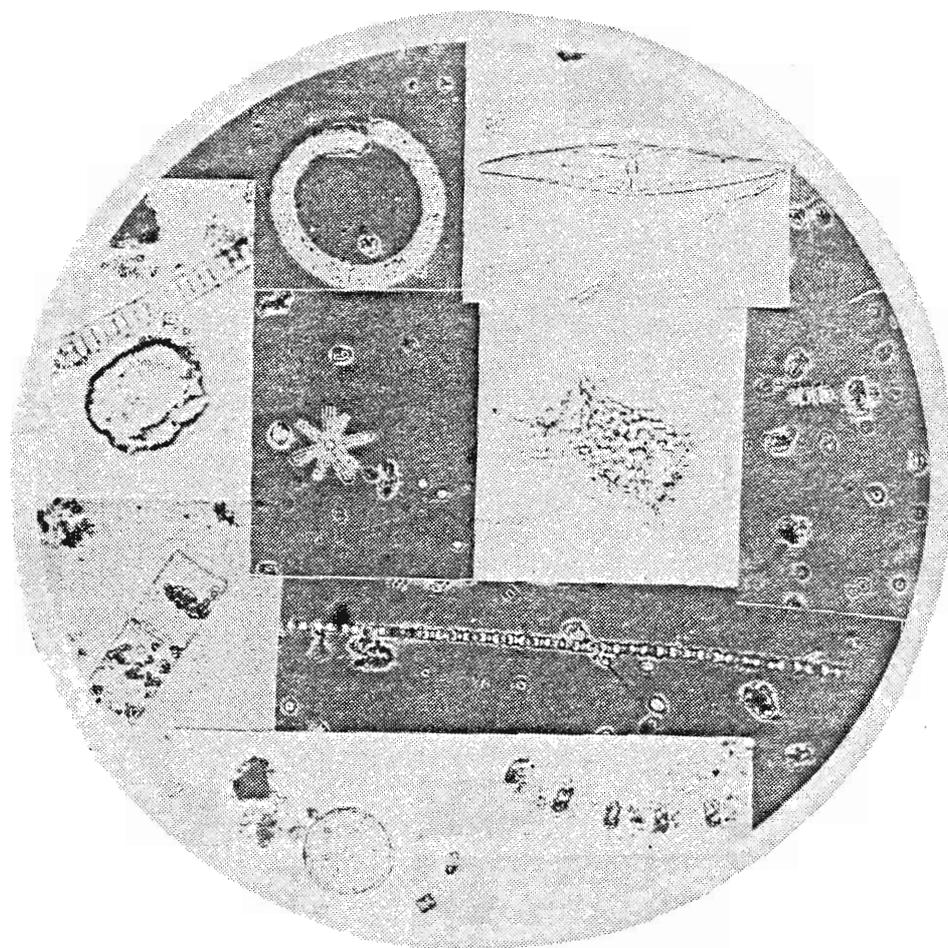


*ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DE QUELQUES ESPECES
PLANCTONIQUES ET BENTHIQUES LITTORALES
DE LA MANCHE*



VOLUME I - ESPECES PHYTOPLANCTONIQUES

CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS
Centre Océanologique de Bretagne
Dépt. Environnement Littoral

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
INTRODUCTION	1
DIATOMEES	3
- <i>Asterionella japonica</i>	5
- <i>Nitzschia closterium</i>	13
- <i>Nitzschia delicatissima</i>	19
- <i>Nitzschia seriata</i>	24
- <i>Paralia sulcata</i>	28
- <i>Rhizosolenia delicatula</i>	32
- <i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	37
- <i>Skeletonema costatum</i>	42
- <i>Thalassionema nitzschoïdes</i>	53
- <i>Thalassiosira decipiens</i>	59
- <i>Thalassiosira gravida</i>	63
- <i>Thalassiosira levanderi</i>	68
- <i>Thalassiosira rotula</i>	72
DINOFLAGELLES	78
<i>Gyrodinium aureolum</i>	80
BIBLIOGRAPHIE	86

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Ce catalogue se rapporte essentiellement aux espèces phytoplanctoniques les plus courantes et abondantes en Manche ; il s'insère dans une synthèse bibliographique générale concernant le pélagos et le benthos.

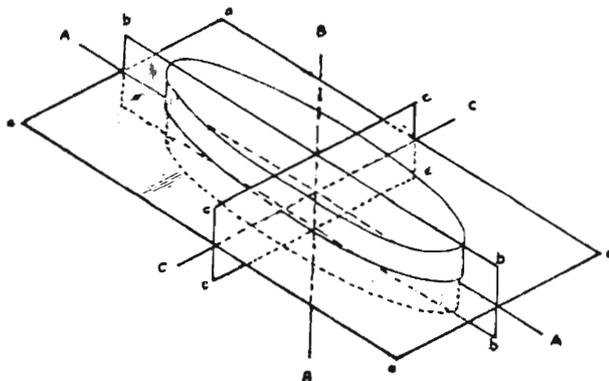
Nous nous sommes proposé de rassembler le plus grand nombre de données sur l'éco-physiologie de chaque espèce. Pour ce faire, les recherches se sont déroulées dans les principales régions maritimes où l'espèce avait été rencontrée et étudiée.

Plus particulièrement, notre attention s'est portée sur les études écologiques de référence effectuées en Manche Littorale sur les sites E.D.F. par le C.N.E.X.O., l'I.S.T.P.M, et les laboratoires universitaires ; d'importance aussi, furent les études de cycles saisonniers effectuées au laboratoire de Plymouth, d'Helgoland, et dans les zones irlandaises.

Dans nos régions, il est possible de distinguer cinq zones :

- Mer du Nord (Helgoland, Gravelines),
- Manche Est (Penly, Paluel, Englesqueville),
- Manche Ouest (Flamanville, Roscoff, Plymouth, Ouest Bretagne),
- Atlantique (Plogoff),
- Zone Irlandaise (Sud Irlande, Ouest Irlande, Mer d'Irlande).

Chaque espèce phytoplanctonique est décrite du point de vue morphologique (en biométrie, les différents axes mesurés sont représentés ci-dessous).



Planes of symmetry of the diatom cell.

A. apical axis; B. principal axis or perivalvar axis; C. transapical axis.
(a) valvar plane; (b) apical plane; (c) transapical plane.

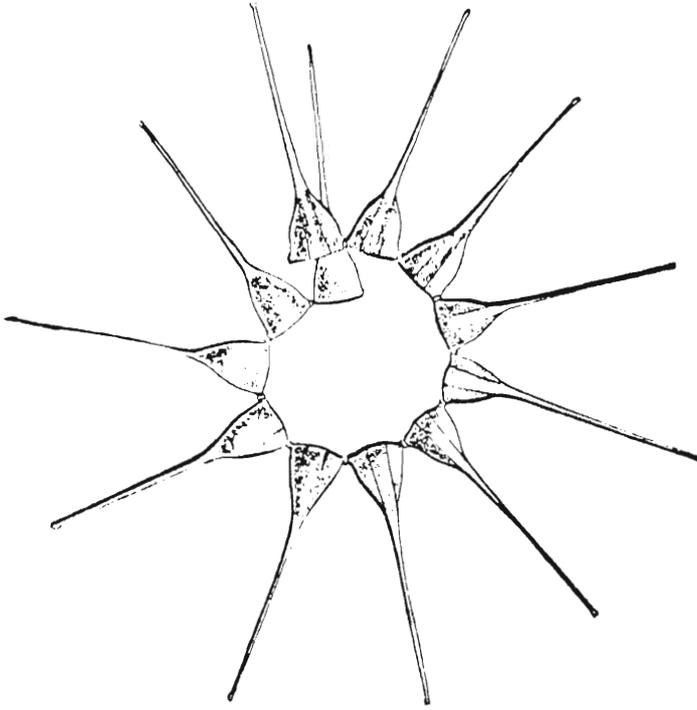
A ce niveau, la détermination peut poser certains problèmes, surtout dans les genres *Chaetoceros* et *Thalassiosira*. Ensuite nous la situons du point de vue géographique et saisonnier. Enfin, nous la décrivons de manière plus précise d'un point de vue écologique et physiologique. Outre les études *in situ*, une compilation méthodique des études *in vitro* fut effectuée, mais le résultat s'est révélé assez décevant, les conditions de culture étant toutes différentes et peu extrapolables au milieu naturel.

Pour terminer, l'impact de diverses pollutions est envisagé sur quelques espèces dont la croissance en culture est réalisable.

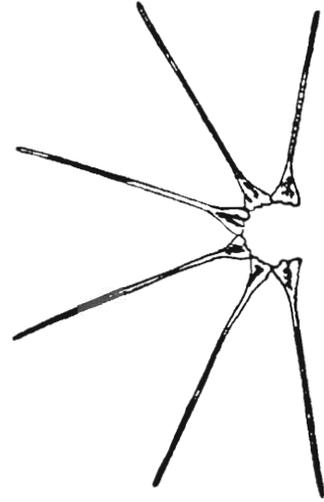
Nous renvoyons les lecteurs à une liste détaillée de la bibliographie consultée, en fin de catalogue.

DIATOMÉES

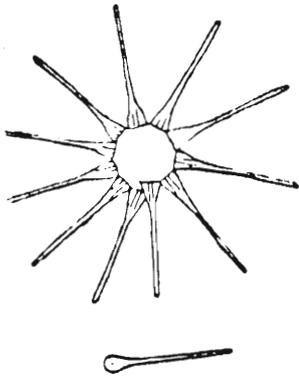
ASTERIONELLA JAPONICA



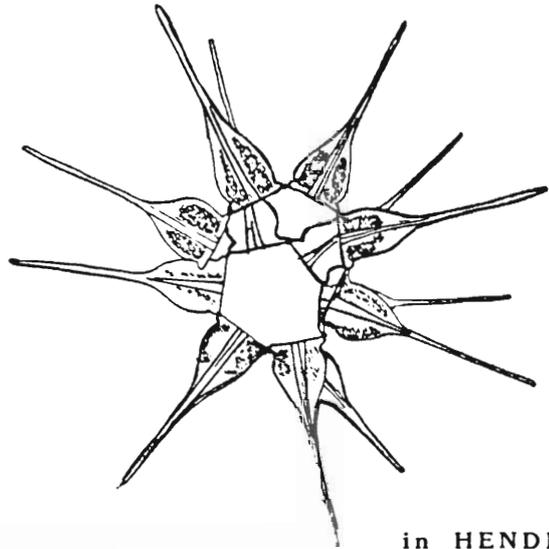
in LEBOUR, 1930



in CUPP, 1943



in BRANDT and APSTEIN, 1908



in HENDEY, 1964



in DREBES, 1974 (300X)

ASTERIONELLA JAPONICA CLEVE & MULLER EX GRAN

Classe : *Bacillariophyceae*

Ordre : *Pennatae*

Famille : *Fragilariaceae*

I. MORPHOLOGIE (8) (19)

Cellules réunies en colonies étoilées, hélicoïdales, se présentant en vue cingulaire avec une base triangulaire fortement élargie, les cellules sont unies par les angles de la base. Valves comportant un pseudoraphé très étroit et des stries transapicales très fines. Un ou deux chromatophores disposés en petites plaques dans la partie élargie.

Dimensions

Elles varient de 30 à 150 μm pour l'axe apical, de 10 à 23 μm pour l'axe transapical (partie élargie), de 6 à 12 μm pour l'axe transapical (partie étroite).

Pour exemples	Axe apical μm	Axe transapical (partie élargie) μm	Axe transapical (partie étroite) μm
Baie des Chaleurs BRUNEL, 1970	30 - 150	10 - 23	8 - 12
Baie de Valparaiso AVARIA PLACIER, 1965	30 - 120	10 - 20	6 - 10
Mer du Nord, LEBOUR, LEBOUR, 1930	50 - 85	12 - 15	-
Manche anglaise HENDEY, 1964	50 - 90	environ 20	-
Manche française PENLY, RYCKAERT, 1980 <i>in</i> (13)	30 - 75	-	5 - 14

II. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET VARIATIONS SAISONNIÈRES

Espèce cosmopolite et largement distribuée dans les eaux européennes, considérée comme tempérée méridionale. Elle est très répandue en mer du Nord, Manche, mers scandinaves, Méditerranée, Pacifique et Atlantique Nord... espèce endémique en mer flamande, en mer d'Irlande (18) (19).

Apparaît généralement au printemps, mais peut occasionner un second pic d'abondance diatomal à la fin de l'été. Elle est considérée comme une espèce pionnière, indicatrice d'un bloom : en effet, elle domine pendant les périodes de faible abondance d'éléments nutritifs et de phytoplancton précédant un développement massif. Ceci peut s'expliquer par son aptitude à absorber des éléments nutritifs en très faibles concentrations, beaucoup plus rapidement que les autres espèces selon ALLEN (1928) *in* (7).

En Manche :

- à Gravelines en 1975 : apparaît en abondance fin mars pour le bloom printanier, reste abondante pendant l'été, est supplantée par les *Rhizosolenia* et réapparaît en octobre accompagnée des espèces hivernales.
in (9)
 - in* (10) en 1976 : en septembre et octobre avec *Chaetoceros* sp.
 - in* (10) en 1977 : en avril et mai avec *Rhizosolenia delicatula*
 - in* (11) en 1978 : fin mars avec *Thalassiosira* sp. et *Chaetoceros sociale*
 - in* (11) en 1979 : en avril avec *Thalassiosira* sp. et *Chaetoceros sociale*
 - in* (12) en 1980 : en avril apparition au bloom printanier.
- à Penly en 1978 : apparaît en abondance en avril pour la floraison printanière, persiste jusqu'au bloom de *Phaeocystis* en juin.
in (13)

III. ÉCOLOGIE

Espèce néritique et méroplanctonique selon SMAYDA (1958)

1. Température (17)

En culture, sa croissance maximum a été trouvée pour $20^{\circ}\text{C} < 0^{\circ} < 25^{\circ}\text{C}$, mais la tolérance varie de 10° à 30°C .

2. Salinité (17)

Espèce très euryhaline, tolérance entre 20 et 40 ‰ avec optimum à $30 - 35 \text{ ‰}$.

3. Lumière (17)

Elle demande une lumière modérée. En culture à 18°C , elle croît pour une intensité comprise entre 4000 et 10000 lux, (lumière fluorescente).

4. pH (17)

La croissance *in vitro* est affectée par des variations de pH : inhibition avec $\text{pH} > 8,3$.

5. Éléments nutritifs

En phosphates le besoin minimal est de $0,05 \mu\text{gatP/cellule}$ et la concentration limitante de $0,25 \mu\text{gatP/l}$ (GOLBERG et al, 1951) *in 24*.

En silicates le besoin est peu important, mais utile pour la division. (17).

En nitrates le besoin minimal est $0,255 \mu\text{gatN/cellule}$ (17).

6. Oligoéléments et autres substances

Elle nécessite des vitamines, en particulier la vitamine B₁₂ (20) et demande de l'acide citrique pour sa croissance (14).

Quelques données écologiques au moment de l'apparition d'*Asterionella japonica*

	Température °C	Salinité ‰	Chl. a µg/l	NO ₃ µatg/l	PO ₄ µatg/l	Si (OH) ₄ µatg/l
Golfe du Bengale (1969) (23)	24 - 25,2	34,68 - 34,83	11,75 - 35,99	- - -	0,78 - 2,20	10 - 26,25
Mer du Nord Gravelines (1976) (9)	6 - 8	30 - 33	3 - 11	11 - 20	0,2 - 2,4	1,5 - 2
Manche Est Penly (1980) (13)	7,5 12,5	32,4 33,35	1 4	2 30	1,6 8	3 16
Ouest Irlande (1973) (15)	6,6 11,6	33,4 34,89				
Narragansett Bay (1958) (21)	3 16					

7. Relations entre espècesa) *Asterionella japonica* - *Prorocentrum micans*

On sait que *Asterionella japonica* synthétise des substances antibiotiques douées d'action antibactérienne (acide gras + nucléoside). Or on s'aperçoit que cette synthèse est arrêtée quand le péridinien *Prorocentrum micans* et *Asterionella japonica* sont mis en présence. Cela est dû à une substance protéique appelée télémediateur chimique, émise par *Prorocentrum micans*, inhibitrice de la synthèse du nucléoside. Ce phénomène chimique servirait à réguler les relations interspécifiques dans le milieu marin. Diverses pollutions briseraient ces organismes de régulation (3).

b) *Asterionella japonica* - *Skeletonema costatum*

La présence d'*Asterionella japonica* avant un bloom de *Skeletonema costatum* laisse supposer qu'elle libère des substances favorables à la croissance de cette dernière. ALLEN, (1928) in (7)

c) *Asterionella japonica* - prédateurs

La colonialité en zig-zag les protège du broutage par les petits animaux planctoniques (6).

8. Flottabilité

- *Asterionella japonica* se range dans les colonies de type "à spirale" et l'augmentation de la taille de la colonie provoque une augmentation du taux de chute (22).

- En condition expérimentale :

Conditions du milieu	Condition cellulaire	S/V	Taux de chute en m/jour
t° : 15°C S : 31 ‰	de juvénile à senescente	0,30	0,26 - 0,75

IV. POLLUTION

1) Bactériologique

L'action des bactéries d'eaux résiduaires est favorable à la croissance de la diatomée; en effet, les bactéries marines élaboreraient des produits nutritionnels à partir de nutrilités des eaux résiduaires. Par contre, l'action des boues résiduaires de sédimentation peut être néfaste à des concentrations élevées (2).

2) Chimique (1) (4)

- Le plomb, et le mercure sous forme de sels ou complexés ne changent pas l'activité antibiotique de *Asterionella japonica*,

- Le zinc provoque une augmentation d'activité aux faibles concentrations,

- Le cuivre sous forme CuSO_4 ne change pas l'activité,

- Le cuivre sous forme complexée provoque une augmentation à forte concentration,

- Le bichromate de potassium $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ne change pas l'activité.

. Cette activité antibiotique qui augmente avec certains polluants peut être due à une altération de cellules qui libèrent plus facilement leur substance antibiotique (4).

D'autres produits ont un effet désastreux sur *Asterionella japonica*. Au-delà du seuil de toxicité, la culture attaquée devient blanchâtre et les cellules se lysent après un gonflement oedémateux. Teepol (0,040 ml/l) ; Paic (0,15 g/l) ; Deter-lab (0,5 g/l) ; Fuel Rose (0,075 ml/l) ; Anti-fourmis (0,030 g/l).

D'autres produits ne sont pas toxiques :

Mazout (0,5 g/l) ; Huile minérale (0,75 g/l), Huile végétale (2,5 g/l) (1).

