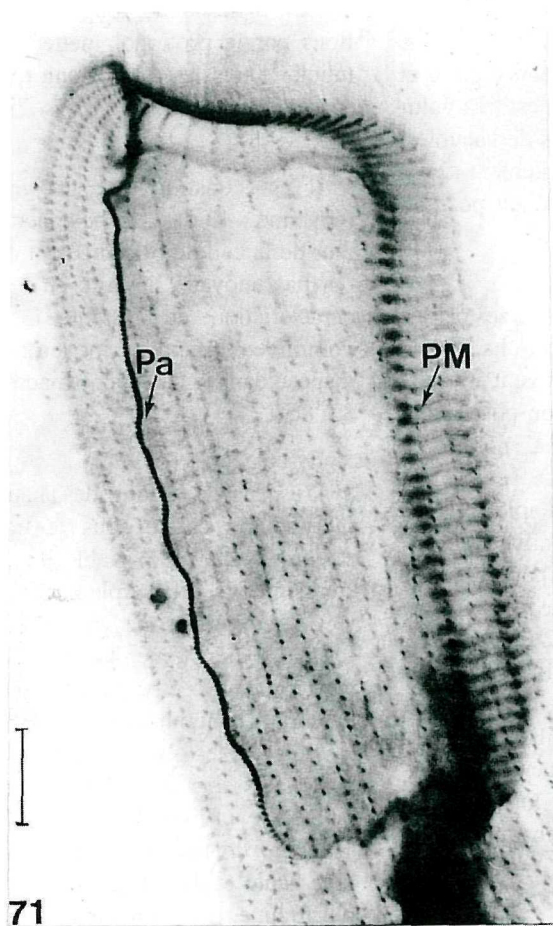
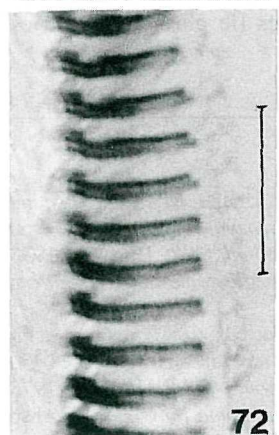
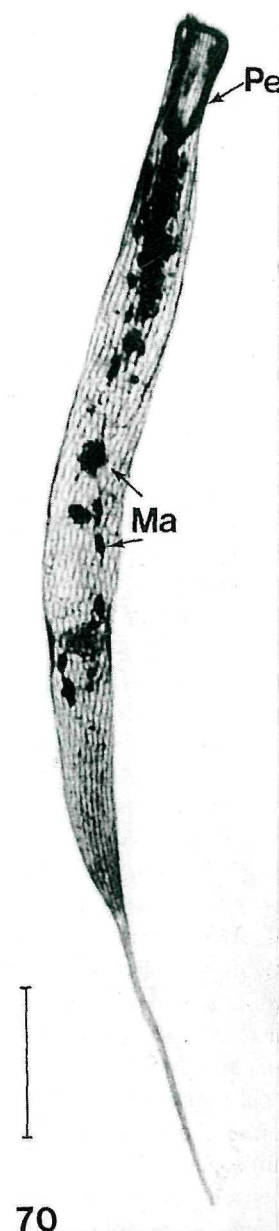
L'espèce de l'étang de Thau correspond assez bien au morphotype connu sous le nom de *Metopus contortus* (Quennerstedt, 1867) Kahl 1932, quoiqu'il diffère, sur plusieurs points, de la plupart des descriptions. Kisselbach (1936) représente une variante dont le macronoyau est équatorial et le péristome plus étroit. Villeneuve-Brachon (1940) figure une espèce beaucoup plus grande (200 à 250 μm) et, en dépit des nombreuses précisions cytologiques apportées, les données les plus importantes manquent et ne permettent pas une comparaison avec les observations modernes.

Borror (1963) fournit quelques bonnes images de *M. contortus* mais figure le macronoyau en position encore plus haute et davantage de cinéties ; la forme générale est plus trapue. Le spécimen *M. contortus* de Jankowski (1964) est proche de celui de Sète (dont la forme reste plus allongée). Les exemplaires décrits par Czapik et Jordan (1976) présentent une forme générale identique, le nombre correct de cinéties, mais la frange de paramembranelles est plus longue et la position du macronoyau anormale.

La description de cette espèce par Esteban *et al.* (1995) semble assez aberrante : forme ovoïde, macronoyau trop bas (la figure n° 9 de ce travail est insuffisante et les photos 7 et 8 montrent une surcoloration fâcheuse). Il s'agit sûrement, dans ce travail, d'une souche différente, un peu plus longue et présentant davantage de cinéties (le plus surprenant est

Figures 61-69 : les diverses espèces de *Condyllostoma* présentant une pointe caudale, figurées à la même échelle. **61** : *Condyllostoma acuta* Dragesco, 1960. **62** : *Condyllostoma tenuis* Fauré-Fremiet, 1958. **63** : *Condyllostoma remanei* var. *oxyoura* Dragesco, 1960. **64** : *Condyllostoma remanei* (Spiegel 1928) Kahl, 1935 (spécimens de Sète, originaux). **65** : *Condyllostoma fjeldi* Hartwig, 1973. **66** : *Condyllostoma enigmatica* Dragesco, 1964. **67** : *Condyllostoma reichi* Wilbert & Kahan, 1981. **68** : *Condyllostoma longicaudata* n. sp. **69** : *Condyllostoma* sp. Kahl, 1935 (variété de *C. longicaudata* ?).

Figures 61-69 : the various species of *Condyllostoma*, showing a caudal tip, drawn at the same scale. **61**: *Condyllostoma acuta* Dragesco, 1960. **62**: *Condyllostoma tenuis* Fauré-Fremiet, 1958. **63**: *Condyllostoma remanei* var. *oxyoura* Dragesco, 1960. **64**: *Condyllostoma remanei* (Spiegel, 1928) Kahl, 1935 (specimens from Sète, originals). **65**: *Condyllostoma fjeldi* Hartwig, 1973. **66**: *Condyllostoma enigmatica* Dragesco, 1964. **67**: *Condyllostoma reichi* Wilbert & Kahan, 1981. **68**: *Condyllostoma longicaudata* n. sp. **69**: *Condyllostoma* sp. Kahl, 1935 (a variety of *Condyllostoma longicaudata* ?).



l'existence de mucocystes, qu'il nous a été impossible de mettre en évidence). La révision du genre *Metopus* par Esteban *et al.* (1995) semble très discutable. On croit rendre service à l' α -taxonomie en réduisant de 76 à 22 le nombre d'espèces du genre *Metopus* ; mais ce type de travail est dangereux car il donne la fallacieuse impression qu'on a pu simplifier le problème. Il est surprenant de voir décider de nombreuses mises en synonymies d'espèces que les auteurs de la révision n'ont jamais vues, et de constater la méfiance des auteurs pour les espèces rares, ce qui les conduit à négliger complètement certaines d'entre elles, alors que tout rejet doit être rigoureusement justifié. De nombreuses espèces ne sont même pas citées. L'espèce *Metopus striatus* McMunich, 1884 est mise en synonymie avec 13 autres espèces (souvent bien différentes) sans aucune explication.

Il est plus nuisible d'appeler du même nom spécifique deux morphotypes distincts que d'avoir 2 noms différents pour des morphotypes semblables (sous espèces ou variétés). De nos jours, toute description devrait être faite en détail, et devrait inclure l'étude fine de l'infaciliature, accompagnée de données morphométriques statistiques comme le fait W. Foissner. Des données morphogénétiques et ultrastructurales devraient si possible compléter la description.