BIBLIOGRAPHIE

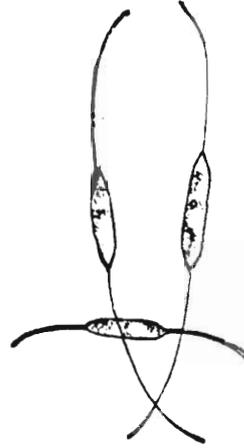
1. AUBERT, M. et CHARRA, R. (1968) - 2. AUBERT, M. et DANIEL (1968) -
3. AUBERT, M., PESANDO et GAUTHIER (1973) - 4. AUBERT, M., GAUTHIER et PESANDO (1975) - 5. AVARIA PLACIER, S. (1965) - 6. BEKLEMISHEV, C.W. (1959) - 7. BRIAND, F.P.J. (1976) - 8. BRUNEL, J. (1970) -
9. CNEOX UL Gravelines (1976) - 10. CNEOX UL Gravelines (1977) -
11. CNEOX ELGMM Gravelines (1981) - 12. CNEOX ELGMM Gravelines (sous-press)
13. CNEOX ELGMM Penly (1980) - 14. CONOVER, S.M. (1956) - 15. DOOLEY, M. (1973) - 16. HENDEY, I. (1964) - 17. KAIN and FOGG (1958) - 18. LAFON,

DURCHON et SAUBRAY (1955) - 19. LEBOUR, M. (1930) - 20. PINCEMIN, J.M.
(1972) - 21. SMAYDA, T.J. (1958) - 22. SMAYDA, T.J. (1971) -
23. SUBBA RAO, D.V. (1969)-24. THOMAS, W.H. ; DODDON, A. (1968).

NITZSCHIA CLOSTERIUM



in BRANDT and APSTEIN, 1908



in HENDEY, 1964



in CUPP, 1943



in LEBOUR, 1930

NITZCHIA CLOSTERIUM EHRENBURG Wm. Smith

Classe : Bacillariophyceae
 Ordre : Pennatae
 Famille : Nitzschiaceae

I. MORPHOLOGIE (3) (23) (25)

Cellules naviformes, solitaires, mais souvent rencontrées emmêlées les unes aux autres. Cellules mobiles à extrémités plus ou moins effilées. Deux chromatophores dans la partie centrale seulement, ne s'étendant pas dans les appendices. Cellules généralement un peu recourbées, la courbure n'intéressant parfois que les appendices.

Dimensions

Elles varient de 20 à 184 μm pour l'axe apical et de 2,2 à 6 μm pour l'axe transapical (ou perivalvaire).

Pour exemples	Axe apical (μm) avec appendices	Axe transapical (μm) ou perivalvaire
Mer du Nord, LEBOUR (1930)	20 - 90	
Manche : ERARD, 1979 <i>in</i> (12)	50 - 160	
RYCKAERT, 1980 <i>in</i> (15)	40 - 160	2,2 - 6
HENDEY, 1964	50 - 80	
Ouest Irlande, DOOLEY, 1973	42 - 184	3,5 - 5
Rio de Vigo, MARGALEFF, 1953	50 - 62	4
Baie des Chaleurs, BRUNEL, 1970	-	-
Côte Ouest du Nord, CUPP, 1943	25 - 100	-
Baie de Valparaiso, AVARIA-PLACIER, 1965	30 - 90	-
Golfe du Mexique, FREESE, 1952	25 - 122	

II. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET VARIATIONS SAISONNIERES

Espèce cosmopolite. Une des rares diatomés se trouvant dans le plancton en toutes saisons, sans considération de distance au rivage ou de profondeur (17). Se rencontre partout le long des côtes : Nord de l'Europe (23) (25), Pacifique (1), Atlantique (20) (27).

Variations saisonnières mal définies. HENDEY (1964) l'a trouvée en grande abondance au début de l'automne, à la fin avril (de mai à septembre elle était toujours présente). DOOLEY (1973), à l'Ouest de l'Irlande, a trouvé des populations d'été et d'hiver, différentes par la taille (plus grande en hiver). En Manche on la rencontre :

- à Roscoff en 1966 : abondante en hiver mais présente toute l'année (21)
- à Penly en 1978 : présente toute l'année abondante de février à avril, RYCKAERT *in* (14)
- à Paluel en 1975 : présente toute l'année, abondante de mars à avril, RYCKAERT *in* (4)
- à Paluel en 1977 : présente toute l'année, petite poussée en mars et en juillet, RYCKAERT *in* (5)
- à Paluel de 1978 à 1979 : présente toute l'année, mais dominante en juillet 1979, BOUGARD et GROSSEL *in* (6) (7)
- à Gravelines de 1974 à 1977 : apparaît toute l'année et dominante en février 1975, BOUGARD *in* (8) (9)
- à Gravelines en 1978 : apparaît de février à avril et en octobre - novembre, BOUGARD et GROSSEL *in* (10)
- à Englesqueville en 1979 : présente en février, mars et avril, ERARD *in* (3)
- à Flamanville en 1976-1977 : présente toute l'année, petite poussée de février à mars, ERARD *in* (11)
- à Flamanville en 1977-1978 : présente toute l'année, petite poussée en février, ERARD *in* (12)

III. ECOLOGIE

Diatomée pélagique et néritique.

Selon CLEVE-EULER *in* (1) et (3) l'espèce formerait souvent des associations symbiotiques avec des flagellés ou autres algues, particulièrement avec les colonies gélatineuses de *Phaeocystis* ou *Chaetoceros socialis*.

1) Température - salinité

Espèce euryhaline, eurytherme, comme le montre le tableau ci-dessous :

Exemples	t°C	Salinité ‰
Penly en 1978 (14)	3,70 - 17,92	32,41 - 33,98
Paluel en 1975 (4)	5,20 - 19,50	31,48 - 34,14
Paluel en 1977 (5)	6,11 - 19,20	32,14 - 34,86
Englesqueville en 1979 (13)	5,80 - 17,40	32,16 - 33,42
Flamanville en 1976- 1977 (11)	7,70 - 17,40	35,02 - 35,16
Flamanville en 1977- 1978 (12)	6,30 - 16,50	34,65 - 34,98
Ouest-Irlande en 1971 (18)	6,60 - 12,20	33,35 - 34,81

Pour SPENCER (1954) *in* (22), quand la température passe de 10° à 20°C à saturation lumineuse, le taux de division cellulaire augmente de 0,032 à 0,070.

Selon MORRIS et GLOVER (1974), aux basses températures, le taux cellulaire de chlorophylle a diminue.

2) Lumière

- la croissance de *Nitzschia closterium* dépend de la lumière à faible intensité, CHARVEY *in* (24),
- la totalité des acides gras augmente avec l'intensité lumineuse, *in* (29),
- la lumière absorbée par tous les pigments caroténoïdes de *Nitzschia closterium* peut être utilisée en photosynthèse *in* (19).

3) Eléments nutritifs

a) Silicates : un accroissement de silicate dans le milieu peut stimuler la croissance (24).

b) Composés azotés : Les auteurs ZOBELL (1935), HARVEY, CHEE et RYTHER (*in* 24) semblent en désaccord quant à l'influence de ces composés sur la croissance de *Nitzschia closterium*.

c) Composés phosphorés : le taux d'assimilation du phosphore dépend directement de la concentration en phosphore dans le milieu pour $PO_4 < 0,1$ mg/l, et aussi de la concentration de $NO_3 < 0,2$ mg/l (24).

4) Interactions : température - lumière - éléments nutritifs

A 16°C, les faibles intensités lumineuses et les basses concentrations de nitrate et de phosphate favorisent la croissance de *Nitzschia closterium* (26).

5) Flottabilité

Le taux de chute est d'environ 50 mm/jour. Les cellules séniles chutent deux fois moins vite que les actives, mais s'agglutinent en masse quand la culture est à son maximum (ainsi chutent-elles très rapidement) (30).

BIBLIOGRAPHIE

1. AVARIA-PLACIER, S. (1965) - 2. BROWN, T.E. and RICHARDSON, F.L. (1968) -
3. BRUNEL, J. (1970) - 4. CNEXO UL, PALUEL (1976) - 5. CNEXO UL, PALUEL (1978)
6. CNEXO ELGMM, PALUEL (1979) - 7. CNEXO ELGMM, PALUEL (1981) - 8. CNEXO UL, Gravelines (1976) - 9. CNEXO UL, Gravelines (1977) - 10. CNEXO ELGMM, Gravelines (1981) - 11. CNEXO UL, Flamanville (1977) - 12. CNEXO ELGMM, Flamanville (1979) - 13. CNEXO ELGMM, Englesqueville (1980) - 14. CNEXO ELGMM, Penly (1980) - 15. CNEXO ELGMM, Penly (1983) - 16. CUPP, E.E. (1943) -
17. CURL, H. (1959) - 18. DOOLEY, M. (1973) - 19. DUTTON, H.J. and MANNING, W.M. (1941) - 20. FREESE, L.R. (1952) - 21. GRALL, J.R. (1972a) -

22. GRALL, J.R. (1972b) - 23. HENDEY, I. (1964) - 24. KETCHUM, B.H. (1954) -
25. LEBOUR, M.V. (1930) - 26. MADDUX, W.S. and JONES, R.F. (1964) -
27. MARGALEF, R.Y. and DURAN, M. (1953) - 28. MORRIS, I. and GLOVER, M.E. (1974)-
29. ORGUTT, D.M. and PATTERSON, G.W. (1974) - 30. RILEY, A.G. (1943) -
31. ZOBELL, C.E. (1935).

NITZSCHIA DELICATISSIMA

in DREBES, 1974 (300X)

NITZSCHIA "DELICATISSIMA" CLEVE

Classe : *Bacillariophyceae*

Ordre : *Pennatae*

Famille : *Nitzschiaceae*

I. MORPHOLOGIE

Cellules unies en chaînes courtes et mobiles, par recouvrement des extrémités. Valves étroites et linéaires, en épingles et très fines, hyalines. Deux chromatophores petits et plats, un de chaque côté du noyau. La colonialité s'opère peut-être par excrétion de mucus. La fragilité des chaînes est un bon indice de différenciation avec *Nitzschia seriata*, beaucoup plus robuste (10) (11).

Dimensions

Elles varient de 30 μm à 110 μm pour l'axe apical et de 1 μ à 3,5 μm pour l'axe transapical.

Pour exemples	Axe apical (μm)	Axe transapical (μm)
Manche : Penly en 1979, RYCKAERT <i>in</i> (5)	26 à 78	1,5 à 3
Manche : HENDEY, 1964	59 à 90	1,5 à 2
Manche Ouest : Flamanville, ERARD <i>in</i> (3)	32 à 85	
Atlantique : Plogoff, RYCKAERT <i>in</i> (6)	27 à 96	1 à 3,5
Ria de Vigo, MARGALEFF, 1953 <i>in</i> (12)	60 à 110	2 à 3,5
Baie de Valparaiso, AVARIA PLACIER (1) (1965)	30 à 80	1 à 3

II. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET VARIATIONS SAISONNIERES

Espèce des mers froides et tempérées : Atlantique Nord, mer du Nord ; rare en Manche, serait plus abondante dans le Golfe de Gascogne, mer des Sargasses, mers polaires, Méditerranée.

Elle se développe :

- à l'Ouest de l'Irlande en 1972 (9) : en février
- dans l'étang de Berre en 1967 (2) : en novembre, représente 60 à 95 % de la population.
- à Paluel en 1975 : en mai, associée au bloom de *Phaeocystis* selon RYCKAERT *in* (4).
- à Gravelines en 1978 : en avril, associé à *Chaetoceros sociale* - BOUGARD et GROSSEL *in* (7)
- à Penly en 1979 : en juin, associée au bloom de *Phaeocystis* selon RYCKAERT *in* (5).
- à Plogoff en 1979 : de fin mai à septembre selon RYCKAERT *in* (6)

III. ECOLOGIE

Espèce néritique (11). Sa distribution saisonnière (printemps et fin d'été) laisse supposer une demande modérée en lumière et en sels nutritifs (8).

Dans la Manche, elle est souvent associée à un bloom de *Phaeocystis* selon RYCKAERT *in* (4) et (5).

Quelques données écologiques au moment de l'apparition de
N. delicatissima

	Température °C	Salinité ‰	O2 %	Chl. a µg/l	NO3 µatg/l	PO4 µatg/l	Si(OH)4 µatg/l
Ouest Irlande 1973 (9)	6,6 à 7,9	33,48 à 33,56	-	-	-	-	-
Etang de Berre 1970 (2)	-	32,43 à 33,13	-	2,46 à 8,73	0,22 à 10,65	0,69 à 2,23	3,45 à 38,06
Paluel 1975 (4)	10 à 11	32,5	108	7,93 à 38,90	0 à 8,62	0,07 à 0,89	0,8 à 4,9
Penly 1978 (5)	14	33,20	120	5,1	4	0,2	2
Plogoff 1979 (6)	11 à 14	35,1 à 35,4	85 à 110	0,8 à 6	0,5 à 3	0,2 à 0,6	1,3 à 2,4

IV. POLLUTION

Etudiée avec d'autres Diatomées en bacs à dialyse remplis d'eau de mer, elle s'est révélée insensible au cuivre (13).

BIBLIOGRAPHIE

1. AVARIA PLACIER, S. (1965) - 2. BLANC, F. et LEVEAU, M. (1970) -
3. CNEXO ELGMM Flamanville (1979) - 4. CNEXO ELGMM Paluel (1976) -
5. CNEXO ELGMM Penly (1980) - 6. CNEXO ELGMM Plogoff (1981) -
7. CNEXO ELGMM Gravelines (1981) - 8. CONOVER, S.M. (1956) -
9. DOOLEY, M. (1973) - 10. HENDEY, I. (1964) - 11. LEBOUR, M. (1930) -
12. MARGALEF, R. (1953) - 13. THOMAS, W. and SEIBERT, L.R. (1977).

NITZSCHIA SERIATA



in **LEBOUR, 1930**



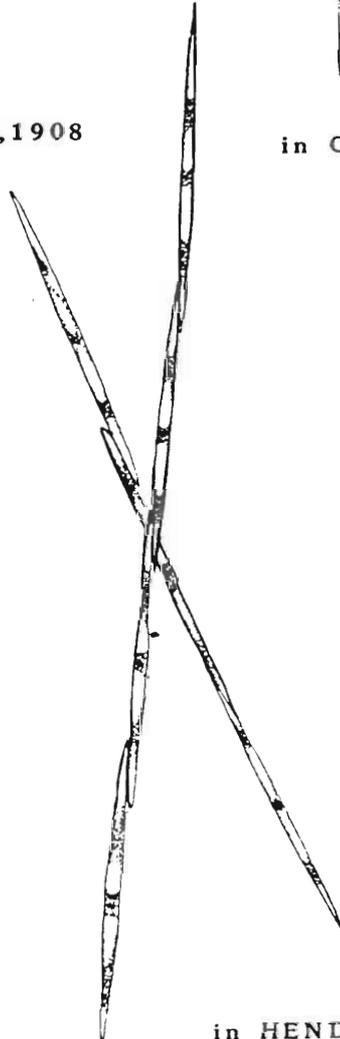
in **BRANDT
and APSTEIN, 1908**



in **CUPP, 1943**



in **DREBES, 1974**



in **HENDEY, 1964**

NITZCHIA "SERIATA" CLEVE

Classe : *Bacillariophyceae*

Ordre : *Pennatae*

Famille : *Nitzschiaceae*

I. MORPHOLOGIE (2), (12)

Cellules fusiformes, aux extrémités légèrement arrondies, qui se chevauchent un peu les unes les autres pour former des chaînes rigides et mobiles, capilliformes. Frustules faiblement siliceuses. Stries transversales ponctuées et peu visibles. Deux grands chromatophores par cellules.

Dimensions

Elles varient de 25 à 140 μm pour l'axe apical et de 3 à 12 μm pour l'axe transapical.

Pour exemples	Axe apical (μm)	Axe transapical (μm)
Mer du Nord DREBES (1974)	80 - 140	-
LEBOUR (1930)	100	6
Manche anglaise HENDEY (1964)	90 - 100	6 - 8
Manche française (Flamanville) ERARD <i>in</i> (5)	25 - 90	
Atlantique française (Plogoff) RYCKAERT <i>in</i> (6)	40 - 130	3 - 12
Ria de Vigo MARGALEFF (1953)	50 - 130	4 - 6,5
Côte Ouest d'Amérique du Nord CUPP (1943)	80 - 140	
Baie de Valparaiso (AVARIA PLACIER) (1965)	80 - 120	5 - 10

II. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET VARIATIONS SAISONNIERES (12) (2)

Espèce boréale, découverte du 77°44 N au 45°N selon HASLE (1972). Abondante dans les mers ouvertes, le long des côtes, ainsi que dans des lochs. Peut se rencontrer aussi dans l'estuaire de l'Amazone et en Méditerranée. Son apparition est très variable, en particulier en Manche :

- à Gravelines en 1975 (3) : elle est présente de fin décembre à août, avec un pic en avril-mai.
- en 1976 (4) : présente en octobre et novembre.
- à Flamanville en 1978 (5) : présente toute l'année mais domine en juillet et août.

III. ECOLOGIE

Espèce néritique, pélagique, mais probablement d'origine benthique (CLEVE EULER, A.) *in* (2).

1) Température et salinité

Quelques valeurs optimales de salinité et température :

	Température °C	Salinité ‰
Gravelines (BOUGARD, 1976) <i>in</i> (3)	8 - 10	30
Ouest Irlande (DOOLEY, 1973)	6,6 - 12,2	33,47 à 34,89
Flamanville (ERARD, 1979) <i>in</i> (5)	6 à 16,5	33,64 à 34,98

2) Flottabilité et taux de chute

Selon SMAYDA (1971), le taux de chute des cellules augmente avec la taille des colonies. Les colonies de cellules senescentes étant de taille plus réduite, le taux de chute diminue et les cellules âgées restent donc dans la couche euphotique.

En conditions expérimentales :

Conditions du milieu	Etat des cellules	S/v	Taux de chute en m/jour
t° : 15°C S : 32‰	En voie de senescence	1,18 - 1,65	0,35 - 0,50

HENDEY, DREBES, LÉBOUR et CUPP remettent en question la détermination de l'espèce. Celle-ci se rapprocherait de *Nitzschia delicatissima*. Pour HASLE (1965) les deux espèces de CLEVE (*N. delicatissima* et *N. seriata*) sont devenues deux complexes regroupant chacun de nombreuses espèces (5).