Pour conclure, ce cilié de l'étang de Thau nous paraît assimilable à l'espèce *Metopus contortus* (Quennerstedt, 1861), Kahl, 1932, mais il se différencie d'autres morphotypes, déjà décrits sous ce nom. Ses caractéristiques essentielles sont sa forme cylindroïde allongée, la position très apicale de son macronoyau ainsi que l'ensemble des données morphométriques du tableau n° 6.

Tableau 6. *Metopus contortus* (Quennerstedt, 1867) Kahl, 1932.

Table 6. *Metopus contortus* (Quennerstedt, 1867) Kahl, 1932.

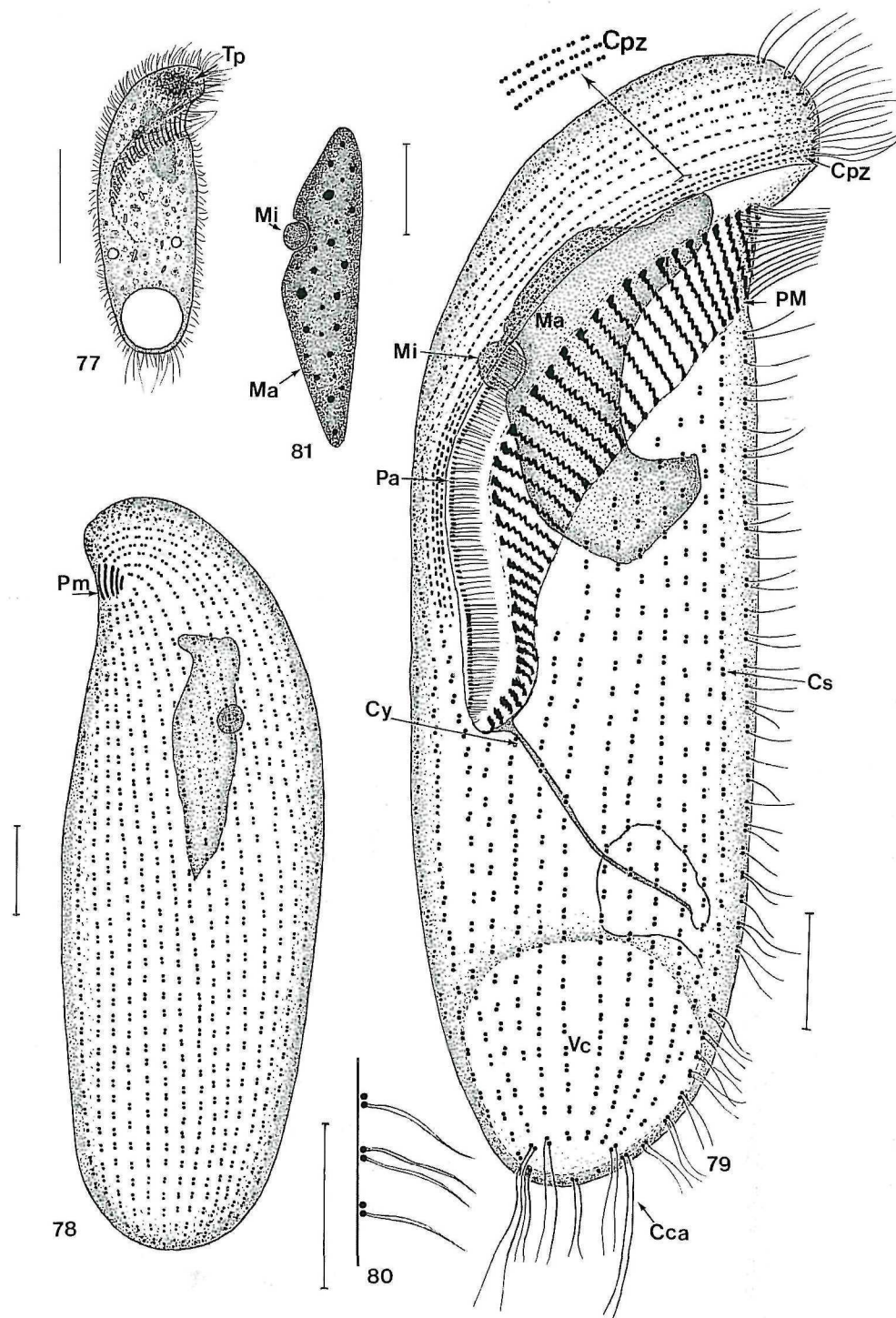
	$\bar{x}$	M	E.T.	E.S.	C.V. %	Min.	Max.	n
Longueur	111	110	10,80	2,62	9,72	90	128	18
Largeur	36,4	36	6,02	1,46	16,5	23	46	18
Nombre cinéties	30,8	31	1,82	0,44	5,90	27	34	18
Nombre paramembranelles	40	41	3,92	1,18	9,8	38	46	12
Longueur base paramembranelles	8,8	9	0,96	0,21	10,9	7	10	21
Longueur macronoyaux	38,6	39	9,85	2,97	25,5	26	57	12
Largeur macronoyaux	10,5	10	2,10	0,63	20	8	16	12
Distance apex-haut macronoyau	17	17	3,42	1,03	20,7	12	23	12
Distance apex-base cytostome	62	64	6,14	3,87	9,9	52	72	16
Nombre de dicinétides par 10 μ m	6	6	1,14	0,20	19	4	8	30
Nombre de dicinétides par 10 μ m (c. périzonales)	12	13	1,40	0,46	11,6	11	16	10
Longueur cinétie parorale	34,4	35	3,60	1,08	10,4	30	40	12
Longueur cils somatiques	8,5	8	1,40	0,38	16,3	7	12	10
Diamètre micronoyaux	4,3	4,5	0,55	0,16	12,8	3,5	5,7	12

Figures 70-76. *Condyllostoma longicaudata* n. sp., d'après des imprégnations par le protargol. **70** : aspect général, péristome, chaîne macronucléaire, pointe caudale. **71** : infaciliature de la région caudale ventrale, dicinétides et fibres post-ciliaires. **72** : détail de l'infaciliature des paramembranelles. **73** : membrane ondulante. **74** : infaciliature de la région ventrale précaudale, fibres postciliaires plissées. **75** : appareil nucléaire : macronoyaux en chaîne et micronoyaux. **76** : infaciliature d'un segment de la pointe caudale.

Echelles : 100 μ m (70) et 10 μ m (71 à 76).

Figures 70-76. *Condyllostoma longicaudata* n. sp., from protargol impregnations. **70**: general morphology, peristome, macronuclear chain, caudal tip. **71**: infaciliature of the ventral caudal region, postciliodesma. **72**: detail of paramembranelles infaciliature. **73**: undulating membrane. **74**: precaudal infaciliature. **75**: nuclear apparatus, beaded macronuclei and micronuclei. **76**: infaciliature of a caudal tip segment.

Scale bars: 100 μ m (70) et 10 μ m (71 to 76).

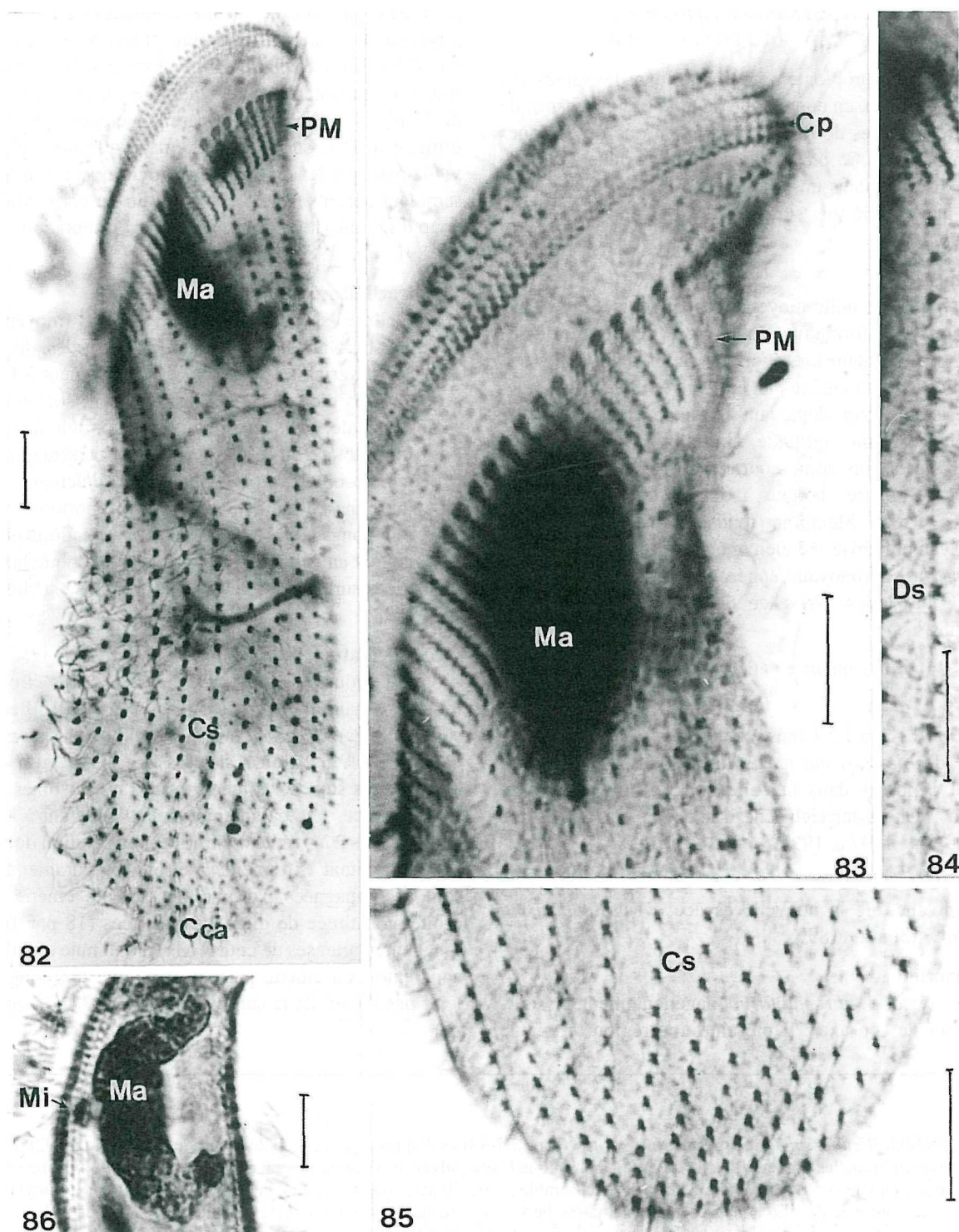


Figures 77-81 : *Metopus contortus* (Quennerstedt, 1861) Kahl, 1932, sur le vivant et d'après des imprégnations par le protargol. **77** : aspect général, tache pigmentaire apicale, macronoyau, vacuole contractile, cils caudaux. **78** : infraciliature dorsale, appareil nucléaire, premières paramembranelles. **79** : infraciliature ventrale, dicinétides parorales, appareil nucléaire, cytotome et cils caudaux. **80** : détail de l'infraciliature somatique, dicinétides, cils, fibre postciliaire. **81** : appareil nucléaire.

Echelles : 50 µm (77), 10 µm (78, 79, 80, 81).

Figures 77-81 : *Metopus contortus* (Quennerstedt, 1861) Kahl, 1932, from life and from protargol impregnations. **77**: general morphology, apical pigmented spot, macronuclei, contractile vacuole, caudal cilia. **78**: dorsal infraciliature, nuclear apparatus, first paramembranelles. **79**: ventral infraciliature, paroral dikinetids, nuclear apparatus, cystostome and caudal cilia. **80**: detail of the somatic infraciliature, dikinetids, cilia, postciliodesma. **81**: nuclear apparatus.

Scale bars: 50 µm (77), 10 µm (78, 79, 80, 81).



Figures 82-86: *Metopus contortus* (Quennerstedt, 1861) Kahl, 1932, d'après des imprégnations par le protargol. 82: infraciliature générale et appareil nucléaire. 83: infraciliature buccale: paramembranelles (cinétosomes disposés en zigzag), cinéties périzonales. 84: infraciliature somatique, dicinétides ciliées et cinétodesmes. 85: cinéties somatiques de la région caudale. 86: appareil nucléaire.

Echelle: 10 μ m.

Figures 82-86: *Metopus contortus* (Quennerstedt, 1861) Kahl, 1932, from protargol impregnations. 82: general infraciliature and nuclear apparatus. 83: buccal infraciliature, paramembranellae (zigzag pattern of kinetosomes), perizonal kineties. 84: somatic infraciliature, ciliated dikinetids and kinetodesma. 85: somatic kineties of the caudal region. 86: nuclear apparatus.

Scale bar: 10 μ m.

***Blepharisma parasalinarum* n. sp.**
(Figs. 87 à 103 - Tableaux n^{os} 7 et 8)

Cette espèce saprobionte a été trouvée dans les sables fins de l'étang de Thau, en compagnie de *Metopus contortus*, de deux autres espèces de *Blepharisma* ainsi que de quelques Trachelocercidae. *B. parasalinarum* s'est développé, de manière discrète, dans un milieu tout à fait polysaprobe et quelque peu sursalé (par suite de l'évaporation de l'eau de mer).

Diagnose

Blepharisma de taille moyenne (longueur : 166 µm, largeur 33 µm) et de forme fuselée allongée, dépourvue de bec antérieur et présentant une énorme vacuole contractile terminale. De 18 à 26 cinéties légèrement spiralées, à dicinétides. Péristome long (dépassant l'équateur de la cellule) et très étroit, de forme sigmoïde. Une moyenne de 44 paramembranelles à insertion courte (3,5-5 µm seulement). Cinétie parorale très longue à dicinétides régulièrement espacées, serrées. Membrane ondulante peu développée. Macronoyau pulvérisé (62 éléments, en moyenne, mesurant 5 x 2,7 µm). Micronoyaux sphéroïdaux. Couronne de cils caudaux plus longs. Présence de triplets cinétosomiens somatiques.

Lieu de prélèvement : étang de Thau, sables très saprobes.

Spécimens types : 2 lames, contenant un holotype et un paratype de *Blepharisma parasalinarum* imprégnés par le protargol déposées dans la collection de préparations de ciliés de l'Oberösterreichische Landesmuseum de Linz (Autriche) (N^o 1997.9, 1997.10).

Etymologie : la dénomination "*parasalinarum*" rappelle la ressemblance de la nouvelle espèce avec *Blepharisma salinarum* Florentin (1899).