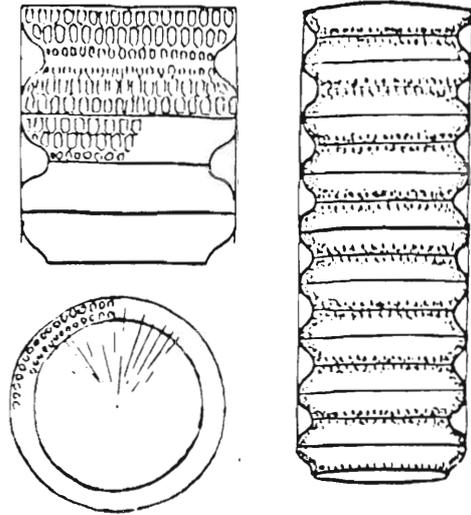
BIBLIOGRAPHIE

1. AVARIA PLACIER, S. (1965) - 2. BRUNEL, J. (1970) - 3. CNEXO UL Gravelines (1976) - 4. CNEXO UL Gravelines (1977) - 5. CNEXO ELGMM Flamanville (1979) - 6. CNEXO ELGMM Plogoff (1981) -
7. CUPP, E.E. (1943) - 8. DOOLEY, M. (1973) - 9. DREBES, G. (1974) -
10. HASLE, G.R. (1972) - 11. HENDEY, I. (1964) - 12. LÉBOUR, M.V. (1930) -
13. MARGALEFF, R. (1953) - 14. SMAYDA, T.J. (1971).

PARALIA SULCATA



PALUEL, 1977 (240X)
in CNEOXO/EDF



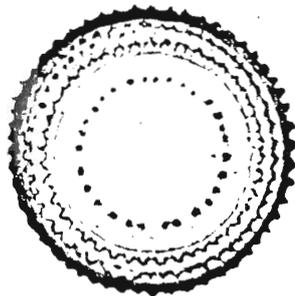
in LEBOUR, 1930



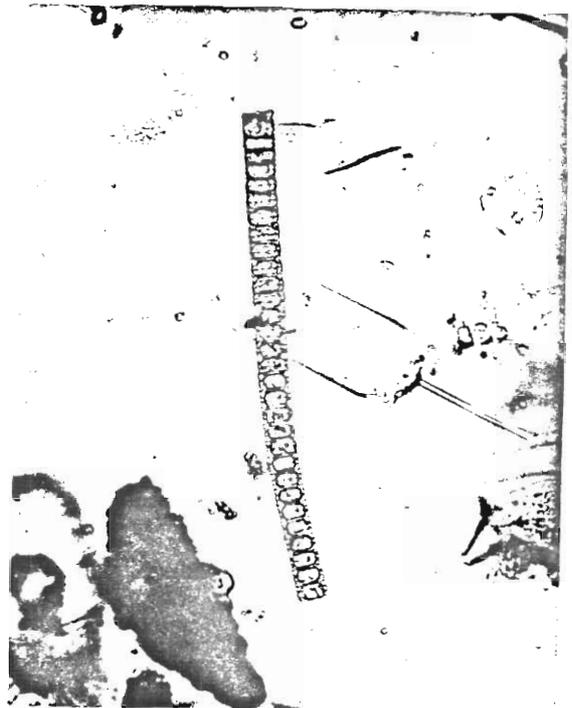
in DREBES, 1974
(340X)



in BRANDT
and APSTEIN, 1908



in HENDEY, 1964



PALUEL, 1975 (200X)
in CNEOXO/EDF

PARALIA SULCATA (Ehrenberg) Cleve

Classe : Bacillariophyceae
 Ordre : Centricae
 Famille : Melosiraceae

I. MORPHOLOGIE (1)(15)

Cellules discoïdes réunies en chaînes longues et compactes.

Paroi cellulaire mince, mais elle est recouverte d'un manteau valvaire épais avec une membrane de fond portant des rangées décussées de fines ponctuations. Les valves sont légèrement concaves, la portion centrale est hyaline.

Les chromatophores sont nombreux, en petites plaques disposées dans toute la cellule.

Une bande cingulaire couvre généralement la moitié des deux cellules.

Dimensions

Elles varient de 8 à 80 μ pour le diamètre et de 3 à 13 μ pour l'axe perivalvaire.

Pour exemples	Diamètre (μ m)	Axe perivalvaire (μ m)
Manche :		
HENDEY (1964)	36 - 60	-
RYCKAERT (1980) <i>in</i> (10)	9 - 33	-
ERARD (1979) <i>in</i> (9)	-	4 - 13
Rio de Vigo :		
MARGALEFF (1953)	22 - 33	-
Baie des Chaleurs :		
BRUNEL (1970)	8 - 80	-
Golfe du Mexique :		
FREESE (1952)	27 - 40	-
Côte Ouest de l'Amérique du Nord		
CUPP (1943)	30 - 40	-

En Manche, à Flamanville, la plus grande diversité de taille a été rencontrée pendant la période automnale 77 (ERARD, *in* 9).

II) DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET VAIRATIONS SAISONNIERES

Rencontrée des mers polaires jusqu'en Manche, Atlantique Nord, Méditerranée, Sud de la Californie (1)(14)(15).

En Manche, elle est abondante généralement en automne, après la floraison estivale de *Rhizosolenia*, amorçant ainsi la période automnale.

- à Gravelines en 1974-1977 : de septembre à février, avec une légère dépression en novembre 1975
BOUGARD *in* (2)(3)
- à Gravelines en 1978 : en octobre-novembre - BOUGARD et GROSSEL *in* (4)
- à Paluel en 1975 - 1976 : présente toute l'année, mais plus particulièrement en octobre et novembre 1975
(RYCKAERT *in* (5)(6)
- à Paluel en 1978-1979 : importante surtout en automne-hiver, BOUGARD et GROSSEL *in* (7)(8)
- à Penly en 1978-1979 : de septembre à janvier, RYCKAERT *in* (10)
- à Flamanville en 1977-1978 : d'octobre à février, ERARD *in* (9)

III) ECOLOGIE

Diatomée néritique et benthique (accrochée au substrat par un coussin de mucus (14) : elle est rencontrée le plus souvent en hiver. Ostenfeld (*in* 15) l'explique par le mauvais temps qui l'arrache du fond et la viscosité de l'eau qui lui permet de rester dans le plancton.

Elle peut cependant apparaître loin des côtes car elle est très résistante. (1).

1) Quelques données écologiques au moment de l'apparition de *Paralia sulcata*

	T°C	Salinité ‰	Chlo.a µg/l	NO ₃ µatg/l	PO ₄ µatg/l	Si(O ₄) ₄ µatg/l
Gravelines en 1974-75 (2)	14,5	-	2,8	-	-	-
Paluel en 1975 (5)	15-16	32 - 33	4,35 à 9,47	14,5 à 18,5	1,5 à 5	13 - 17
Paluel en 1976 (6)	15-17	34,2	1	10	0,83	10,6
Flamanville en 1977-78 (9)	15,7	34,6	0,64	3,72	0,54	2,92
Penly en 1978 (10)	17,2	33,2	0,60	0,15	0,70	5,00

2) Prédation

D'après HENDLEY (13) *Paralia sulcata* serait observée dans les contenus stomacaux de *Ostrea*, *Ciona*, *Sea Urchin* et *Pecten*.

C'est une des diatomées fondamentales comme source alimentaire (15).

BIBLIOGRAPHIE

1. BRUNEL, J. (1970) - 2. CNEXO UL, Gravelines (1976) - 3. CNEXO UL, Gravelines (1977) - 4. CNEXO ELGMM, Gravelines (1981) - 5. CNEXO UL, Paluel (1976) - 6. CNEXO UL, Paluel (1978) - 7. CNEXO ELGMM, Paluel (1979) - 8. CNEXO ELGMM, Paluel (1981) - 9. CNEXO ELGMM, Flamanville (1979) - 10. CNEXO ELGMM, Penly (1980) - 11. CUPP, E.E. (1943) - 12. FREESE, L.R. (1952) - 13. HENDEY, I. (1964) - 14. LEBOUR, M. (1930) - 15. MARGALEF, Y., DURAN (1953).

RHIZOSOLENIA DELICATULA



PALUEL, 1975 (200X)
in CNEXO/EDF



in LEBOUR, 1930



in BRANDT
and APSTEIN, 1908



in DREBES, 1974 (420X)



in HENDEY, 1964



in CUPP, 1943

RHIZOLENIA DELICATULA <i>Cleve</i>

Classe : *Bacillariophyceae*
 Ordre : *Centricae*
 Famille : *Rhizosoleniaceae*

I) MORPHOLOGIE (18) (19)

Cellules cylindriques aux bords arrondis, unies en chaînes rigides. Valves plates ou légèrement convexes, munies d'une courte épine marginale qui se place dans une dépression de la cellule voisine. Bandes intercalaires nombreuses et peu visibles. Plusieurs grands chromatophores.

Dimensions

Elles varient de : - 6 à 49 μm pour le diamètre
 - 15 à 87 μm pour l'axe perivalvaire

Pour exemple	Diamètre (μm)	Axe perivalvaire
Mer du Nord :		
LEBOUR (1930)	14 - 20	-
DREBES (1974)	10 - 49	-
Mer d'Irlande :		
DOOLEY (1973)	9 (10) - 12	34 (50) - 87
Manche :		
HENDEY (1964)	16 - 22	jusqu'à 60
ERARD (1979) (<i>in</i> 9)	-	15 - 65
RYCKAERT (1980) (<i>in</i> 12)	7 - 18	18 - 56
RYCKAERT (1983) (<i>in</i> 13)	6 - 19	18 - 67
Côte Ouest		
CUPP (1943)	9 - 16	

II. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET VARIATIONS SAISONNIERES

Espèce cosmopolite d'eaux tempérées et chaudes, d'après MARGALEF (1961) (*in* 17). Courante dans les mers du Nord de l'Europe, en Manche, en Adriatique, dans les eaux tropicales, etc. (18)(19).

En Manche, elle se déclare généralement au printemps ou au début de l'été, amorçant ainsi la succession estivale :

- Paluel 1975 : de juillet à octobre (RYCKAERT) (*in* 4)
1977 : juin (RYCKAERT) (*in* 5)
1978 et 1979 : fin mai (BOUGARD et GROSSEL) (*in* 6 et 7)
- à Gravelines en 1975 et 1977 : de juin à septembre (BOUGARD) (*in* 1-2)
1978 : juin (BOUGARD et GROSSEL) (*in* 3)
- à Penly 1978 : de juillet à août (RYCKAERT) (*in* 11)
- à Englesqueville en 1979 : de mai à juillet (ERARD) (*in* 10)
- à Flamanville en 1977 et 1978 : de mai à septembre (ERARD) (*in* 8-9)
- à Roscoff de 1962 à 1966 : de mai à juin : présence l'été, puis légère poussée automnale (17).

III. ECOLOGIE

Diatomée néritique tempérée d'après Ostenfeld (1913) (*in* 17)

Quelques données écologiques au moment de l'apparition de *Rhizosolenia delicatula*.

	Temp. °C	Salinité ‰	Chloro.a µg/l	NO ₃ µatg/l	PO ₄ µatg/l	Si(O) ₄ µatg/l
Ouest-Irlande (15)	10,5-12,2	34,5	-	-	-	-
Manche-Est : Penly (11)	15	33,3	8,25	2,5	0,2	2
Manche Est : Paluel (4)	16 - 17	34	1,03 5,80	0,2 1,8	0,2 3,2	1,1 5,6
Manche-Est : Englesqueville (10)	13,4	33,5	5,80 6,50	3	0,75	3
Manche-Ouest : Flamanville (8)	10 11	34,7 -	1,00 1,12	- -	- -	- -
Manche-Ouest : Roscoff (17)	12 - 13 -	35 -	- -	- -	0,10 à 0,34	- -

1) Température

Espèce d'eau tempérée, elle peut cependant se rencontrer à des températures très différentes : 24°C (golfe de Panama) et de 3°C à 6°C (Long Island Sound) (17).

2) Salinité

Dans les différentes régions de l'océan mondial, le développement maximum de *Rhizosolenia delicatula* se produit dans les eaux dont la salinité varie entre 26 et 37 ‰. (CONOVER, 1956 ; HULBURT and RODMEN, 1963 ; SMAYDA, 1966) (in 17).

3) Lumière

D'après GRALL (1972) la période de croissance est limitée aux intensités comprises entre 0,067 et 0,089 cal.g/cm²/min.

4) Sels nutritifs

Elle peut être abondante dans les eaux où les sels nutritifs sont déjà en partie consommés (MARE, 1940) (in 17).

5) Relations inter-espèces

En général, *Rhizosolenia delicatula* est associée à d'autres espèces de *Rhizosolenia* qui prennent le relais au cours de la saison estivale, telles *Rhizosolenia shrubsolei*, *Rhizosolenia stolterfothii*, *Rhizosolenia fragilissima*.

A Roscoff (17) elle apparaît en mai (1962 à 1966) et atteint son développement maximum en quinze jours - un mois. Après avoir succédé aux *Thalassiosira*, les *Rhizosolenia* se répartissent comme telles :

- *Rhizosolenia fragilissima* avec s/v = 0,49
- *Rhizosolenia delicatula* avec s/v = 0,46
- *Rhizosolenia stolterfothii* avec s/v = 0,21
- *Rhizosolenia shrubsolei* avec s/v = 0,07

La succession se fait par ordre décroissant de s/v, les échanges avec le milieu diminuant avec l'accroissement de la taille. La raison pour laquelle *Rhizosolenia fragilissima* (dont le rapport s/v est légèrement supérieur) ne se développe pas aussi bien demeure inexpliquée.

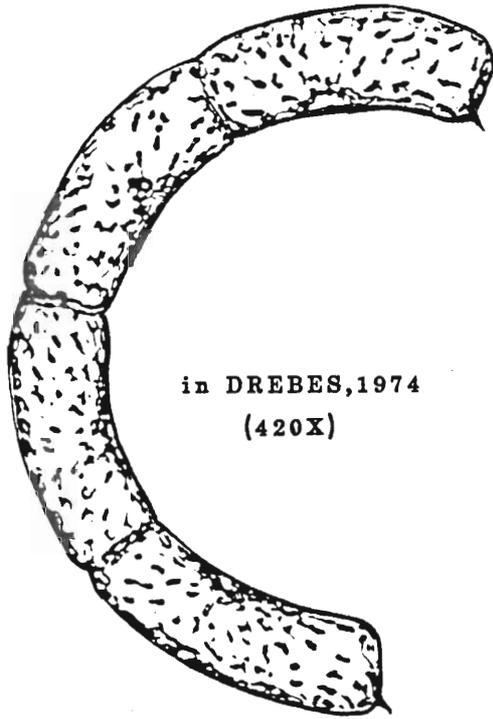
6) Prédation

Le facteur de réduction principal est le broutage par le zooplancton (copépodes) : *Centropages hamatus* et *Temora longicornis* (RAZOULS, 1965) *in* 17.

BIBLIOGRAPHIE

1. CNEXO UL, GRAVELINES (1976) - 2. CNEXO UL, GRAVELINES (1977) -
3. CNEXO ELGMM, GRAVELINES (1981) - 4. CNEXO UL, PALUEL (1976) -
5. CNEXO UL, PALUEL (1978) - 6. CNEXO ELGMM, PALUEL (1979) -
7. CNEXO ELGMM, PALUEL (1981) - 8. CNEXO UL, FLAMANVILLE (1977) -
9. CNEXO ELGMM, FLAMANVILLE (1979) - 10. CNEXO ELGMM, ENGLESQUEVILLE -
11. CNEXO ELGMM, PENLY, 1980 - 12. CNEXO ELGMM, PENLY (1983) -
13. CNEXO ELGMM, PLOGOFF. (ss-presse) - 14. CUPP, E.E. (1943) -
15. DOOLEY, M. (1973) - 16. DREBES, G. (1974) - 17. GRALL, J.R. (1972b) -
18. HENDEY, I. (1964) - 19. LEBOUR, M. (1930).

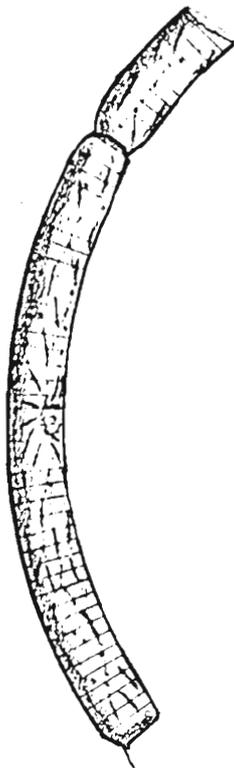
RHIZOLENIA STOLTERFOTHII



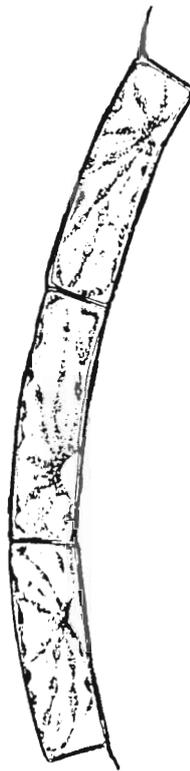
in DREBES, 1974
(420X)



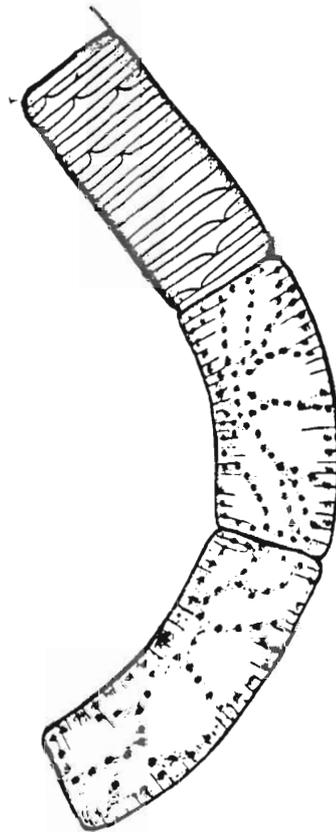
PALUEL, 1977 (150X)
in CNEOX/EDF



in BRANDT and APSTEIN, 1930



in LEBOUR, 1930



in HENDEY, 1964

RHIZOSOLENIA STOLTERFOTHII PERAGALLO

Classe : *Bacillariophyceae*

Ordre : *Centricae*

Famille : *Rhizosoleniaceae*

I. MORPHOLOGIE (8) (11) (13)

Cellules cylindriques et courtes, réunies en chaînes incurvées, quelquefois en spirales. Cellules faiblement siliceuses. Valves plates, légèrement arrondies aux bords, comportant une épine courte et marginale qui s'insère dans une dépression de la cellule voisine (l'épine ne se voit donc qu'à l'extrémité de la chaîne). Nombreuses bandes intercalaires en collier. Petits chromatophores, nombreux et distribués dans toute la cellule.

Dimensions

Elles varient de 6 à 43 μm) pour le diamètre :

Pour exemples	Diamètre (μm)	Longueur (μm)
En Manche :		
RYCKAERT (1979) <i>in</i> (7)	7 - 33	130
HENDEY (1964)	15 - 40	
Mer du Nord :		
DREBES (1974)	6 - 49	
Côte Ouest d'Amérique du Nord :		
CUPP (1943)	6 - 30	

II. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET VARIATIONS SAISONNIERES

Espèce cosmopolite d'eaux tempérées froides et chaudes. On la rencontre en mer Arctique, mer du Nord, Méditerranée, Océan Indien, eaux australiennes et néozélandaises.

Elle est considérée comme espèce estivale puisqu'elle est présente, en général, de juin à fin août-septembre.

En particulier en Manche - Mer du Nord :

- à Helgoland (9) : été - automne
- à Gravelines en 1975 BOUGARD : fin août-septembre, associée
in (1) aux *Chaetoceros* sp.
- à Gravelines en 1978 BOUGARD : en juin-juillet associée avec
et GROSSEL in (2) *Skeletonema costatum* et *Rhizosolenia* sp.
- à Paluel en 1975 RYCKAERT : de juin à octobre abondante en
in (3) août associée aux *Rhizosolenia* sp.
- à Paluel en 1977 RYCKAERT : apparition en juillet et août
in (4) après *Rhizosolenia* sp.
- à Paluel en 1978 BOUGARD : dominante en août
et GROSSEL in (5)
- à Penly en 1978 RYCKAERT : apparition en août où elle domine
in (7) après la floraison de *Rh. delicatula*
- à Englesqueville en 1979 : dominante en juillet après *Rh.*
ERARD in (6) *delicatula*
- à Roscoff en 1966 (10) : fin d'été

III. ECOLOGIE

Espèce néritique quelquefois considérée comme océanique (8).

1) Lumière et éléments nutritifs :

Elle serait capable, ainsi que *Rhizosolenia delicatula*, de vivre dans des conditions favorables aux dinoflagellés : thermocline à 15 m,

intensité lumineuse faible, mais présence suffisante de phosphates et de nitrates (12).

Dans nos régions *Rhizosolenia stolterfothii* précède assez souvent une poussée automnale de *Chaetoceros*.

Quelques données écologiques au moment de l'apparition de *Rhizosolenia stolterfothii*

	Température °C	Salinité ‰	O2 %	Chl. a µg/l	NO3 µatg/l	PO4 µatg/l	Si(OH)4 µatg/l
Gravelines 1976 in (1)	17	33,35	116	4,9	2	2	0,6
Penly 1980 in (7)	16,2	33,3	105	3,4 à 3,7	1	0,3	1,1
Englesqueville 1980 in (6)	19	34,5	110	1,73 à 10,87	0,19 à 1,33	0,2 à 2,52	0, à 0,6

2) Reproduction :

Taux de multiplication élevé . Dans la région de Roscoff, *R. stoterfothii* est garni d'auxospores pendant sa période d'abondance (10).

3) Flottabilité et taux de chute

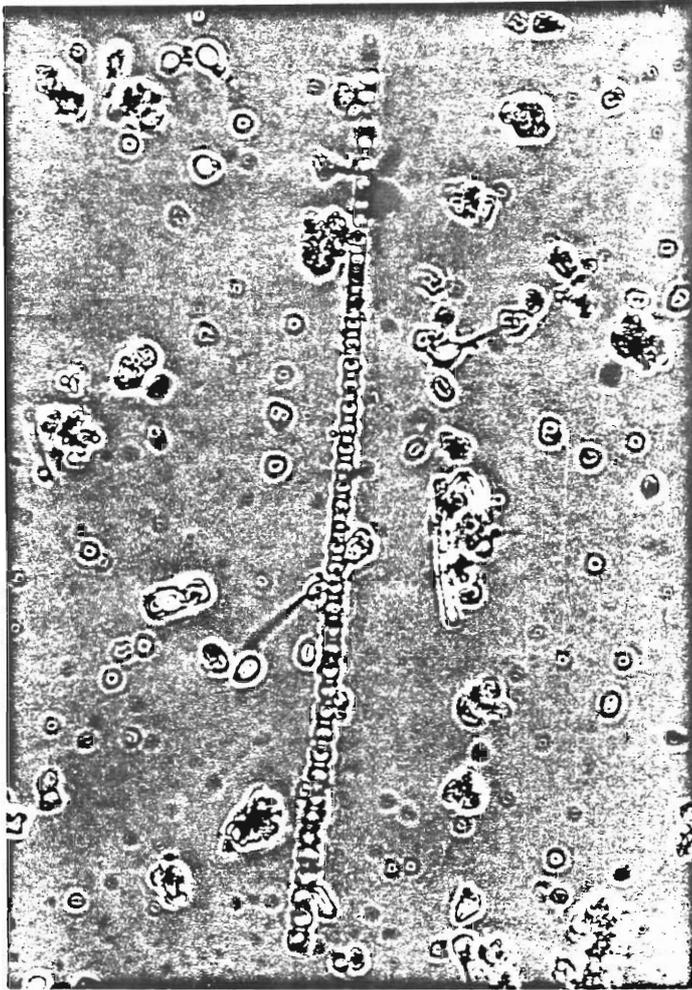
- en conditions expérimentales : (14)

Conditions du milieu	Etat des cellules	S/v	Taux de chute en m/jour
t° : 20°C S : 37 ‰	En voie de senescence	0,25	1 - 1,9

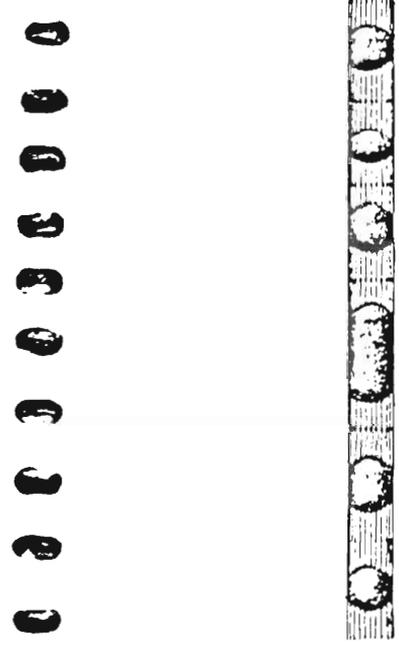
BIBLIOGRAPHIE

1. CNEXO UL Gravelines (1976) - 2. CNEXO ELGMM Gravelines (1981) -
3. CNEXO UL Paluel (1976) - 4. CNEXO UL Paluel (1978) - 5. CNEXO ELGMM Paluel (1979) - 6. CNEXO ELGMM Englesqueville (1980) - 7. CNEXO ELGMM Penly (1980) - 8. CUPP, E.E. (1943) - 9. DREBES, G. (1974) -
10. GRALL, J.R. (1972) - 11. HENDEY, I. (1964) - 12. HOLLIGAN, P.M. and HARBOUR, D.S. (1977) - 13. LEBOUR, M.V. (1930) - 14. SMAYDA, T.J. (1971).

SKELETONEMA COSTATUM

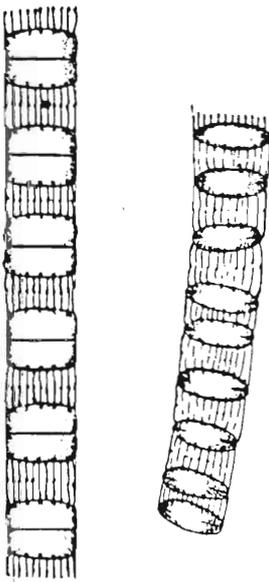


PALUEL, 1977 (220X)
in CNEOXO/EDF

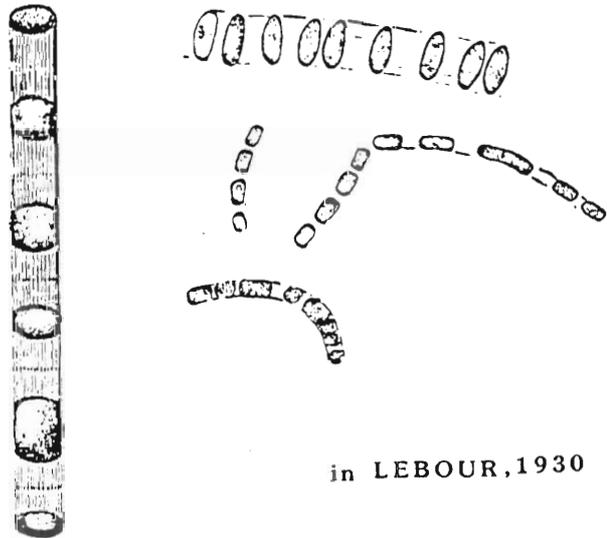


in DREBES, 1974
(650X)

in BRANDT
and APSTEIN, 1908



in HENDEY, 1964



in LEBOUR, 1930

SKELETONEMA COSTATUM GREVILLE

Classe : *Bacillariophyceae*

Ordre : *Centricae*

famille : *Skeletonemaceae*

I. MORPHOLOGIE (4) (33) (16)

- Cellules lenticulaires, elliptiques ou cylindriques avec extrémités arrondies ; peu silicifiées.

- Elles sont unies en chaînes longues, étroites, généralement droites, au moyen de 8 à 30 appendices creux, fins et droits ; ceux ci sont issus de la marge valvaire et aboutissent aux appendices de la cellule voisine (permettant des ponts cytoplasmiques entre les cellules).

- L'espace séparant les cellules est souvent plus long que les cellules elles-mêmes.

- Valves présentant une très fine striation radiale.

- Deux chromatophores par cellule, disposés en plaques, chacun près d'une valve.

- Auxospores assez fréquents de 17 à 20 μm de diamètre.

Dimensions

Elles varient de 3 à 20 μm pour le diamètre, de 4 à 30 μm pour l'axe pervalvaire, de 6 à 10 μm pour l'axe intervalvaire.

Pour exemple	Diamètre (μm)	Axe perivalvaire (μm)	Axe intervalvaire (μm)
Manche HENDEY, 1964	8 4,5	4 12 ⁻	6 10 ⁻
Ouest Irlande DOOLEY, 1973	4,5 - 9 10 - 13 3 - 6,5		
Mer du Nord LEBOUR 1930	7 16 ⁻		
Côte Ouest Am. Nord CUPP, 1943	3 20 ⁻		
Baie de Valparaiso AVARIA PLACIER, 1965	3 - 20		
Ria de Vigo MARGALEF, DURON 1953		10 - 30	

II. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET VARIATIONS SAISONNIERES

Cosmopolite, *Skeletonema costatum* est rencontrée en Baltique, en Mer du Nord, en Manche, en Mer Noire ... Son adaptation à des salinités très basses lui permet de se développer aussi dans des endroits tels que les lochs écossais (MARSHALL and ORR, 1928 in 33) et des zones semi-fermées (43). Elle n'a jamais été répertoriée en Antarctique (17).

Selon SMAYDA (1958) elle serait une forme méroplanctonique paractique.

On la rencontre généralement toute l'année, mais elle présente un pic d'abondance au début du printemps (ce peut être un bloom avec quelques millions de cellules par litre), une deuxième poussée peut arriver au début de l'automne.

En Manche :

- à Paluel en 1975, RYCKAERT : janvier - février
in (6)
- à Paluel en 1977, RYCKAERT : fin janvier - mi février où elle
in (7) est dominante.
- à Paluel en 1978-1979, BOUGARD et GROSSEL : mars dominante
in (8) et (9)
- à Gravelines en 1977 : février - mars
BOUGARD *in* (10)
- à Gravelines en 1978-1979
BOUGARD et GROSSEL: février
in (11)
- à Flamanville en 1976 : mi juillet - août : dominante
ERARD *in* (12)
- à Flamanville en 1977 : septembre - janvier : dominante
ERARD *in* (13)
- à Penly en 1978 RYCKAERT : février
in (14)
- à Englesqueville en 1979 : février
ERARD *in* (15)

En Atlantique :

- à Narragansett Bay en 1965: décembre à mars : dominante.
(37)

III. ECOLOGIE

Espèce néritique, elle peut cependant s'épanouir au milieu de l'océan, là où une aire d'eau calme se forme.

(ex. : jonction des courants du Labrador et de Floride) (33).

Membre du plancton, mais vit quelquefois près du fond. N'est pas tychopélagique car elle se reproduit au sein du plancton (33).

On montre sa capacité à former deux types d'appendices filamenteux en réponse à l'agitation mécanique et sans qu'intervienne une sélection directe (5).

1) Lumière

Elle demande peu de lumière et peut trouver des conditions maximales dans les couches basses de la zone euphotique par temps calme ; de plus elle peut maintenir une grande activité après 37 jours d'obscurité (28).

2) Température

Espèce eurytherme, s'acclimate dans un intervalle de 0°C à 28°C (20) et supporte un maximum de 37° à 40°C. Elle peut apparaître *in situ* dans des eaux de température inférieure à 5°C (17) (ne pousse pas en culture à cette température), et s'adapte en augmentant sa concentration d'enzymes, donc de carbone intracellulaire (31).

JØRGENSEN (1967) a étudié cette adaptation avec une intensité lumineuse de 3000 lux et il conclut en disant que le taux de division diminue quand la température diminue et que le taux de matières organiques augmente. Ainsi :

Température en °C	Division/heure	C assimilé dans une cellule en $\mu\text{g } 10^{-6}$
20	2,3	10,2
15	1,9	12,7
10	1,6	16,5
7	1	19,5

D'après CURL and MAC LEOD (1961) l'intensité lumineuse de saturation est plus faible aux températures supérieures à 18°C.

3) Salinité

Très euryhaline. Le taux de photosynthèse maximal est obtenu, d'après les expériences de CURL et MC LEOD (1961)

pour $S = 20\text{‰}$ eau non enrichie

$S = 15\text{‰}$ eau enrichie pendant une semaine.

4) Eléments nutritifsa) *silicates*

Son rôle limitant est très discuté.

Selon PRATT (1965) à Narragansett Bay, (N) et (Si) contrôlent activement la croissance dès le début de la phase exponentielle. Une croissance active peut continuer après épuisement d'azote, mais pas de silicium.

Les observations de PAASCHE et ØSTERGREN (1980) dans le fjord d'Oslo nous montrent qu'après le pic d'abondance, la chute des cellules mortes occasionne une régénération des silicates bien au dessous de la zone euphotique ; un faible taux de silicium dissous dans l'eau de surface donnerait des cellules plus allongées et plus étroites, couvertes de bandes ceinturales moins silicifiées que les valves, avec des filaments jointifs moins longs.

L'effet d'une limitation de silicium a été étudié en chemostat (24)

Sans limitation	Avec limitation
Plus de 10 cellules par chaîne chromatophores et vacuoles normaux	Moins de 4 cellules par chaînes chromatophores plus grands, vacuole normale, filaments jointifs extrêmement réduits, S/V est plus grand.

La valeur de demi-saturation est de $0,80 \mu\text{atgSi/l}$, mais l'assimilation de silicates peut devenir réduite, bien avant l'épuisement du milieu (40).

b) Composés azotés

L'azote selon BRAARUD (1937) *in* (17) serait peut être l'élément limitant.

L'urée est peu utilisée.

L'ammonium par contre se montre un important régulateur de croissance pour *Skeletonema costatum* au printemps dans la Baie de Narragansett (46).

L'effet d'une limitation en ammonium a été étudiée en chemostats (22) :

Sans limitation	Avec limitation
Plus de 10 cellules par chaîne chromatophores normaux, vacuole normale.	Plus de 6 cellules par chaîne chromatophores normaux, grande vacuole, filaments jointifs normaux, S/V est plus grand.

Une réduction de nitrates importe plus qu'une réduction de phosphates : en présence de nitrates, les cellules incorporent vite et excrètent des nitrites ; si la concentration en nitrates dans le milieu est supérieure à 3 μM , l'excrétion de nitrites est indépendante de celle des nitrates (42).

c) phosphates

Elle assimile rapidement les phosphates (35). Les concentrations limitantes dépendent :

- de la teneur en phosphore intracellulaire (si elle est élevée la concentration limitante diminue),
- de la taille de la cellule.

Les deux éléments taille et masse déterminent la vitesse d'absorption des sels nutritifs (phosphates, nitrates, silicates) par les algues ; on peut donc penser que la vitesse spécifique de croissance et de photosynthèse, chez les espèces de petite taille, est plus élevée que celle des espèces de grande taille (23).

d) *oligoéléments*

Elle a besoin de vitamine B₁₂ (17) et (35) et de sulfure divalent (17)

5) Substance excrétées

Elle excrète 3 à 6 % de son carbone assimilé pendant la phase de croissance exponentielle ; à l'obscurité avec une dénutrition, ce taux est augmenté de 65 à 87 % ; excrétion de carbohydrates, d'acide glycollique (50 %) (25).

Son excrétion a été étudiée en culture (27):

- . elle serait plus intense à lumière inhibitrice qu'à lumière saturante,

- . elle serait plus intense à faible densité de population,

- . elle serait plus intense quand les éléments nutritifs diminuent; en effet, dans ce cas le métabolisme change : la photosynthèse diminue, donc la respiration augmente et les pigments changent (carotène/chlorophylle augmente).

En phase exponentielle de croissance, on montre qu'elle peut libérer des substances inhibitrices pour *Thalassionema nitzschioides* (21)

Elle produit de la thiamine et de la biotine (22).

Il est probable qu'elle produise des substances stimulant la croissance des dinoflagellés; ainsi on expliquerait mieux l'arrivée des dinoflagellés d'eaux rouges après le déclin du bloom estival de diatomées, en particulier favorable à l'espèce *Prorocentrum minimum* (30).

6) Reproduction sexuelle

En culture axénique (38).

Lorsque des colonies étroites (5-6 μm) de *Skeletonema costatum* sont cultivées à la température de 17-23°C, on observe la formation de spermatogonies et d'oogonies, (beaucoup d'éléments nutritifs).

La spermatogonie se fait après 1 ou 2 divisions végétatives et 4 spermatozoïdes sont formés : ils sont globulaires (3-3,5 μm de diamètre) et ont chacun un flagelle de 7 à 10 μm de long.

L'oogonie se fait par extension de cellules végétatives et un oeuf est formé.

Après fertilisation, un zygote se développe dans un auxospore sans phase de repos. L'auxospore mature est environ 3 fois aussi large que la cellule mère.

La spermatogonie et l'oogonie se font dans le même clone.

La formation d'auxospores est plus abondante à 20°C qu'à 15° ou 25°C. La détermination du sexe est influencée par l'intensité lumineuse. Les clones de cellules végétatives produisent des cellules femelles à haute intensité lumineuse et seulement des cellules mâles à faible intensité lumineuse.

7) Flottabilité (45) (47)

Les filaments siliceux joignant les cellules de *Skeletonema costatum* jouent un rôle dans la flottaison, par effet de friction au sein de la turbulence des masses d'eau.