Description

Sur le vivant, *B. parasalinarum* nage lentement, en tournant autour de son axe : il présente une région terminale

pourvue d'une énorme vacuole contractile, large et transparente, en vue ventrale, mais plate et réfringente en vue latérale (Fig. 88). La cellule est incolore et montre une longue frange de paramembranelles adoraes, débutant au-dessous de la région médiane. L'appareil nucléaire, pulvérisé, est difficile à voir, sur le vivant, mais se colore bien, post-vitalement, par le vert de méthyle-pyronine. Les mucocystes semblent absents. La forme générale du corps varie beaucoup d'un individu à l'autre, suivant l'orientation (Figs. 87, 88, 89).

Infraciliature somatique

La cellule est recouverte de 23 cinéties (moyenne) plus ou moins bipolaires, constituées de dicinétides, dont l'espacement est variable, suivant leur emplacement à la surface du cilié. Les dicinétides se désorganisent souvent dans la région caudale. Les deux cinétosomes portent des cils de 7 à 8 µm de long ; on remarque aussi la présence de triplets (trois cinétosomes accolés, dont deux seulement ciliaires). Une couronne de dicinétides terminaux porte des cils caudaux plus longs (8 à 12 µm). Des imprégnations plus poussées mettent en évidence une fibrille argyrophile bordant les dicinétides sur leur droite (fibre postciliaire ?) (Figs. 89, 90, 93, 97, 98).

Infraciliature buccale

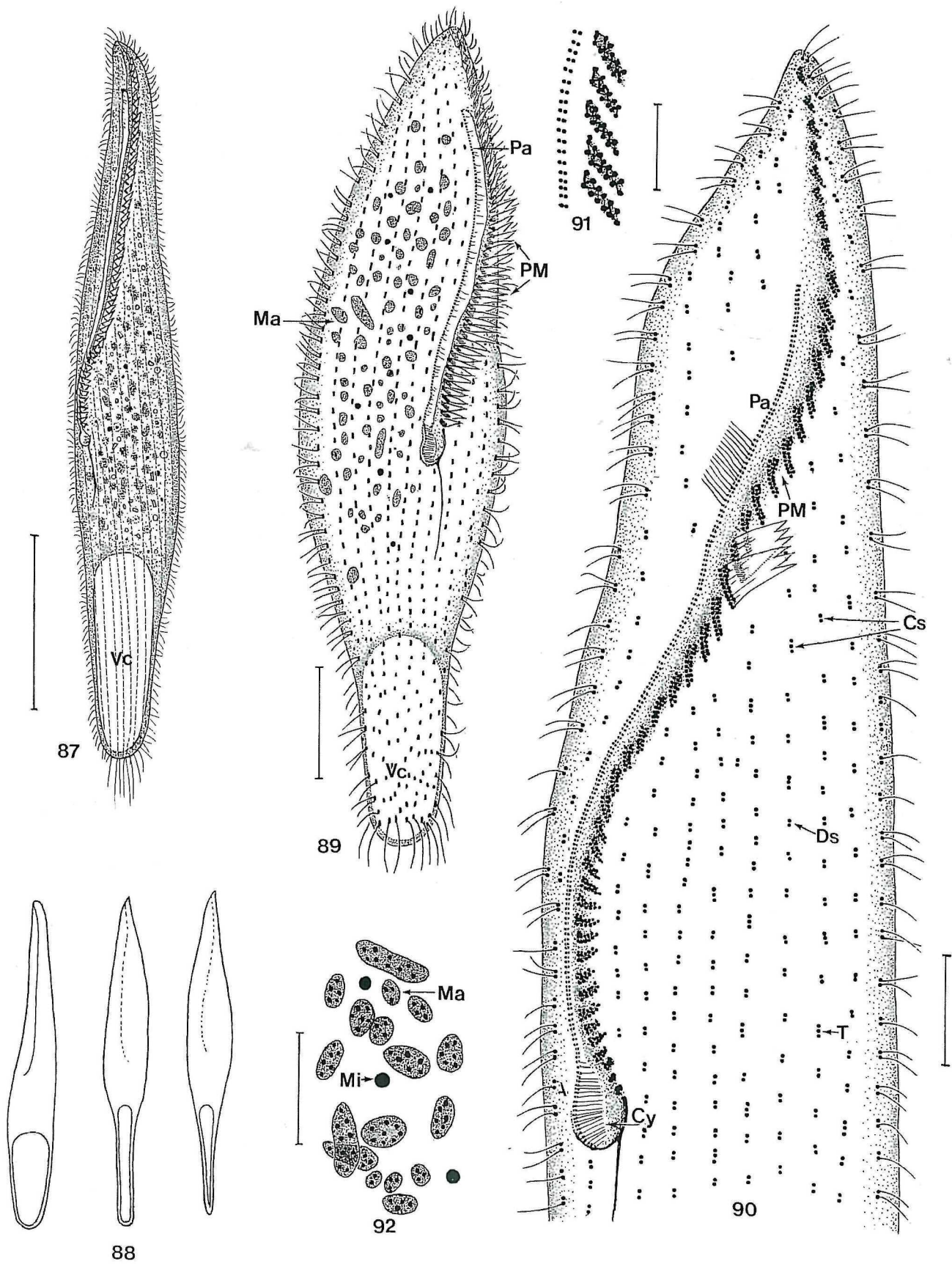
Le péristome est très caractéristique : très étroit et très long, dessinant une sigmoïde (Figs. 89 et 90). Il est bordé, sur le côté gauche par 36 à 64 (moyenne : 44) paramembranelles dont l'insertion reste très courte (4,2 µm en moyenne) ; elles sont constituées par des cinétosomes disposés en quinconce. Les paramembranelles débutent à l'apex du cilié (parfois 2 à 4 unités se trouvent en position dorsale). Le péristome étant extrêmement étroit, les paramembranelles sont accompagnées par une très longue cinétie parorale droite, constituée de dicinétides serrées (18 par 10 µm de longueur) porteuses de courts cils (membrane ondulante peu apparente). La cinétie parorale, quoique très longue, n'atteint pas l'apex de la cellule (longueur : 77 µm en moyenne).