Or la senescence empêche petit à petit la formation de chaînes (avec S/V diminuant) donc le taux de chute augmente avec l'âge.

En conditions expérimentales (45)

Condition du milieu	Etat des cellules	S/V	Taux de chute en m/jour
t° : 15 °C S : 31,7 ‰	En voie de senescence	0,81 1,01	0,30 - 1,35

8) Prédation

Skeletonema costatum est de grande valeur nutritive pour les larves de moules (33) et serait la nourriture préférée d'*Acartia clausi*.
Acartia tonsa et de *Pseudocalanus sp.* (37).

IV. POLLUTION1) Métaux

Le mercure (Hg) à concentration supérieure à 5 µg/l inhibe la division (2).

Le cuivre (Cu) à 50 µg/l provoque une légère hausse de la vitesse de division (2) mais à plus forte concentration provoque une baisse de cette vitesse et une élongation de l'axe prévalvaire.

Le cadmium (cd) à 50 µg/l stimule légèrement la vitesse de division, mais à 250 µg/l l'inhibe. La stimulation est mal expliquée (2).

Le plomb (Pb) à 1 mg/l inhibe la croissance (48).

Avec Hg, Cd et Cu à diverses concentrations le rapport C/N reste à peu près constant C/N ≈ 5, donc les ions métalliques agissent de la même façon sur les synthèses carbonées et azotées (2).

2) Thermique

- 5 mn à 37°C : inhibition de la photosynthèse
- 5 et 10 mn à 35°C : 55 % d'inhibition
- 5 mn à 34°C : pas d'inhibition (27)

3) Chlore

- 5 mn avec une concentration supérieure à 1,44 ppm inhibition de croissance
- 10 mn avec 1,8 à 2,56 ppm

- 5 mn avec 0,29 ppm retard de 2 à 3 jours, pas
- 10 mn avec 0,25 ppm d'inhibition (27)

4) Bactéries

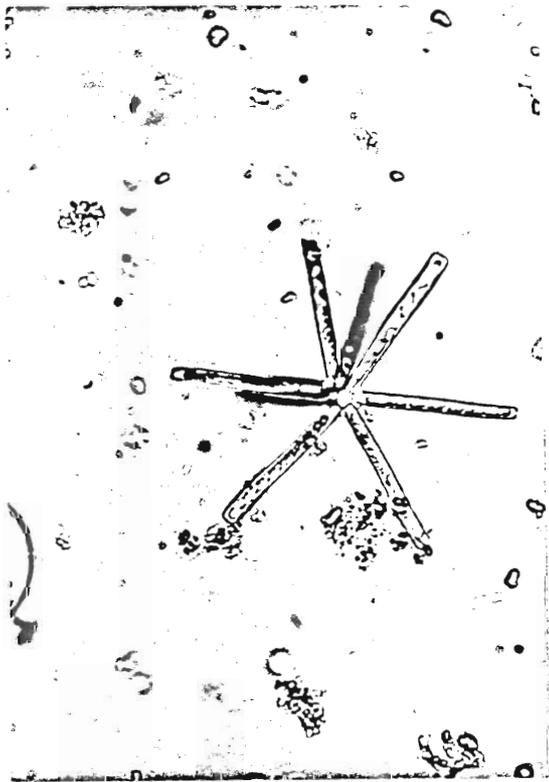
En culture mixte, *Skeletonema costatum* possède une action inhibitrice sur *Pseudomonas* et *Vibrio* et une action stimulante sur *Flavobacterium* (32).

Observant l'évolution des populations naturelles dans le temps SICBIRTH and PRATT (1962) avaient constaté que la disparition de bactéries de type coliforme en mer était accélérée au cours de certaines efflorescences phytoplanctoniques et plus particulièrement en fin de poussée de *Skeletonema costatum* (3).

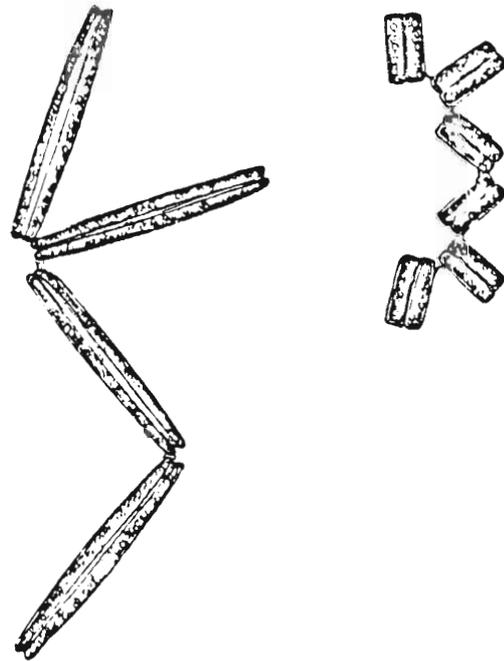
BIBLIOGRAPHIE

1. AVARIA PLACIER, S. (1965) - 2. BERLAND, Br and al (1977) -
3. BONIN, D. (1976) - 4. BRUNEL, J. (1970) - 5. CASTELLVI, J. (1971) -
6. CNEOXO UL, Paluel (1976) - 7. CNEOXO UL, Paluel (1978) - 8. CNEOXO UL, Paluel (1979) - 9. CNEOXO ELGMM, Paluel (1981) - 10. CNEOXO UL Gravelines (1977) - 11. CNEOXO ELGMM Gravelines (1981) - 12. CNEOXO UL Flamanville (1977) - 13. CNEOXO ELGMM, Flamanville (1979) - 14. CNEOXO ELGMM, Penly (1980) - 15. CNEOXO ELGMM, Englesqueville (1980) - 16. CUPP, E.E. (1943) -
17. CURL and Mc LEOD, G.C. (1961) - 18. DOOLEY, M. (1973) - 19. EPPLEY, R.W. (1972) - 20. FALKOWSKI, P.G. (1977) - 21. FEDOROV, V.D. and KUSTENKO, N.G. (1972) - 22. FIALA, M. (1976) - 23. FINENKO, Z.Z. (1979) -
24. HARRISON, P.J. and CONWAY, H.L. (1977) - 25. HELLEBUST, J.A. (1965) -
26. HENDEY, I. (1964) - 27. HIRAYAMA, K. and HIRANO, R. (1970) -
28. IGNATIADIS, L. (1973) - 29. IGNATIADIS, L. and FOGG, G.E. (1973) -
30. IWASAKI, S. (1979) - 31. JORGENSEN, E.G. (1967) - 32. KOGURE, K. (1979) - 33. LEBOUR, M. (1930) - 34. LEROUX, S. (1975) - 35. MAESTRINI, S. (1975) - 36. MARGALEF, Y. et DURAN Y. (1953) - 37. MARTIN, J.H. (1965) - 38. MIGITA, S. (1967) - 39. MOREL, N.M.L. (1978) - 40. PAASCHE and ØSTERGREN, I. (1980) - 41. PRATT, D.M. (1965) - 42. SERRA, J.L. and LLAMA, M.J. (1978) - 43. SMAYDA, T.J. (1957) - 44. SMAYDA, T.J., (1958) - 45. SMAYDA, T.J. (1971) - 46. SMAYDA, T.J. (1973) - 47. SMAYDA, T.J. and BOLEYN (1966) - 48. VU DO, Q. and HOUSSEMAINE, J. (1980)

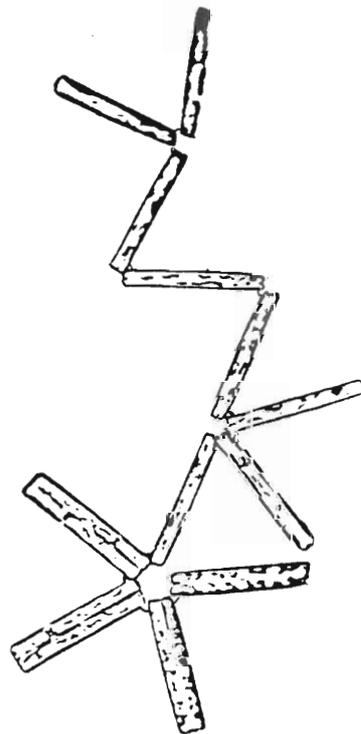
THALASSIONEMA NITZSCHIOIDES



PALUEL, 1975 (400X)
in CNEOX/EDF



in LEBOUR, 1930



in DREBES, 1974
(430X)

THALASSIONEMA NITZSCHIOIDES <i>Hustedt</i>
--

Classe : *Bacillariophyceae*
 Ordre : *Pennatae*
 Famille : *Fragilariaceae*

I. MORPHOLOGIE (1)(4)(23)

Cellules unies en colonies étoilées ou en zig-zag, chaînes rigides ou légèrement courbées par des coussinets muqueux.

Valves rectangulaires en vue cingulaire, linéaire ou étroitement lancéolées en vue valvaire.

Nombreux chromatophores de petite taille.

Dimensions

Elles varient de 7 à 110 μm pour l'axe apical

2 à 8,5 μm pour l'axe pervalvaire

Pour exemples	Axe apical (μm)	axe pervalvaire (μm)
Mer du Nord :		
DREBES (1974)	10 - 110	-
LEBOUR (1930)	10 - 80	-
Manche :		
HENDEY (1964)	30 - 90	2 à 5
RYCKAERT (1983) (<i>in</i> 15)	10 - 50	3 à 8,5
ERARD (1979) (<i>in</i> 12)	7 - 58	-
Ria de Vigo :		
MARGALEF (1953)	19 - 70	-
Baie de Valparaiso :		
AVARIA-PLACIER (1965)	30 - 90	2 - 5
Côte Ouest de l'Amérique du Nord		
CUPP (1943)	30 - 80	2 - 3,5
Baie des Chaleurs (Canada) :		
BRUNEL (1970)	15 - 86	-
Golfe du Mexique :		
FREESE (1952)	35 - 63	2 - 3,5

II. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET VARIATIONS SAISONNIERES (4)(16)(17)

Espèce cosmopolite, très courante en Atlantique Nord, mer du Nord, Manche ; n'a jamais été rencontrée dans la Baltique, mais on la trouve dans l'hémisphère Sud, du golfe de Mexico aux côtes du Chili.

Variations saisonnières mal définies. Elle peut apparaître en automne ou au printemps, et même persister toute l'année. En Manche on la rencontre :

- à Penly en 1978 : apparition en septembre, associée à *Paralia sulcata* et *Nitzschia closterium* et persiste jusqu'en mai 1979, RYCKAERT *in* (14)
- à Penly en 1979 : apparait en novembre et décembre, associée à *Paralia sulcata*, RYCKAERT *in* (15)
- à Paluel en 1976-1977: apparition en décembre et janvier, associée à *Paralia sulcata*, présente tout le long du cycle, mais en faible nombre *in* (5)
- à Paluel de 1978 à 1979 : présente toute l'année, dominante en février, BOUGARD et GROSSEL *in* (6 - 7)
- à Gravelines de 1974 à 1977 : observée toute l'année, dominante : en novembre - décembre, BOUGARD *in* (8-9)
- à Gravelines en 1978 : dominante en octobre - novembre avec *Asterionella japonica*, *Paralia sulcata* et *Nitzschia closterium*, BOUGARD et GROSSEL *in* (10)
- à Flamanville en 1976-1977 : présente tout le long du cycle en faible quantité, FRARD *in* (11)

- à Flamanville en 1978 : poussée en avril et mai, associée à *Thalassiosira rotula* ; elle est présente toute l'année, ERARD *in* (12).
- à Englesqueville en 1979 : poussée en mars-avril associée à des populations hivernales : *Nitzschia closterium*, *Navicula pelagica*, ERARD *in* (13)

III. ECOLOGIE

Espèce marine pélagique néritique.

1) Salinité et température

Euryhaline et surtout eurytherme (4) comme le montre le tableau ci-dessus :

Régions	Salinité ‰	t°C
Scandinavie (CLEVE - EULER, 1953) <i>in</i> (4)	23,6	3,7
Europe boréale (OSTENFELD, 1913) <i>in</i> (4)	31,5	7,7
Scandinavie (BRAARUD, 1945) <i>in</i> (4)	28,6	8,5
Guinée portugaise (SILVA et PINTO, 1952) <i>in</i> (4)	25,04	26,3
En Manche :		
PENLY (RYCKAERT, 1980) <i>in</i> (14)	33,25	17,2
ENGLESQUEVILLE (ERARD, 1980) <i>in</i> (13)	32,40	6,2
FLAMANVILLE (ERARD, 1979) <i>in</i> (12)	34,77	9,6 - 10
Ouest-Irlande (DOOLEY, 1973)	33,43 - 34,89	6,6 - 12,2

à 10°C dans le fjord d'Oslo *Thalassiosira nitzschoides* peut se diviser à raison de 1.2 div./jour (BRAARUD, 1945) *in* (26).

2) Eléments nutritifs (20)

Elle assimile plus vite les phosphates que les nitrates. En effet, si on réalise une culture mixte de *Thalassionema nitzschoïdes* et de *Skeletonema costatum*, la croissance de *Nitzschoïdes* sera favorisée par une augmentation de phosphore dans le milieu ; cependant, une addition simultanée de nitrate et de phosphate favorisera *Skeletonema costatum*.

3) Relations entre espèces (20)

Thalassionema nitzschoïdes peut libérer des substances inhibitrices pour *Skeletonema costatum* quand cette dernière est en phase stationnaire de croissance.

4) Flottabilité (25)

Le taux de chute augmente avec la sénescence.

En conditions expérimentales :

Conditions du milieu	Etat des cellules	S/V	Taux de chute en m/jour
t° : 15°C S : 31,7 %.	en voie de senescence	0,64 - 0,92	0,35 - 0,78

5) Prédation (2)

La colonialité la protège des petits animaux planctoniques ; inaccessible aux *Nauplius*, elle est dévorée dans une certaine mesure par les *Centropages* adultes.

IV) POLLUTION (3)

Thalassionema nitzschoïdes est une espèce psychrophile : à Martigues-Ponteau, les eaux de rejet de la centrale, à 30,4°C provoquent la disparition de plus de la moitié de *Thalassionema nitzschoïdes*.

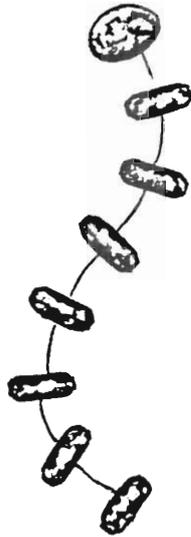
BIBLIOGRAPHIE

1. AVARIA-PLACIER, S. (1965) - 2. BEKLEMISHEV, C.W. (1959) - 3. BENON, B.,
BOURGADE, B., KANTIN, R. (1977) - 4. BRUNEL, J. (1970) - 5. CNEXO UL,
PALUEL (1978) - 6. CNEXO ELGMM, PALUEL (1979) - 7. CNEXO ELGMM, PALUEL
(1981) - 8. CNEXO UL, GRAVELINES (1976) - 9. CNEXO UL, GRAVELINES, 1977 -
10. CNEXO ELGMM, GRAVELINES (1981) - 11. CNEXO UL, FLAMANVILLE (1977) -
12. CNEXO ELGMM, FLAMANVILLE (1979) - 13. CNEXO ELGMM, ENGLESQUEVILLE (1980) -
14. CNEXO ELGMM, PENLY (1980) - 15. CNEXO ELGMM, PENLY (1983) -
16. CUPP, E.E. (1943) - 17. CURL, H. (1959) - 18. DOOLEY, M. (1973) -
19. DREBES, C. (1974) - 20. FEDOROU, V.D. and KUSTENKO, N.G. (1972) -
21. FREESE, L.R. (1952) - 22. HENDEY, I. (1964) - 23. LEBOUR, M. (1930) -
24. MARGALEF, R.Y., DURAN, M. (1953) - 25. SMAYDA, T.J. (1971) -
26. SMAYDA, T.J. (1958).

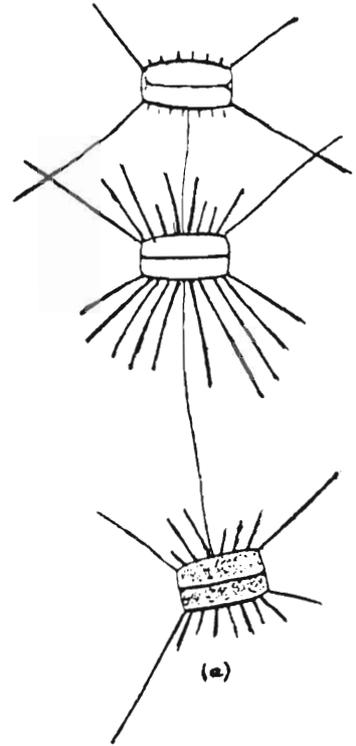
THALASSIOSIRA DECIPIENS



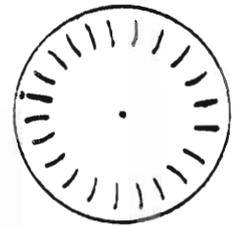
PENLY, 1979 (800X)
in CNEXO/EDF



in DREBES, 1974
(340X)

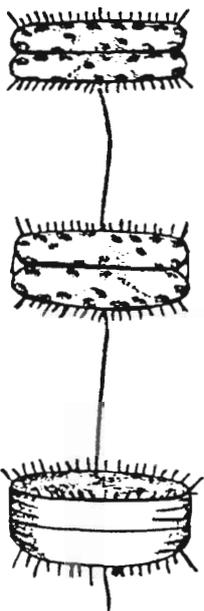


(a)

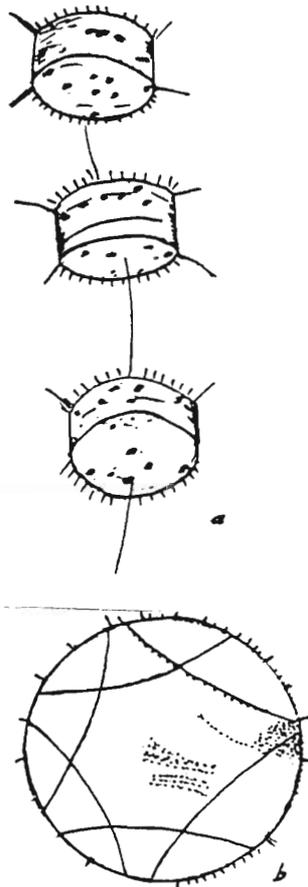


(b)

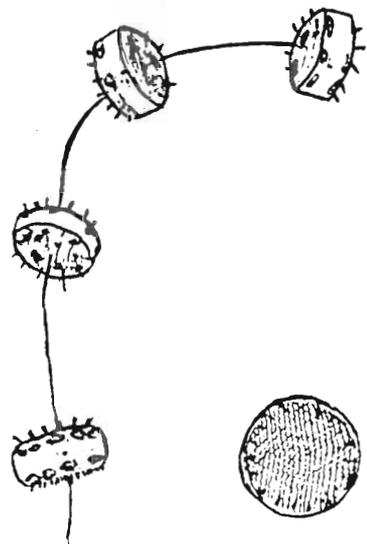
in LEBOUR, 1930



in HENDEY, 1964



in CUPP, 1943



in BRANDT and APSTEIN, 1908

THALASSIOSIRA DECIPIENS (GRAN EX VAN HEURK) JORGENSEN
--

Classe : *Bacillariophyceae*

Ordre : *Centricae*

Famille : *Thalassiosiraceae*

I. MORPHOLOGIE (1) (7) (11)

Cellules discoïdes, unies en chaînes lâches, séparées par de grands espaces. Valves plates ou légèrement incurvées, aux bords arrondis, recouverts de solides spicules et d'un apicule. La surface valvaire est recouverte d'aréoles excentrées, en lignes courbes, ne dérivant pas du centre. En vue apicale, ressemble à *Coscinodiscus excentricus*. Chromatophores petits et nombreux.