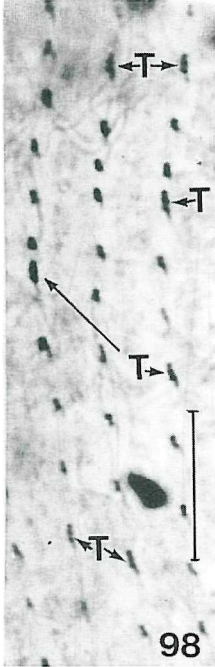
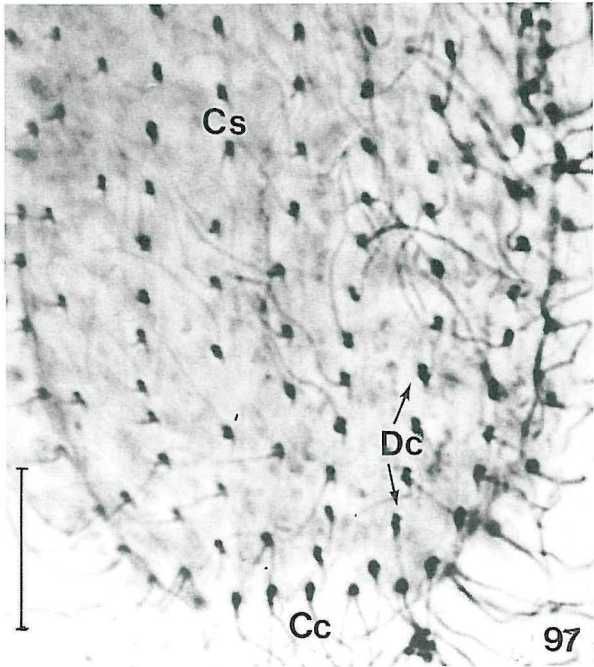
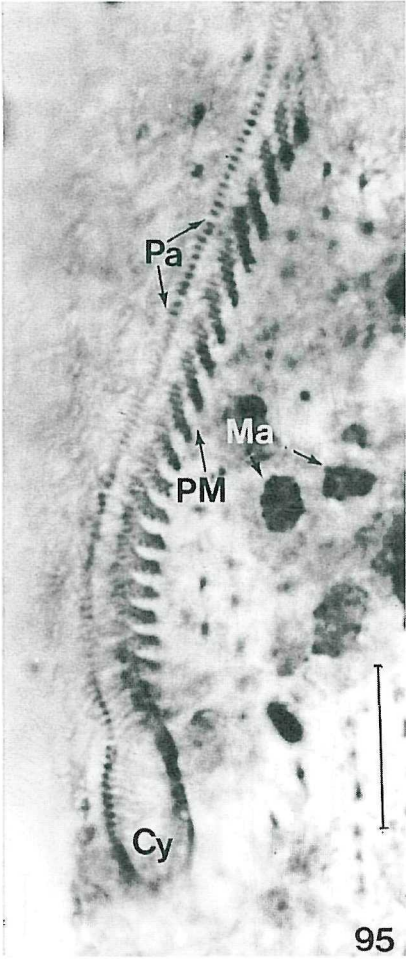
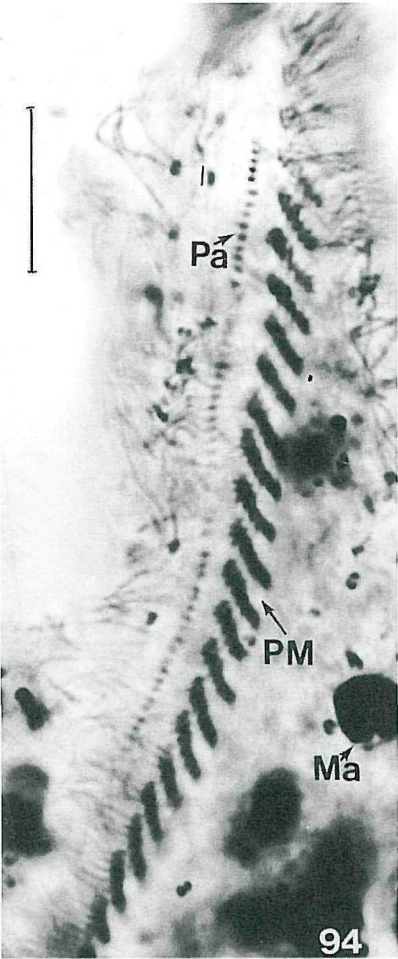
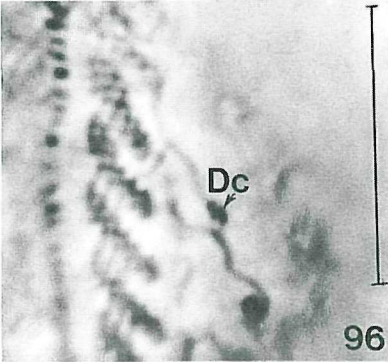
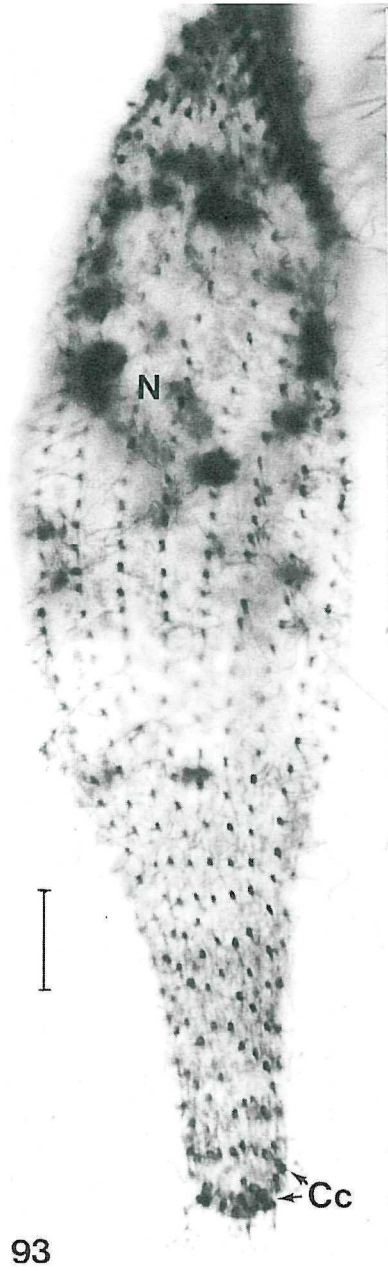
Figures 87-92. *Blepharisma parasalinarum* : sur le vivant (87-88) et d'après des imprégnations par le protargol (89-92). **87** : aspect général, paramembranelles et membrane ondulante, appareil nucléaire pulvérisé, vacuole contractile, cils caudaux. **88** : forme générale de trois spécimens, en vue ventrale ou latérale. **89** : vue d'ensemble : infraciliature, paramembranelles, cinétie parorale, macronoyaux, vacuole contractile et couronne de cils caudaux. **90** : infraciliature buccale et somatique, paramembranelles, dicinétides denses de la cinétie parorale, cinéties somatiques (dicinétides et triplets occasionnels), cytotome. **91** : détail des cinétosomes de la ciliature orale. **92** : quelques macronoyaux et micronoyaux.

Echelle : 50 µm (87), 20 µm (89), 5 µm (91), 10 µm (90, 92 et 88).

Figures 87-92. *Blepharisma parasalinarum* : from life (87-88) and from protargol impregnations (89-92). **87**: general morphology, paramembranelles and undulating membrane, scattered nuclear apparatus, contractile vacuole, caudal cilia. **88**: general morphology of 3 specimens, in ventral or side view. **89**: general view, infraciliature, paramembranelles, paroral kinety, macronuclei, contractile vacuole and caudal cilia ring. **90**: buccal and somatic infraciliature, paramembranelles, close-up dikinetids of the paroral kinety, somatic kineties (dikinetids and occasional triplets), cytotome. **91**: kinetosomes detail of the oral ciliature. **92**: some macronuclei and micronuclei.

Scale bars: 50 µm (87), 20 µm (89), 5 µm (91), 10 µm (90, 92 and 88).





Malgré sa courbure sigmoïde, l'ensemble du péristome et de la ciliature buccale descend au-dessus de l'équateur de la cellule (distance moyenne apex-cytostome : 95 μm chez un *B. salinarum* de 166 μm de longueur). Le cytostome est peu visible et porte une longue fibre argyrophile, qui descend postérieurement sur 16 à 18 μm . L'étude fine de la structure de l'infaciliature des paramembranelles est très difficile : il s'agirait de 12 à 15 cinétosomes disposés en quinconce, sur deux rangées (avec, souvent, un ou deux cinétosomes surnuméraires à l'apex de chaque insertion). (Figs. 90, 91, 94, 95, 96).

Appareil nucléaire

L'appareil nucléaire est pulvérisé et son étude est difficile. On y trouve 34 à 81 macronoyaux, répartis surtout dans la région moyenne de la cellule. Leur taille est extrêmement variable, la longueur pouvant aller de 2 à 15 μm (la moyenne est de 5 μm avec $n = 40$). Les micronoyaux, extrêmement difficiles à voir, sont très petits (diamètre = 1,5 μm) et fort peu nombreux (de 6 à 10) généralement (Figs. 92, 94).

Discussion

Les caractères généraux de ce cilié rappellent l'espèce *Blepharisma salinarum* (Florentin, 1899) Kahl, 1932. Cette espèce a été transférée par Isquith et Repak (1974) dans le genre *Anigsteinia* Isquith, 1968. Les descriptions de *B. parasalinarum* par Kahl (1932), Dragesco (1963) et Fenchel (1969) correspondent assez bien aux spécimens de Sète. Des préparations de *Blepharisma salinarum*, imprégnées au protargol, en provenance des sables de Roscoff et étudiées par Dragesco (1963), ayant été réexaminées, une comparaison a pu être faite et permet de distinguer plusieurs morphotypes (voir tableau 8).

Il est avant tout important de préciser la différence qu'il peut y avoir entre les genres *Blepharisma* et *Anigsteinia*. Isquith (1968) crée le genre *Anigsteinia* pour quelques espèces de *Blepharisma*, assez proches de *Spirostomum*. Isquith définit le nouveau genre par sa vacuole contractile, pourvue d'un canal collecteur dorsal, une membrane ondulante non apparente, un macronoyau fragmenté (moniliforme ou pulvérisé) et son habitat marin. Isquith et Repak (1974) incluent, dans le genre *Anigsteinia*, *Blepharisma*

salinarum de Florentin. Small et Lynn (1985) posent enfin le vrai problème, et essaient de définir les genres de la famille des Blepharismidae en se basant sur la structure infaciliaire de la cinétie parorale (malheureusement mal connue). Pour ces auteurs, les *Anigsteinia* se caractériseraient par de "short linear dikinetids" tandis que les *Blepharisma* montreraient une parorale constituée de "3 short kinetosomal files" (ce qui est inexact pour plusieurs espèces). Carey (1992) reprend ces définitions. Par contre, Tuffrau et Puytorac (1994) n'admettent pas la famille des Blepharismidae et n'apportent rien de nouveau au débat.

L'examen des figures de la littérature montre que l'on connaît très mal la structure fine des cinéties parorales des familles concernées et qu'il est nécessaire de revoir l'infaciliature de tous les genres de Blepharismidae et Spirostomidae.

En ce qui concerne *Blepharisma salinarum* (Florentin 1899), son découvreur donne une description très précise, exemplaire même, et bien meilleure que la plupart de celles qui ont suivi. Les descriptions ultérieures (Kahl, 1932, Dragesco 1963) correspondent, à peu près, à la description originale. Par contre les observations de Agamaliev (1978) s'en écartent quelque peu tandis que celles de Fenchel (1969) restent assez proches des images données par Florentin (1899) et Kahl (1932). En revanche, les observations de Small et Lynn (1985) sont erronées, car leur figure 32 (page 436) représente une toute autre espèce, pourvue d'un macronoyau unique et volumineux. De même Carey (1992), tout en reproduisant la figure de Florentin, l'interprète mal et signale seulement une dizaine de macronoyaux (au lieu de 50 à 75) (Figs. 99-103).

L'analyse de ces différentes observations prouve que deux morphotypes différents, au moins, ont été confondus. On peut donner une diagnose simple de l'espèce *Blepharisma salinarum* : bec antérieur prononcé, forme bien définie (étroite à l'avant, assez large au niveau médian), une multitude de macronoyaux de petite taille, un péristome presque droit, finissant dans un cytostome sus-équatorial, un canal dorsal alimentant la vacuole contractile terminale.

L'espèce de Sète, décrite ici, s'en distingue par toute une série de caractères : pas de bec antérieur (mais pointe mousse,

Figures 93-98. *Blepharisma parasalinarum*, imprégnation par le protargol. 93 : aspect général, cinéties somatiques, cinétosomes caudaux. **94 :** infaciliature buccale, paramembranelles adoraes et cinétie parorale aux dikinetides. **95 :** infaciliature adorale et parorale, cytostome et macronoyaux. **96 :** détail de la structure des paramembranelles (cinétosomes en zigzag). **97 :** infaciliature somatique de la région terminale. **98 :** infaciliature somatique, présence de triplets cinétosomiers.

Echelle : 10 μm .

Figures 93-98. *Blepharisma parasalinarum*, protargol impregnation. 93 : general morphology, somatic kineties, caudal kinetosomes. **94 :** buccal infaciliature, adoral paramembranelle, and paroral kinety with dikinetids. **95 :** adoral and paroral infaciliature, cytostome and macronuclei. **96 :** detail of the paramembranelle structure (zigzag pattern of kinetosomes). **97 :** somatic infaciliature of the terminal region (dikinetids). **98 :** somatic infaciliature, presence of triple kinetosomes.

Scale bar: 10 μm .

inhabituelle chez les *Blepharisma*), frange de paramembranelles de forme sigmoïde (double courbure) et cytostome sub-équatorial, pas de canal collecteur dorsal, macronoyaux nombreux et de taille très variable (voir tableau n° 8).

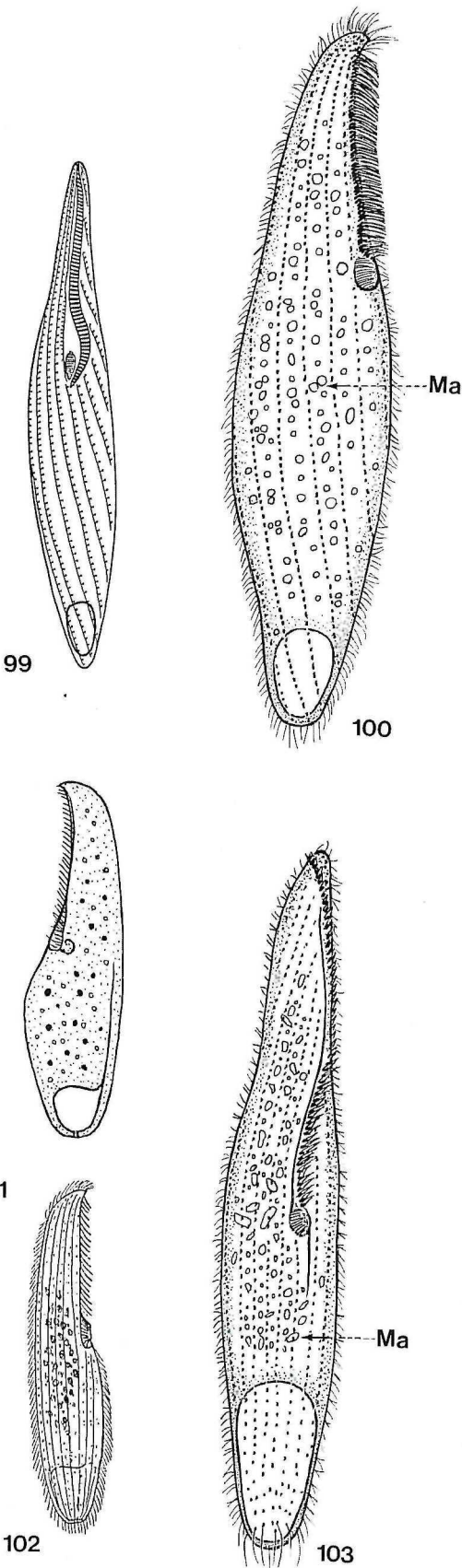
Nous appelons donc l'espèce de Sète *Blepharisma parasalinarum* n. sp. ; son appartenance au genre *Anigsteinia* ne paraît pas justifiée car l'infaciliature de sa cinétique parorale présente une structure différente de celle de ce genre et que de plus le genre *Anigsteinia* devrait être mieux défini.