Dimensions

Pour exemples	Diamètre (μm)	Axe perivalvaire (μm)	Distance intervalvaire (μm)
Mer du Nord : Helgoland (DREBES, 1974)	12 - 40		
Mer du Nord : (LEBOUR, 1930)	12 - 40		
Manche : (HENDEY, 1964)	12 - 40	8 - 18	30 - 80
Manche : Penly (RYCKAERT) <i>in</i> (5)	11 - 36		
Côte Ouest d'Amérique du Nord (CUPP, 1943)	21 - 54		
Baie de Valparaiso (AVARIA PLACIER, 1965)	20 - 50		

II. DISTRIBUTION ET VARIATIONS SAISONNIERES

On la trouve dans les mers tempérées froides et chaudes : Atlantique, Pacifique, Méditerranée, Mer d'Aral. N'est jamais initiateur d'un bloom phytoplanctonique mais peut être abondante en automne et en hiver sur la côte ouest des Etats Unis (6), au printemps en Manche ((Englesqueville (3), Roscoff (9)) et en Manche - Mer du Nord ((Penly (4), Helgoland (7)). Serait la seule *Thalassiosira* se trouvant en Méditerranée selon PAVILLARD (1925) *in* (11).

III. ECOLOGIE

Espèce néritique et tychopélagique (possède une phase planctonique). Généralement benthique, elle remonte en hiver dans le plancton ; les valves sont souvent recouvertes de sable et de détritus (7).

En Manche, elle apparaît au printemps :

- à Englesqueville, ERARD : en avril 1979, *Thalassiosira decipiens* est associée à *Thalassiosira rotula* puis suivie par les populations de *Rhizosolenia* sp.
in (3)
- à Penly, RYCKAERT, : en mai 1978, *Thalassiosira decipiens* supplante une population d'*Asterionella japonica*, puis elle est suivie par une population de *Phaeocystis* et de *Nitzschia delicatissima* (transition avant la floraison estivale de *Rhizosolenia*) sp.
in (4)
- à Paluel, BOUGARD et : en avril 1978, *Thalassiosira decipiens* remplace *Thalassiosira levanderi*.
GROSSEL *in* (2)

1) Quelques données écologiques en Manche au moment de l'apparition de *Thalassiosira decipiens*

	Température °C	Salinité ‰	O2 %	NO3 µatg/l	PO4 µatg/l	Si(OH)4 µatg/l	Chl. a µg/l
Englesqueville en 1979 (3)	8	33,25	102	26-14	7	12	1 à 2,5
Penly en 1978 (2)	10,5	32,85	107	16	1,1	7 16 mi mai	3,8

2) Croissance

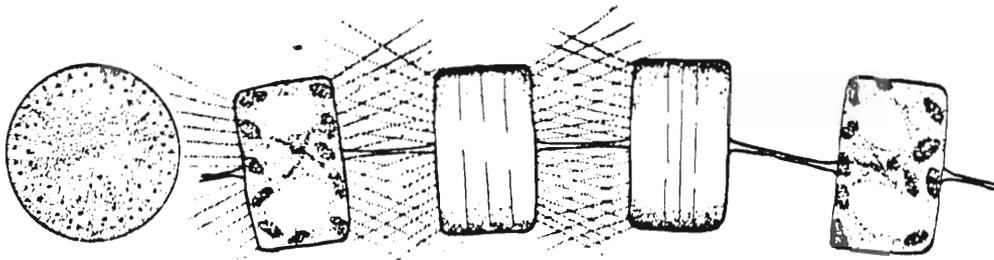
Sa croissance a été étudiée en fonction d'un élément nutritif limitant : l'acide silicique (représentée par "S" concentration dans le milieu de culture).

Ainsi pour une température de 20°C et de l'acide silicique en quantité, la croissance maximum est de 1,3 division/jour et la constante de demi-saturation K_s est de 3,37 µatg/l PAASCHE (1973) *in* (8).

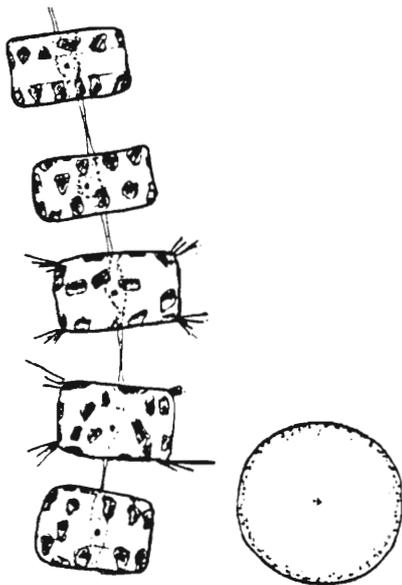
BIBLIOGRAPHIE

1. AVARIA PLACIER, S. (1965) - 2. CNEXO ELGMM PALUEL (1979) - 3. CNEXO ELGMM Englesqueville (1980) - 4. CNEXO ELGMM Penly I (1980) - 5. CNEXO ELGMM Penly II (1983) - 6. CUPP, E.E. (1943) - 7. DREBES, G. (1974) - 8. EPPLEY, R.W. (1977) - 9. GRALL, J.R. (1972) - 10. HENDEY, I. (1964) - 11. LEBOUR, M. (1930).

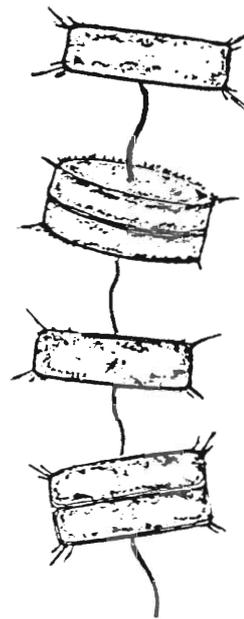
THALASSIOSIRA GRAVIDA



in HENDEY, 1964



in BRANDT and APSTEIN, 1908



in LEBOUR, 1930

THALASSIOSIRA GRAVIDA <i>Cleve</i>

Classe : *Bacillariophyceae*
 Ordre : *Centriales*
 Famille : *Thalassiosiraceae*

I. MORPHOLOGIE (12) (1)

Cellules discoïdes, réunies en chaînes par un funicule épais et muqueux. Cellules rectangulaires en vue cingulaire.

Valves planes, à marges légèrement arrondies, entourées de petites spinules marginales.

Chromatophores en petites plaques arrondies.

Auxospores assez fréquents.

Dimensions

Elles varient de 10 à 62 μm pour le diamètre.

Pour exemples	Diamètre (μm)	Axe perivalvaire (μm)	Distance intervalvaire (μm)
Mer du Nord :			
LEBOUR (1930)	17 - 62	-	-
DREBES (1974)	17 - 62	-	-
Manche :			
HENDEY (1964)	20 - 58	8	30 - 40
ERARD (1979) (<i>in</i> 3)	10 - 26	-	-
RYCKAERT (1983) (<i>in</i> 5)	12,5 - 24	10 - 25,5	-
Côte Ouest de l'Amérique du Nord			
CUPP (1943)	27	-	-
Baie des Chaleurs (Canada)			
BRUNEL (1970)	17 - 62		

II. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET VARIATIONS SAISONNIERES

Espèce boréale largement distribuée. Considérée par GRAN comme une espèce arctique (6) (14). Rencontrée de 70° à 35°N et de 77° à 33°S (11): Atlantique Nord (12), Pacifique Nord (1), mers scandinaves, mer du Nord, Manche (1).

Elle peut apparaître à tout moment de l'année : SMAYDA (1957) la trouve lors d'un bloom en février à Narragansett Bay, LAFON and al (1955) en avril en mer d'Irlande et en mars en baie de Seine. En Manche on la rencontre :

- à Roscoff en 1966 : abondante en hiver (9)
- à Flamanville en 1976 : de juillet à octobre, mais présente toute l'année ; apparait comme une espèce estivale avec les *Chaetoceros* et *Rhizosolenia delicatula*, ERARD *in* (2)
- à Flamanville en 1977 : présente toute l'année, plus fréquente en automne, ERARD *in* (3)
- à Penly en 1979 : présente en juillet, sous-forme de poussée estivale, RYCKAERT *in* (4)

III. ECOLOGIE

Espèce néritique, monacmique, ayant généralement un maximum au printemps. Elle peut être diacmique et avoir un autre maximum en automne (1). En baie de Seine LAFON, DURCHON, etc. (1955) ont supposé qu'elle avait été apportée des régions boréales par les courants.

1) Température et salinité

Selon SMAYDA (1958), c'est une espèce qui peut tolérer des salinités de 7 à 15 ‰. LAFON and al (1955) pensaient également que *Thalassiosira gravida* était une espèce qui pouvait se multiplier abondamment en milieu saumâtre.

Selon BRUNEL (1970) ses optimums de salinité et de température sont respectivement 31,8 ‰ et 4,2°C.

2) Eléments nutritifs

Les besoins nutritifs ont pu être mis en évidence en chemostats (10).

Morphologie	Sans limitation de sels	Limitation en (Si)	Limitation en (NH ₄)
Nbre de cellules par chaînes	> 4	< 4	> 4
Diamètre	>axe pervalvaire	<axe pervalvaire	> ou <
Vacvole	-	plus petite	plus grande
Funicule	-	plus court et fin	-
Chromatophores	-	plus nombreux	-
Frustule	-	Irrégulière et bosselée	irrégulière et bosselée

Quelques données écologiques au moment de l'apparition de *T. gravida*

	Température	Salinité ‰	Chloro. a µg/l	NO ₃ /l µatg/l	PO ₄ µatg/l	Si(O ₄) ₄ µatg/l
Flamanville (1977) (2)	16,4 -17	35	0,8 -1	1 -3,5	0,4 - 0,7	1,4 - 2,5
Penly (1980) (4)	15,3 -15,4	33,03-33,28	3,8 -9,7	0,30-1,10	0,06-0,47	0,9 - 3,8
Ouest-Irlande 1973 (7)	6,6 -11,6	33,35-34,89				

3) Relations entre espèces (15)

Les compétitions avec d'autres espèces telles que *Skeletonema costatum* et *Chaetoceros septentrionalis* ont été étudiées en chemostats : *Thalassiosira gravida* n'a pas la même aptitude à utiliser l'ammonium limitant que ces deux espèces. *Thalassiosira gravida* est plus sensible à une diminution de lumière et de température.

4) Flottabilité (18)

Thalassiosira gravida se range dans les colonies de type à funicule gélatineux pour lesquelles une augmentation de la taille de la colonie provoque une augmentation du taux de chute.

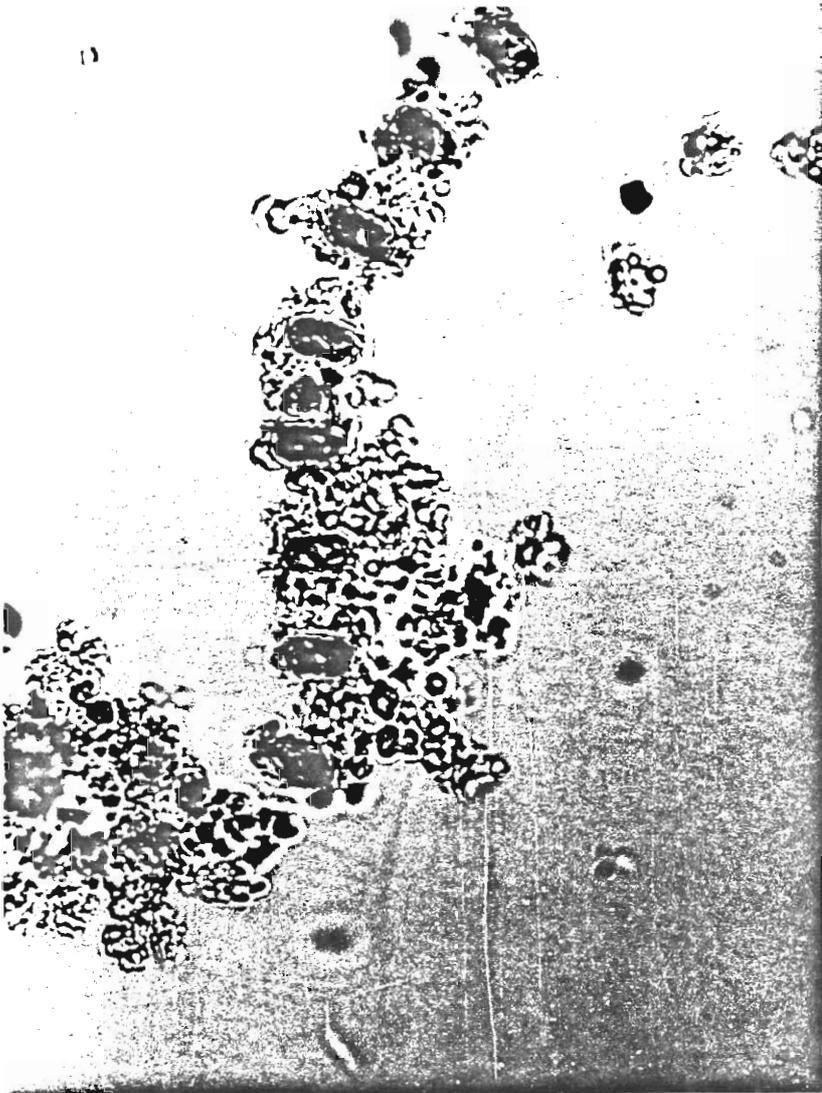
Ce taux a été calculé en conditions expérimentales.

Conditions du milieu	Etat des cellules	S/V	Taux de chute m/j
t° = 15°C Si = 31,7 %	en voie de senescence	0,23 - 0,30	0,53 - 0,70

BIBLIOGRAPHIE

1. BRUNEL, J. (1970) - 2. CNEXO UL, FLAMANVILLE (1977) - 3. CNEXO ELGMM, FLAMANVILLE (1979) - 4. CNEXO ELGMM, PENLY (1980) - 5. CNEXO ELGMM, PENLY (1983) - 6. CUPP, E.E. (1943) - 7. DOOLEY, M. (1973) - 8. DREBES, G. (1974) - 9. GRALL, J.R. (1972) - 10. HARRISON, P.J. and CONWAY, H.L. (1977) - 11. HASLE, G.R. (1976) - 12. HENDEY, I (1964) - 13. LAFON, M., DURCHON, M., SAUDRAY, Y. (1955) - 14. LEBOUR, M. (1930) - 15. MICKELSON, M.J., MASKE, H., DUGDALE, R.C. (1979) - 16. SMAYDA, T.J. (1957) - 17. SMAYDA, T.J. (1958) - 18. SMAYDA, T.J. (1971).

THALASSIOSIRA LEVANDERI



PENLY, 1979 (820X)
in CNEOXO/EDF



in DREBES, 1974 (340X)

THALASSIOSIRA LEVANDERI GOOR

Classe : *Bacillariophyceae*
 Ordre : *Centricae*
 Famille : *Thalassiosiraceae*

I. MORPHOLOGIE

Cellules très petites et de même diamètre, réunies par un filament muqueux très fin. Structure valvaire très distincte comme celle de *Thalassiosira decipiens*, mais très difficilement visible au microscope ordinaire (1).

Dimensions

Le diamètre varie de 8 à 13 μm selon DREBES (1974) ; de 5 à 15 μm selon RYCKAERT *in* (9).

II. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET VARIATIONS SAISONNIERES

Rencontrée en Manche, près de Hambourg dans les eaux turbides de l'Elbe, dans la baie du Port d'Helsinki et près d'Helgoland (1). En Manche et Atlantique, elle apparaît surtout au printemps, parfois abondamment :

- à Flamanville en 1977 et 1978 : en mars et avril assez abondante ERARD *in* (3) (On lui impute l'augmentation de de chlorophylle en mars). Accompagnée de *Thalassionema nitzschoides*.
- à Englesqueville en 1979 ERARD *in* (2) en février-mars. Accompagnée de *Navicula sp.*, *Thalassionema nitzschoides* et *Nitzschia closterium*

- à Gravelines en 1977 : de février à mars avec *Thalassiosira*
BOUCARD in (6) sp.
- à Gravelines en 1978 et :
1979 BOUGARD et GROSSEL in (7) petite poussée printanière.
- à Penly en 1979 RYCKAERT : de mars à mai - abondante
in (8)
- à Plogoff en 1979 RYCKAERT : en mars accompagnée de
in (9) *Thalassiosira* sp.
- à Paluel en 1975 RYCKAERT : en novembre et décembre accompa-
in (4) gnée de *Thalassiosira rotula*
- à Paluel en 1978 BOUGARD et : fin avril et octobre avec
GROSSEL in (5) *Paralia sulcata*

III. ECOLOGIE

Cette espèce semble préférer le milieu benthique, car elle est souvent recouverte de boues et agrégats divers (1).

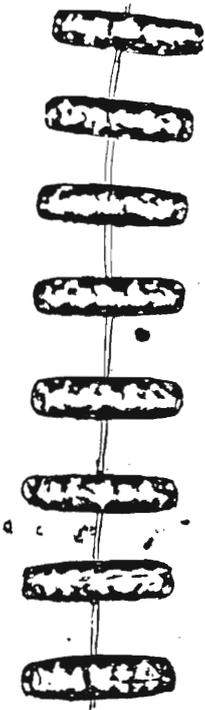
Quelques données écologiques au moment de l'apparition de *Thalassiosira levanderi*

	Température °C	Salinité ‰	O2 %	Chl. a µg/l	NO3 µg/l	PO4 µg/l	Si (OH)4 µg/l
Flamanville en 1977-78 (3)	7,3	33,6	98	0,8	-	-	-
	8,3	34,1	104	0,9			
Englesqueville en 1979 (2)	5	32,3	99	1	11	1,8	6,1
	6	33,4		1,2	20,8	3,5	10,2
Penly en 1979 (8)	5	32,4	99	1,2	9,5		1,5
	8,5	33,5	107	22,5	20		8,4
Plogoff en 1979 (9)	7,8	33,6	98	0,8			
	8,3	34,1	104	0,9	-	-	-
Paluel en 1975 (4)	9,7	32,2	95	2,7	18,6	1,7	12,2
	12,1	32,9	98	2,9	23,5	2	13,3

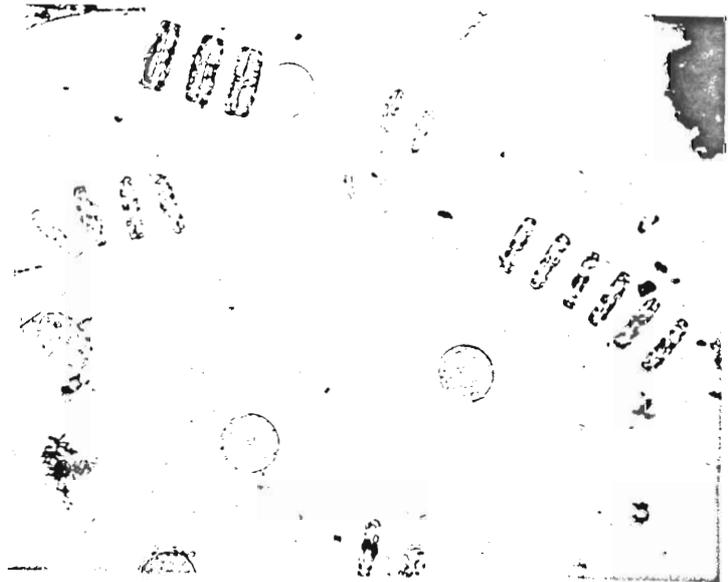
BIBLIOGRAPHIE

1. DREBES, G. (1974) - 2. CNEOXO ELGMM Englesqueville (1980) -
3. CNEOXO ELGMM Flamanville (1979) - 4. CNEOXO UL Paluel (1976 -
5. CNEOXO ELGMM Paluel (1979) - 6. CNEOXO UL Gravelines (1977) -
7. CNEOXO ELGMM Gravelines (1981) - 8. CNEOXO ELGMM Penly (1980) -
9. CNEOXO ELGMM Plogoff (1981).

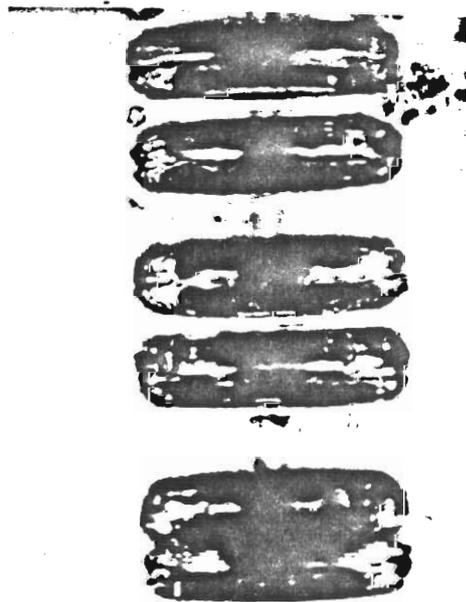
THALASSIORIRA ROTULA



in DREBES,1974
(340X)



PALUEL,1975 (175X)
in CNEOX/EDF



PENLY,1979 (600X)
in CNEOX/EDF



in LEBOUR,1930

THALASSIOSIRA ROTULA MEUNIER

Classe : *Bacillariophyceae*

Ordre : *Centricae*

Famille : *Thalassiosiraceae*

I. MORPHOLOGIE (9) (13) (15)

Cellules en forme de disque, unies en chaînes rigides ou légèrement incurvées par un funicule très épais et gélatineux. Les valves sont plates, légèrement arrondies sur les bords, rectangulaires en vue cingulaire (on trouve une bande intercalaire par valve). La distance intervalvaire équivaut à la distance pervalvaire. Les chromatophores, petits et nombreux, sont disposés sur les bords. Mode de groupement en masses gélatineuses, comme *Thalassiosira gravida*.

Dimensions

Le diamètre varie de 20 à 61 μm .

Pour exemples	Diamètre en μm
Mer du Nord, LEBOUR, 1930	35
DREBES, 1974	30 - 61
Manche anglaise HENDEY, 1964	32 - 36
Manche française RYCKAERT, (1980) <i>in</i> (7)	20 - 58
ERARD, 1979, <i>in</i> (6)	24 - 61
Ria de Vigo MARGALEFF, 1953	32 - 47
Côte Ouest d'Amérique du Nord CUPP, 1943	30 - 61

III. ÉCOLOGIE

Espèce néritique, souvent confondue avec *Thalassiosira gravida*. Selon HASLE (1976) se retrouverait dans certains up-wellings ; selon SMAYDA (1970) aimerait des eaux turbides riches en phosphates telles que les mangroves. Elle est exigeante en nitrates et silicates, selon RYCKAERT (1976) *in* (2).

1) Quelques données écologiques au moment de l'apparition de *Thalassiosira rotula*

	Température °C	Salinité ‰	Chl a µg/l	NO2 µg/l	NO3 µg/l	PO4 µg/l	Si (OH)4 µg/l
Ouest Irlande (1973) (10)	6,6 - 8,1	33,65					
Manche, Paluel (1976) (2)	12 - 13		1,03 - 5,8	0,04 - 0,87	0,20 - 1,83	0,17 - 3,16	1,1 - 5,6
Manche, Paluel (1978) (3)	7,26	32,76					
Manche, Flamanville (1979) (6)	10	34,77					
Manche, Englesqueville (1980) (8)	8	33,35	1 - 2,5	0,25	26 - 14	1	12
Narragansett, Bay (1957)(18)	17						

2) Influence de la température, de la lumière et de la salinité

a) Culture de *Thalassiosira rotula* dans des conditions semi-naturelles, visant à recréer les conditions de printemps (1) :

La division cellulaire a pu être observée :

- elle est périodique, son rythme est journalier,
- après six divisions, il y a réduction de l'axe perivalvaire et des longueurs moyennes des chaînes,
- elle est synchrone pour la majeure partie des cellules.

Quand la concentration de cellules devient importante (10^5 cellules/litre) les bactéries autotrophes ne se multiplient plus pendant la phase exponentielle et retrouvent un léger regain juste avant la phase stationnaire : il est possible que les diatomées libèrent des substances inhibitrices pendant ces deux phases.

b) Influence conjuguée de la température et de l'intensité lumineuse (16) :

- une température élevée (22°C) et une intensité lumineuse à saturation provoquent des chaînes courtes,
- une faible intensité lumineuse induit de longues chaînes,
- l'augmentation de l'intensité lumineuse, augmente le taux de chute cellulaire.

Thalassiosira rotula préfère les faibles intensités lumineuses avec un optimum pour les valeurs comprises entre 1000 et 3000 lux.

c) Influence de la salinité (17)

- avec une augmentation de l'intensité lumineuse et une diminution de la température, les cellules croissent pour des salinités comprises entre 20 et 32‰,

- l'optimum de division cellulaire est situé entre 24 et 28 ‰.

D'après ces résultats, SCHÖNE a conclu que dans la mer, l'optimum de croissance serait possible avec une température de 14°C, une intensité lumineuse comprise entre 2000 et 3000 lux et une salinité comprise entre 20 et 33 ‰.

Croissance bonne entre 34 et 38 ‰.

Croissance nulle avec $S < 20$ ‰.

L'effet de variations de salinité est plus important sur la croissance finale de la cellule que sur la division.

3) Flottabilité et taux de chute (conditions expérimentales) (20)(21)

Quand les cellules deviennent âgées, divers changements s'opèrent :

- Changements physiologiques dans la composition des pigments, pouvant expliquer le taux de chute plus important,

- Elongation de l'axe perivalvaire : S/V diminue très légèrement,

- Division incomplète,

- Prédominance de cellules solitaires conservant un funicule muqueux : celles qui restent liées voient leur funicule se raccourcir considérablement.

Conditions du milieu	Etat des cellules	S/V	Taux de chute en m/jour
$t^{\circ} = 15^{\circ}\text{C}$	En voie de senescence	0,23	0,39
$S = 32$ ‰		0,29	2,30

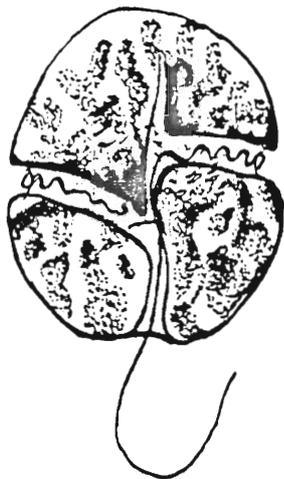
BIBLIOGRAPHIE

1. BROCKMANN, V.H. and al (1977) - 2. CNEXO UL Paluel (1976) - 3. CNEXO UL Paluel (1978) - 4. CNEXO ELGMM Paluel (1981) - 5. CNEXO ELGMM Gravelines (1981) - 6. CNEXO ELGMM Flamanville (1979) - 7. CNEXO ELGMM

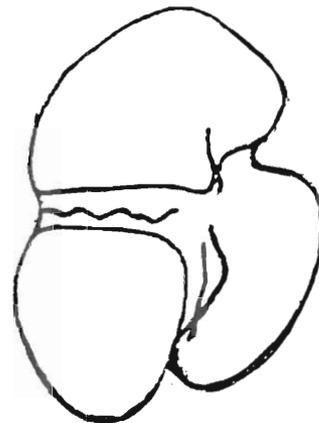
Penly (1980) - 8. CNEXO ELCMM Englesqueville (1980) - 9. CUPP, E.E. (1943) - 10. DOOLEY, M. (1973) - 11. DREBES, G. (1974) - 12. HASLE, G.R. (1976) - 13. HENDEY, I. (1964) - 14. LEBOUR, M.V. (1930) - 15. MARGALEF, R. (1953) - 16. SCHÖNE, K. (1972) - 17. SCHÖNE, K. (1974) - 18. SMAYDA, T.J. (1957) - 19. SMAYDA, T.J. (1970) - 20. SMAYDA, T.J. (1971) - 21. SMAYDA, T.J. and BOLEYN, B.J. (1965).

D I N O F L A G E L L E S

GYRODINIUM AUREOLUM



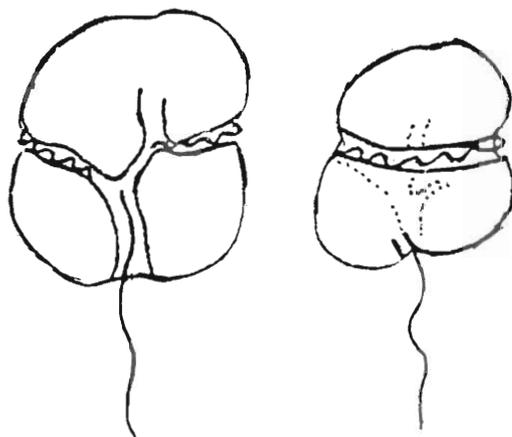
in HULBURT, 1957



in GRALL, 1977



in DREBES, 1974 (790X)



in BALLANTINE, 1973

GYRODINIUM AUREOLUM HULBURT

Classe : *Dinophyceae*
 Ordre : *Peridiniales*
 Famille : *Gymnodiniaceae*

I. MORPHOLOGIE (3) (9)

Cellule ronde comprimée dorso-ventralement, incisée de profonds sillons.
 Ceinture large, décalée (0,2 fois la longueur du corps) caractéristique de *Gyrodinium aureolum*. Le flagelle longitudinal est égal à 2 fois la longueur du corps.

Nombreux chromatophores bruns-jaunes.

Au départ, elle aurait été confondue avec *Gymnodinium sp.*, HICKEL *in* 3.
 Se détériore vite à l'état frais.

Les dimensions varient de 13,5 µm à 40 µm.

Pour exemples	Axe apical en µm
Côtes de Norvège : Stavanger TANGEN, 1977	13,50 à 24,75
Mer du Nord : Helgoland, DREBES, 1974	24,40 à 40,00
Sud-Irlande, PYBUS, 1980	36,25 au début du bloom 18,75 à la fin du bloom
Nord Pays de Galles, BALLANTINE and al, 1973	26 à 30 au début du bloom 20 à 26 à la fin du bloom bloom
Manche : Roscoff, GRALL J.R., 1976	25 à 30
Atlantique : Plogoff, RYCKAERT,	13,50 à 24,75

II. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE - PERIODE D'APPARITION

Elle est parfois peu abondante, mais, en général, on la trouve en essaims denses responsables d'eaux colorées.

Sa présence dans la thermocline est fréquente.

Près de Stavanger en Norvège, on a observé des couches colorées de 10 cm à quelques mètres, séparées de la surface par une mince couche d'eau claire (14).

Elle apparait généralement l'été, quand la population phyto-planctonique est faible, et que sont terminés les blooms de diatomées (14).

De nombreux blooms ont été observés dans les mers du Nord de l'Europe.

- côte Norvège : automne 1966, BRAARUD HEIMDAL, 1970
- Helgoland : fin été 1968, HICKEL, 1971 *in* (15)
- Nord Pays de Galles : octobre 1971, BALLANTINE and SMITH, 1973
- Est mer d'Irlande : automne 1971, HELM, HEPPER and al, 1974
- front Manche Ouest : été 1975, PINGREE and al, 1975 *in* 14
- front Manche Ouest : été 1976, PINGREE and al., 1977
- Manche Ouest : août 1976, HOLLIGAN, 1977, JR GRALL, 1976
- Stavanger (Norvège) : automne 1977, TANGEN, 1977
- Finistère, Manche Ouest, Morgat, Douarnenez : fin juillet-août 1978, LEFEVRE, 1979, ISTPM, 1978, WIDDOWS, 1979
- Plymouth : août-septembre 1978, WIDDOWS, 1979
- Sud-Irlande : août-septembre 1978, PYBUS, 1980

Ces blooms sont apparus avec des températures comprises entre 8,5°C et 18°C, et des salinités entre 25 et 35 ‰. (14).

III. BLOOM

1) Origine du bloom

Elle n'est pas connue, cependant COOPER (1960) *in* 13, suggère le rôle des upwellings arrivant par vents d'Ouest continus comme facteur d'enrichissement pour le développement intensif de l'espèce.

Deux schémas sont proposés :

- *Gyrodinium aureolum* est apporté par l'upwelling venant du large et se retrouve dans la thermocline,
- *Gyrodinium aureolum* pré-existe à la côte et se développe dans la thermocline établie (13).

L'importance des fronts thermiques est également soulignée, *Gyrodinium aureolum* s'accumulant de préférence le long de discontinuités thermiques au sein de masses d'eaux (10)(7)(12)(8).

La pollution peut également jouer un rôle : les déchets urbains arrivant en surface dans de fjord d'Oslo sont décisifs pour l'explosion de blooms (14). Le fer aurait un rôle dans l'apparition et le maintien d'eaux rouges selon ENGLE (1965) *in* (4).

Ensuite, divers facteurs tels que : apports d'eaux dessalées, apports d'éléments nutritifs (7), stabilisation climatique et hausse des températures doivent jouer un rôle essentiel dans l'explosion du bloom.

De fait, on explique mieux les blooms survenant après le printemps, époque de grande marée, mais aussi époque d'insolation suffisante et d'établissement éventuel d'un gradient thermique (cas d'une stabilisation climatique avec une eau superficielle mélangée et une stratification sous-jacente des eaux (15)).

2) Aspect d'un bloom

Couleur de l'eau et densité de population : un bloom de *Gyrodinium aureolum* se manifeste par la présence d'eaux rouges, en nappes à la surface de l'eau. La couleur est généralement fonction de la concentration cellulaire (14). :

- rouge brun $10^6 - 10^7$ cellules/l
- brun 10^7 cellules/l
- brun café $10^7 - 10^8$ cellules/l

Hydrologie - Ecophysiologie : au moment de la phase exponentielle de croissance, la chlorophylle atteint généralement des valeurs très élevées en surface : de 20 à 150 mg/m³, quelquefois plus (14). Un faible rapport N/P, trouvé à la surface en Manche, suggère que l'azote est limitant pour les dinoflagellés (12). Les silicates ne le sont pas (12).

La distribution verticale des phosphates inorganiques et organiques est la même : ils viendraient de la couche froide et profonde (12).

L'oxygène dissous est en général très élevé en surface : en Manche Ouest on a trouvé des valeurs supérieures à 170 %, à 5 m (7).

Quelques valeurs physico-chimiques sur la côte Sud de l'Irlande (13)

(30 août 1978 - en surface)

- nitrates	:	0,27	gat/l
- nitrites	:	0,08	gat/l
- phosphates	:	0,20	gat/l
- silicates	:	2,05	gat/l
- t°	:	13,3 à 16,9	°C
- S	:	33,1 à 34	%
- O ₂	:	143,44	%
- chl.a	:	23	mg/m ³ en surface

Relations entre espèces

On peut rencontrer *Gyrodinium aureolum* associé au dinoflagellé *Noctiluca scintillans* et au copépode *Alocera patersoni* (12). On a également remarqué l'absence fréquente de *Skeletonema costatum* et *Prorocentrum micans*, espèces ayant pourtant les mêmes exigences physico-chimiques (14).

Selon HOLLIGAN and HARBOUR (1977), les deux espèces *Rhizosolenia delicatula* et *Rhizosolenia stolterphii* semblent capables de vivre dans des conditions favorables aux dinoflagellés : thermocline (à 15 m quelquefois), intensité lumineuse faible.

3) Effets toxiques

Les blooms de *Gyrodinium aureolum* ont été associés à la mortalité de nombreux organismes :

- . truites sur les côtes de Norvège en 1966 (2),
- . saumons, truite et morues, gobies, invertébrés sur les côtes de Norvège en 1977 (14),
- . *Mytilus edulis* en baie de Plymouth en 1978 (16),
- . *Arenicola marina*, *Echinocardium cordatum* crevettes brunes, poisson sur la côte Est de l'Irlande en 1971 (6),
- . poissons, *Arenicola marina* et moules de gisement en baie de Douarnenez en 1978 (11).

Plusieurs hypothèses sur ces mortalités ont été émises : la production d'une toxine au moment de la décomposition cellulaire en fin de bloom (la P.S.P. toxine, paralytic shellfish poison, n'a jamais été répertoriée), ou encore une anoxie, résultat de la consommation intense d'oxygène au moment de la décomposition des organismes (6).