Abréviations utilisées dans les Figures
Abbreviations used in the Figures

A	argyrome	argyrome
B	bouche	mouth
Cc	cinétique circumorale	circumoral kinety
Cca	cils caudaux	caudal cilia
Cn	"capsule nucléaire"	nuclear capsule ("rosette")
Cps	cinétiques porteuses de soies	bristle kineties
Cpz	cinétiques périzonales	perizonal kineties
Cs	cinétiques somatiques	somatic kineties
Csd	cinétiques somatiques droites	right somatic kineties
Csg	cinétiques somatiques gauches	left somatic kineties
Cy	cytostome	cytostome
D	dicinétide	dikinetid
Ds	dicinétides somatiques	somatic dikinetids
DTc	dicinétides de la touffe ciliaire	ciliary tuft dikinetids
E	extrusomes	extrusomes
Fp	fibres postciliaires	postciliodesma
G	gastriole	gastriole (food vacuole)
Ip	inversion de polarité	inversion of polarity
Ma	macronoyau	macronucleus
Me	paramembranelles erratiques	erratic paramembranelles
Mi	micronoyau	micronucleus
Mo	membrane ondulante	undulating membrane



Figures. 99-103. 99 : *Blepharisma salinarum* (Florentin 1899), Kahl, 1935, d'après Dragesco (1963). 100 : *Blepharisma salinarum* de Roscoff, originaux datant de 1964. 101 : *Blepharisma salinarum* d'après Florentin (1899). 102 : *Blepharisma salinarum* d'après Kahl (1935). 103 : *Blepharisma parasalinarum* n. sp.
Figures. 99-103. 99: *Blepharisma salinarum* (Florentin, 1899) Kahl 1935, from Dragesco (1963). 100: *Blepharisma salinarum* from Roscoff, originals dated from 1964. 101: *Blepharisma salinarum* after Florentin (1899). 102: *Blepharisma salinarum* after Kahl (1935). 103: *Blepharisma parasalinarum* n. sp.



Mu	mucocystes	mucocysts
N	appareil nucléaire	nuclear apparatus
Ne	némadesmes	nematodesma
Ob	ouverture buccale	buccal aperture
Op	ophryocinéties	ophryokineties
Pa	cinétie parorale	paroral kinety
Pe	péristome	peristome
Pm	paramembranelles	paramembranelles
S	soies	bristles
Sa	suture antérieure	anterior secant system
Sp	suture postérieure	posterior secant system
Sv	suture ventrale	ventral secant system
T	triplets	triplets (kinetosomes)
Tc	touffe ciliaire	ciliary tuft
Tp	tache pigmentaire	pigmentary spot
V	vacuoles	vacuoles
Vc	vacuole contractile	contractile vacuole

Zg zone glabre glabrous stripe

**Abréviations utilisées dans les tableaux
morphométriques**

Abbreviations used in the Tables

$\bar{x}$	moyenne	arithmetic mean
M	médiane	median
E.T.	écart type	standard deviation
E.S.	erreur standard	standard deviation of arithmetic mean
C.V.	coefficient de variation (%)	coefficient of variation (%)
Min.	minimum	minimum
Max.	maximum	maximum
n	nombre de spécimens mesurés	number of specimens investigated

Tableau 7. *Blepharisma parasalinarum* n. sp.

Table 7. *Blepharisma parasalinarum* n. sp.

	$\bar{x}$	M	E.T.	E.S.	C.V. %	Min.	Max.	n
Longueur	166	182	33,1	8,27	20	128	212	17
Largeur	32,7	32	8,57	2,14	26,2	18	47	17
Nombre cinéties	23	24	2,58	0,66	11,2	18	26	16
Nombre paramembranelles	44	43	6,8	1,75	15,4	36	64	16
Longueur paramembranelles	4,2	4	0,40	0,09	9,5	3,5	5	20
Nombre macronoyaux	62,5	64	11,88	3,06	19	34	81	14
Longueur macronoyaux	5	4	2,97	0,47	59	2	15	40
Largeur macronoyaux	2,75	2,50	1,76	0,29	64	1	9	38
Distance apex-cytostome	95	95	15,40	3,85	16,2	70	135	17
Longueur cinétie parorale	77,2	78	7,92	2,04	10,2	60	92	16
Nombre de dicinétides par 10 μ m	5,3	5	1,20	0,22	22,6	4	8	30
Nombre de dicinétides de la parorale par 10 μ m	18,5	19	2,09	0,54	11,3	14	23	16
Longueur des cils	7,2	7	1,40	0,46	19,5	5	10	10
Rapport longueur péristome longueur totale	0,56	0,56	0,04	0,012	0,25	0,52	0,66	16

Tableau 8. *Blepharisma parasalinarium* n. sp. et divers morphotypes de *Blepharisma salinarum*
 Table 8. *Blepharisma parasalinarium* n. sp. and different morphotypes of *Blepharisma salinarum*

Caractères	Longueur	Largeur	Présence ou absence de bec antérieur	Nombre de cinéties	Forme de la frange adorale	Longueur de la frange adorale	Rapport entre longueur péristome et longueur totale	Nombre de para-AZM	Type de parore	Nombre de macro-noyaux	Aspect des macro-noyaux	Canal de vacuole contractile	Cils caudaux plus longs
<i>B. salinarum</i> (Florentin, 1899)		*			droite, un peu recourbée à l'entrée dans le cystostome	*	*	?	?	50-75	sphéroïdaux 2,5-5 µm	oui	non
	160 - 60 µm	env. 85 µm (moy.)	bec prononcé	18		env. 110 µm (moy.)	env. 0,4						
<i>B. salinarum</i> (Dragesco, 1963 (originaux))	155 µm (n = 12) (moy.)	45 µm (n = 13) (moy.)	bec assez prononcé	15-21	droite, recourbée à l'entrée du cystostome	47 µm (n = 14) (moy.)	0,34 (n = 12)	46-70	probablement courte	55-100	sphéroïdaux 2-4 µm	non	non
<i>B. salinarum</i> (Dragesco, 1963)	150-250 µm	env. 40 µm (moy.)	bec peu prononcé	14-18	droite, recourbée à l'entrée du cystostome	env. 80 µm (moy.)	env. 0,36	60-70	courte	nombreux	sphéroïdaux irréguliers	non	non
<i>B. salinarum</i> (Agamaliyev, 1978)	170-200 µm	env. 70 µm (moy.)	bec peu prononcé	20-26	plutôt droite	env. 60 µm (moy.)	env. 0,35	50-60	?	50-130	sphéroïdaux 2-4 µm	?	?
<i>Blepharisma parasalinarium</i> n. sp.	166 µm (n = 17) (moy.)	33 µm (n = 17) (moy.)	pas de bec	23 (n = 16) (moy.)	sigmoïde (double courbure)	95 µm (n = 17) (moy.)	0,56 (n = 16) (moy.)	44 (n = 16) (moy.)	longue 77 µm (n = 16) (moy.)	62 (n = 14) (moy.)	très irréguliers 2-15 µm !	non	oui

* = données obtenues d'après des mesures sur les dessins des auteurs.

* = data obtained from measurements made on authors' drawings.

Remerciements

L'auteur remercie le Professeur G. Bouix pour l'aide apportée à la réalisation du Laboratoire Van Leeuwenhoek, le Professeur A. Raibaut pour son accueil à la Station de Sète ainsi que M. Canton pour les prélèvements obtenus sur l'étang de Thau, et son épouse Armelle Dragesco-Kernéis dont l'aide a été précieuse à tout instant.

References

- Agamaliyev F. G. 1978.** Morphology of some free-living Ciliates of the Caspian Sea. *Acta Protozoologica*, **17** : 419-444.
- Borror A.C. 1963.** Morphology and Ecology of the Benthic Ciliated Protozoa of Alligator Harbor, Florida. *Archiv für Protistenkunde*, **106** : 465-534.
- Carey P.G. 1992.** *Marine Interstitial Ciliates (an illustrated Key)*. Chapman and Hall. London, New York. 351 pp.
- Czapik A. & Jordan A. 1976.** Les Ciliés psammophiles de la mer Baltique, aux environs de Gdansk. *Acta Protozoologica*, **15** : 423-445.
- Dragesco J. 1953.** Diagnoses préliminaires de quelques Ciliés nouveaux des sables de Banyuls-sur-Mer. *Vie et Milieu*, **4** : 633-637.
- Dragesco J. 1960.** Ciliés mésopsammiques littoraux. *Travaux Station Biologique de Roscoff N.S.*, **12** : 356 pp.
- Dragesco J. 1963.** Complément à la connaissance des Ciliés mésopsammiques de Roscoff. II. Hétérotriches, III. Hypotriches. *Cahiers de Biologie Marine*, **IV** : 291-275.
- Dragesco J. & Dragesco-Kernéis A. 1986.** *Ciliés libres de l'Afrique intertropicale*. Faune tropicale. ORSTOM. Paris. 559 pp.
- Esteban G., Fenchel T. & Finlay B. 1995.** Diversity of free-living Morphospecies in the Ciliate Genus *Metopus*. *Archiv für Protistenkunde*, **146** : 137-164.
- Fauré-Fremiet E. 1950.** Ecologie des ciliés psammophiles littoraux. *Bulletin Biologique*, **84** : 35-75.
- Fauré-Fremiet E. 1958.** Le Cilié *Condylostoma tenuis* n. sp. et son algue symbionte. *Hydrobiologia*, **10** : 43-48.
- Fenchel T. 1969.** The ecology of marine microbenthos. IV. Structure and function of the benthic ecosystem, its chemical and physical factors and the microfauna communities with special reference to Ciliated protozoa. *Ophelia*, **6** : 1-182.
- Fjeld P. 1955.** On some marine psammobiotic Ciliates from Drøbak (Norway). *Nytt magasin for Zoology*, **3** : 5-59.
- Florentin M.R. 1899.** Etudes sur la faune des mares salées de Lorraine. *Annales des Sciences Naturelles (Zoologie)*, **10** : 209-349.
- Foissner W. 1991.** Basic light and scanning electron microscopy methods for taxonomic studies of Ciliated Protozoa. *European Journal of Protozoology*, **27** : 313-336.
- Foissner W. & Dragesco J. 1996a.** Updating the Trachelocercids (Ciliophora, Karyorelictea). I. A detailed description of the infraciliature of *Trachelolophos gigas* n. g., n. sp., and *T. filum* (Dragesco & Dragesco-Kernéis, 1986) n. comb. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, **43** : 12-25.
- Foissner W. & Dragesco J. 1996b.** Updating the Trachelocercids (Ciliophora, Karyorelictea) III. Redefinition of the genera *Trachelocerca* Ehrenberg and *Tracheloraphis* Dragesco and Evolution in Trachelocercids Ciliates. *Archiv für Protistenkunde*, **147** : 43-91.
- Hartwig E. 1973.** *Die Ciliaten des Gezeiten. Sandstrandes der Nordseeinsel Sylt I. Systematik. Mikrofauna des Meeresbodens*. 13, Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Mainz. 69 pp.
- Hartwig E. 1977.** On the interstitial Ciliate fauna of Bermuda. *Cahiers de Biologie marine*, **18** : 113-126.
- Isquith I. R. 1968.** *Anigsteinia* g. n. a member of the family Spirostomatidae. *Journal of Protozoology*, **15** : 26.
- Isquith I. R. & Repak A. J. 1974.** Systematics of the genus *Anigsteinia* Isquith 1968. *Acta Protozoologica*, **13** : 193-200.
- Jankowski A. 1964.** Morphology and Evolution of Ciliophora III Diagnoses and phylogenesis of 53 Saproelobionts, mainly of the order Heterotrichida. *Archiv für Protistenkunde*, **107** : 185-294.
- Kahl A. 1932.** Spirotricha in *Urtiere oder Protozoa I : Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) eine Bearbeitung der freilebenden und Ectokommensalen Infusoria der Erde, unter Ausschluss der marinen Tintinidae* (A. Kahl). Die Tierwelt Deutschlands (ed. Dahl). G. Fischer, Jena. 886 pp.
- Kisselbach A. 1936.** Zur Ciliatenfauna des nördlichen Adria. *Thalassia*, **2** : 1-53.
- Raikov I. B. 1960.** La faune interstitielle des infusoires du littoral sableux de la baie Dalniye Zelentzy, Mourmanie orientale. *Travaux de l'Institut de Biologie Marine de Mourmansk*, **2** : 172-185.
- Ricci N., Santangelo G. & Luporini P. 1982.** Researches on the Coast of Somalia Sand-dwelling Ciliates. *Monitore Zoologico italiano*, **4** : 115-148.
- Roque M. 1961.** *Frontoniella marina* n. sp. (Cilié Hyménostome). *Bulletin de l'Institut Océanographique (Monaco)*, N° 1222. 11 pp.
- Small E. B. & Lynn D. H. 1985.** Phylum Ciliophora in *Illustrated guide to Protozoa* (Lee J. J., Hutner S. J. & Bovee E. C, eds), pp. 393-575. Lawrence, Kansas.
- Spiegel A. 1926.** Einige neue Marine Ciliaten. *Archiv für Protistenkunde*, **55** : 55-68.
- Tuffrau M. 1967.** Perfectionnements et pratique de la technique d'imprégnation, au Protargol, des Infusoires Ciliés. *Protistologica*, **3** : 91-98.
- Tuffrau M. & Puytorac P. 1994.** Classe des Hétérotrichea Stein, 1859 dans *Traité de Zoologie. infusoires Ciliés*. Tome II. Fasc. 2 (Grassé P., Puytorac P.), pp. 35-79. Masson. Paris.
- Villeneuve-Brachon S. 1940.** Recherches sur les Ciliés Hétérotriches. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*, **82** : 1-180.
- Wetzel A. 1927.** Über zwei noch unbekannten hétérotriche Ciliaten, *Frontoniella complanata* n. gen. n. sp. und *Spathidium caudatum* n. sp. *Archiv für Protistenkunde*, **60** : 130-141.
- Wilbert N. 1975.** Eine verbesserte technik der Protargol-imprägnation für Ciliaten. *Mikrokosmos*, **64** : 171-179.
- Wilbert N. & Kahan D. 1981.** Ciliates of Solar Lake on the Red Sea Shore. *Archiv für Protistenkunde*, **124** : 70-95.