4) Déclin du bloom

Il est favorisé par un épuisement d'éléments nutritifs, et/ou par un grazing important, ou encore (8) par diffusion lors de mélange des eaux par tempête. Le rôle d'*Artemia*, prédateur actif de *Gyrodinium aureolum* n'est pas sans importance (6). Au moment du déclin on observe une chute d'oxygène atteignant une concentration inférieure à la normale. Ceci est probablement dû à la destruction de *Gyrodinium aureolum* par des bactéries aérobies et à la prolifération de petits flagellés utilisant les produits catabolisés par *Gyrodinium aureolum*.

5) Culture

Le milieu le plus favorable à la culture de *Gyrodinium aureolum* semble être l'eau de mer vieillie (t° : 17°C, S : 22-34 ‰) (2).

BIBLIOGRAPHIE

1. BALLANTINE, D. and SMITH, F.M. (1973) - 2. BRAARUD, T. and HEIMDAL, B.R. (1970) - 3. DREBES, G. (1974) - 4. GLOVER, H.E. (1978) - 5. GRALL, J.R. (1976) - 6. HELM, M.M. and al (1974) - 7. HOLLIGAN, P.M. and al (1977) - 8. HOLLIGAN, P.M. (1979) - 9. HULBURT, E.M. (1957) - 10. LASSUS, P. (1979) - 11. LE FEVRE, J. (1979) - 12. PINGREE, R.D., HOLLIGAN, P.M., HEAD, R.N. (1977) - 13. PYBUS, C. (1980) - 14. TANGEN, K. (1977) - 15. TANGEN, K. et al (1979) - 16. WIDDOWS, J. and al (1979).

B I B L I O G R A P H I E



- AUBERT M., CHARRA R., 1968, Etude des effets de pollutions chimiques sur le phytoplancton. *Rev. int. d'Océan. médicale*, vol. 10 : pp. 81-91.
- AUBERT M., DANIEL S., 1968, Eaux résiduaire et plancton. *Rev. intern. d'Océan. médicale*, tome 10 : pp. 93-109.
- AUBERT M., PESANDO D., GAUTHIER M., 1973, Danger des pollutions vis à vis des mécanismes biochimiques conditionnant les relation inter-espèces. *Arch. Oceanogr. Limno*, 18 suppl. : pp. 95-102.
- AUBERT M., GAUTHIER M., PESANDO D., 1975, Effets des pollutions chimiques vis à vis de télémédiateurs intervenant dans l'écologie microbiologique et planctonique en milieu marin. *Rev. int. Océan, med.* n° 37-38.
- AVARIA-PLACIER S., 1965, Diatomeas y silicoflagelados de la Bahía de Valparaíso. *Revista de Biología marina*, Vol. XII, n° 1-2-3.
- BALLANTINE D., SMITH F.M., 1973, Observations on blooms of the Dinoflagellate *Gyrodinium aureolum* (Hulburt) in the river Conery and its occurrence along the North Wales Coast. *Br. phycol. J.* (8) : pp. 233-238.
- BEKLEMISHEV C.W., 1959, Sur la colonialité des diatomées planctoniques. *Internationale Revue der Gesanter, Hydrobiologie*, Tome 44.
- BENON B., BOURGADE B., KANTIN R., 1977, Impact de la pollution sur les écosystèmes méditerranéens côtiers. Aspects planctoniques, centrale Martigues -Pontheau. *Thèse 3ème cycle, Marseille-Luminy*.
- BERLAND B.R. et al, 1977, Action de métaux lourds à des doses subcétales sur les caractéristiques de la croissance chez la diatomée *Skeletonema costatum*. *Marine Biology*, 42 : pp. 17-30.
- BLANC F., LEVEAU M., 1970, Eco-physiologie des populations phytoplanctoniques dans des milieux eutrophiques. *Tethys 2* (2) : pp. 321-328.
- BONIN D., 1976, Rôle écologique des substances inhibitrices de la croissance dans le milieu marin. *Océanis*, Vol. 2, fasc. 7 : pp. 284-307.
- BRAARUD T., HEIMDAL B.R., 1970, Brown water on the Norwegian coast in Autumn 1966. *Nytt magasin for botanikk*, tome 17 (2).
- BRANDT K., APSTEIN C., 1908, Nordisches plankton. T. XVIII-XXII phytoplankton. *Kiel und Leipzig verlog von Lipsius und Tischer*.
- BRIAND F.J.P., 1976, Seasonal variations and associations of Southern California nearshore phytoplankton. *J. ecol.* 64 : pp. 821-835.
- BROCKMANN V.H., EBERLEIN K., HENTZSCHEL G., SCHONE H.K. and co, 1977, Parallel plantic tank experiments with cultures of marine diatoms. *Helgoländer wiss. Meeresunters* 30 : pp. 201-216.
- BROWN T.E., RICHARDSON F.L., 1968, The effect of growth environment of the physiology of algae : light intensity. *J. phycology* 4 : pp. 38-54.

- BRUNEL J., 1970, Le phytoplancton de la baie des Chaleurs. *Contributions du Ministère de la Chasse et des Pêches*, n° 91.
- CASTELLVI J., 1971, Contribucion a la biologia de *Skeletonema costatum*. *Investigation Pesqueta* 35 (2) : pp. 365-520.
- CNEXO-UL (pour EDF), 1976, Etude écologique sur le site de Gravelines. II. Le domaine pélagique. *Rapport final (1er cycle)* : pp. 9-104.
- CNEXO-UL (pour EDF), 1976, Etude écologique sur le site de Paluel. II. Le domaine pélagique. *Rapport final (1er cycle)* : pp. 17-90.
- CNEXO-UL (pour EDF), 1977, Etude écologique sur le site de Flamanville. II. Le Domaine pélagique. *1er cycle* : pp. 65-87.
- CNEXO-UL (pour EDF), 1977, Etude écologique sur le site de Gravelines. *Rapport final, 2ème cycle*.
- CNEXO-ELGMM (pour EDF), Etude écologique sur le site de Flamanville. IV. Le phytoplancton - production primaire. *Rapport final* : pp. 53-114.
- CNEXO-UL (pour EDF), 1978, Etude écologique sur le site de Paluel. II. Le domaine pélagique. *Rapport final 2ème cycle* : pp. 59-97.
- CNEXO-ELGMM (pour EDF), 1979, Etude de surveillance écologique sur le site de Paluel. *Rapport final 1ère année*.
- CNEXO-ELGMM (pour EDF), 1980, Etude écologique sur le site d'Englesqueville. III. Le phytoplancton. *Complément d'avant-projet* : 11-19.
- CNEXO-ELGMM (pour EDF), 1980, Etude écologique de projet sur le site de Penly, IV. Le phytoplancton, *1er cycle* : pp. 37-59.
- CNEXO-ELGMM (pour EDF), 1981, Etude de surveillance écologique sur le site de Gravelines. *Rapport final 1er cycle* : pp. 21-46.
- CNEXO-ELGMM (pour EDF), 1981, Etude de surveillance écologique sur le site de Paluel. *Etude de suivi 2ème année*.
- CNEXO-ELGMM (pour EDF), 1981, Etude écologique de projet sur le site de Plogoff. Phytoplancton. *Rapport 1er cycle*.
- CNEXO-ELGMM (pour EDF), 1983, Etude écologique de projet sur le site de Penly. Phytoplancton. *Rapport 2ème cycle*.
- CNEXO-ELGMM (pour EDF), ss-presse, Etude de surveillance écologique sur le site de Gravelines. *Rapport 2ème cycle*.
- CONOVER S.M., 1956, Oceanography of Long Island Sound, 1952-1954. IV. Phytoplankton. *Bull. Bingham Ocean. Coll* XV : pp. 62-112.
- CUPP E.E., 1943, Marine plankton diatoms of the West Coast of North America. *Bull. Scripps. Inst. Ocean. University of California*, vol. 5, n° 1 : pp. 1-238.

- CURL H., 1959, The phytoplankton of Apalachee Bay and the Northeastern Gulf of Mexico. *Publications of the Institute of Marine Science University of Texas*, tome 6.
- CURL H., MC LEOD G.C., 1961, The physiological ecology of a marine diatom *Skeletonema costatum* (Grev) Cleve. *Journal of Marine Research* 19 : pp. 70-88.
- DOOLEY M., 1973, Preliminary investigation on phytoplankton from the West Coast of Ireland. *Br. phycology* 8 : pp. 79-94.
- DREBES G., 1974, Marines phytoplankton. Ed. Georg Thieme Verlag Stuttgart.
- DUTTON H.J., MANNING W.M., 1941, Evidence for carotenoid sensitized photosynthesis in the diatom *Nitzschia closterium*. *American journal of botany* 28 : pp. 516-526.
- EPPLEY R.W., 1972, Temperature and phytoplankton in the sea. *Fishery Bulletin* 70 (4) : 1063-1087.
- EPPLEY R.W., 1977, The growth and culture of diatoms. *Biology of diatoms ed. : Dietneck Werner* : pp. 24-64.
- FALKOWSKI P.G., 1977, The adenylate energy charge in marine phytoplankton : the effect of temperature on the physiological state of *Skeletonema costatum*. *J. of exp. marine biol. ecol.* 27 (1) : 23-37.
- FEDEROV V.D., KUSTENKO N.G., 1972, Competition between planktonic diatoms in monoculture and mixed culture. *Oceanology* 12 (1) : pp. 91-99.
- FENCHEL T., 1968, On "red water" in the Isselfjord (inner danish waters) caused by the ciliate mesodinium rubrum. *Ophelia* 5 : pp. 245-253.
- FIALA M., 1976, Les vitamines en mer - leur action sur le phytoplancton. *Oceania* 2 (7) : pp. 270-283.
- FINENKO Z.Z., 1979, Les caractères généraux de la croissance et de la photosynthèse des algues. Colloque franco-sociétique, St. Mar. Endoume 9-12 janv. 1979. *Publ. CNEEXO (Actes des Colloques n° 10)* : pp. 37-46.
- FREESE L.R., 1952, Marine diatoms of the Rockport, Texas, Bay area. *The Texas Journal of Science*, n° 4 : pp. 331-386.
- GLOVER H.E., 1978, Iron in Maine coastal waters : seasonal variation and its apparent correlation with a dinoflagellate bloom. *Limnology and Oceanography* 23 (3) : pp. 534-537.
- GRALL J.R., 1972, a) Recherches quantitatives sur la production primaire du phytoplancton dans les parages de Roscoff.
- GRALL J.R., 1972, b) Développement printanier de la diatomée *Rhizosolenia delicatula* près de Roscoff. *Marine Biologie* 16 : pp. 41-48.
- GRALL J.R., 1976, Sur une "eau colorée" à *Gyrodinium aureolum* (Hulburt) observée en Manche. *Trav. Stat. Biol. Roscoff XXIII* : pp. 19-22.

- HARRISSON P.J., CONWAY H.L., 1977, Marine diatoms grown in chemistats under silicate or ammonium limitation. III. Cellular chemical composition and morphology of *Chaetoceros debilis*, *Skeletonema costatum* and *Thalassiosira gravida*. *Mar. Biol.* 43 : pp. 19-31.
- HARRISSON P.J., CONWAY H.L., 1977, Marine diatoms grown in chemostats under silicate or ammonium limitation. IV. Transient response of *Chaetoceros debilis*, *Skeletonema costatum* and *Thalassiosira gravida* to a single addition of the limiting nutrient. *Marine biology* 43 : pp. 33-43.
- HASLE R.C., 1972, The distribution of *Nitzschia seriata* (Cleve) and allied species. *Nova Hedwigia*, tome 39.
- HASLE G.R., 1976, The biogeography of some marine planktonic diatoms. *Deep sea research* 23 : pp. 319-338.
- HELLEBUST J.A., 1965, Excretion of some organic compound by marine phytoplankton. *Limn. Ocean* 10 : pp. 192-207.
- HELM M.M., HEPPER B.T., SPENCER B.E., WALNE P.R., 1974, Lugworm mortalities and a bloom of *Gyrodinium aureolum* (Hulburt) in the Eastern Irish sea, autumn 1971. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 54 : pp. 857-869.
- HENDEY I., 1964, An introductory account of the smaller algae of British coastal water. Part V : *Bacillariophyceae*. *Inistry agriculture fisheries and food. Fishery investigation, serv.*
- HIRAYAMA K., HIRANO R., 1970, Influences of temperature and chlorine on phytoplankton. *Marine biology*, vol. 7, n° 3 : pp. 207-213.
- HULBURT E.M., 1957, The taxonomy of unarmored dinophyceae of shallow embayments on Cape Cod, Massachusetts. *Biological bulletin of marine biology. Lab. Woods Hole* T. 112.
- HOLLIGAN P.M., 1979, Dinoflagellate blooms associated with tidal fronts around the British Isles. *In : Toxic dinoflagellate blooms. Cd : BENNES L., TAYLOR F., SELIGER H. : ;pp. 249-256.*
- HOLLIGAN P.M., HARBOUR D.S., 1977, The vertical distribution and succession of phytoplankton in the western English Channel in 1975 and 1976. *J. mar. Biol. Ass. U.K.*, 57 : pp. 1075-1093.
- IGNATIADES L., FOGG G.E., 1973, Studies on the factors affecting the release of organic matter by *Skeletonema costatum* in culture. *Journal of marine biological Ass. U.K.* 53 (4) : pp. 942-954.
- IGNATIADES L., 1973, Studies on the factors affecting the release of organic matter by *Skeletonema costatum* in field conditions. *J. mar. biol. assoc. UK* 53 (4) : pp. 915-923.
- IWASAKI H., 1979, The physiological characteristics of neritic red-tide flagellates. *ELSEVIER/North - Holland, TAYLOR/SELIGER eds. Developments in Marine Biology vol. I. Toxic dinoflagellate blooms : pp. 95-100.*
- JØRGENSEN E.G., 1967, The adaptation of plankton algae. Aspects of the temperature adaptation of *Skeletonema costatum*. *Physiologia plantarum* 21 : pp. 423-427.

- KAIN J.M. and FOGG G.E., 1958, Studies on the growth of marine phytoplankton *Asterionella japonica* (Gran). *J. mar. biol. ass. U.K.* 37 : pp. 397-413.
- KETCHUM B.H., 1954, Mineral nutrition of phytoplankton. *Ann. Rev. Pl. Physiol.* 5 : pp. 55-74.
- KOGURE K., SIMIDU U., JAGA N., 1979, Effect of *Skeletonema costatum* on the growth of marine bacteria. *J. of exp. mar. biol. and ecology*, 36 (3) : pp. 201-215.
- KORMANN P., 1955, Beobachtungen on Phaeocystis kulturen. *Helgsländ Wissens Meeresunters* 5 : pp. 218-233.
- LAFON M., DURCHON M., SAUDRAY Y., 1955, Recherches sur les cycles saisonniers du plancton. *Annales Inst. Ocean. Monaco* 31 : pp. 125-230.
- LASSUS P., 1979, Catalogue descriptif des principaux organismes responsables d'eaux rouges. *ISTPM Nantes*.
- LASSUS P., 1979, Intoxications par les coquillages : les signes d'alarme (*Le Généraliste* 193) : pp. 12-17.
- LEBOUR M.V., 1930, The planktonic diatoms of Northern sea. *Otto Koeltz Science publishers*.
- LE FEVRE J., 1979, On the hypothesis of a relationship between dinoflagellate blooms and the Amoco Cadiz oil spill. *J. mar. Biol. Ass. U.K.* 59(2) : pp. 525-527.
- LE ROUX S., 1975, Influence de deux algues unicellulaires : *Skeletonema costatum* et *Cricosphaera aff. carterae* sur la croissance larvaire de *Mytilus* (L) *edulis* en élevage expérimental.
- MADDU W.S., JONES R.F., 1964, Some interactions of temperature, light intensity and nutrient concentration during the continuous culture of *Nitzschia closterium* and *Tetraselmis* sp. *Limnol. and Oceanography* 9 (1).
- MAESTRINI S., 1975, Production primaire et méthodes expérimentales. *Oceanis* 2 (3) : pp. 67-92.
- MARGALEF R., DURAN M., 1953, Microplancton de vigo de octubre de 1951 a septiembre de 1952. *Inst. Biol. Apl.*, tomo XIII : pp. 5-78.
- MARTIN J.H., 1965, Phytoplankton-zooplankton relationships in Narragansett Bay. *Limn. and Oceanog.* 10 (2) : pp. 185-191.
- MORRIS I. and GLOVER H.E., 1974, Questions on the mechanism of temperature adaptation in marine phytoplankton. *Marine biology* 24 : pp. 147-154.
- MICKELSON M.J., MASKE H., DUGDALE R.C., 1979, Nutrients determined dominance in multispecies chemostat cultures of diatoms. *Limnology and Oceanography* 24 (2) pp. 298-315.
- MIGITA S., 1967, Sexual reproduction of centric diatom *Skeletonema costatum*. *Bull. of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, vol. 33, n° 5, 1967.

- MOREL M.L., RUETER J.G., MOREL M.M., 1978, Copper toxicity to *Skeletonema costatum*. *Journal of phycology* 14 : pp. 43-48.
- ORCUT D.M., PATTERSON G.W., 1974, Effect of light intensity upon lipid composition of *Nitzschia closterium*, pp. 9-12.
- PAASCHE E., 1973, Silicon and the ecology of marine plankton diatoms. II. Silicate uptake kinetics in five diatoms species. *Marine biology* 19 (3) : pp. 262-269.
- PAASCHE E., ØSTERGREN I., 1980, The annual cycle of plankton diatom growth and and silica production in the inner oslofjord. *Limnology and oceanography* 25 (3) : pp. 481-494.
- PINCEMIN J.M., 1972, Besoins en vitamines de trois organismes phytoplanctoniques : *Asterionella japonica*, *Prorocentrum micans*, *Glenodinium monotis*. *Rev. Int. Ocean. Med.* XXVI.
- PINGREE R.D., HOLLIGAN P.M., HEAD R.N., 1977, Survival of dinoflagellate blooms in the Western English Channel. *Nature* 265 : pp. 266-269.
- PRATT, A.M., 1965, The winter spring diatom flowing in Narragansett bay. *Limn and Oceanography* 10 (2) : pp. 173-184.
- PROVASOLI L., 1979, Recent progress on overview (in Toxic Dinoflagellate blooms). Ed. Tayler, D.L./Seliger H. : pp. 1-15.
- PYBUS C., 1980, Observations on a *Gyrodinium aureolum* (Dinophyta) bloom off the South coast of Ireland. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 60 : pp. 661-674.
- RILEY A.G., 1943, Physiological aspects of spring diatom flowerings. *Bulletin of Bingham Oceanographic Collection* VIII (4).
- SCHONE H.K., 1972, Experimentelle untersuchungen zur ökologie der marinen kieselalge *Thalassiosira rotula*. I. Temperature und licht. *Marine Biology* 13 : pp. 284-291.
- SCHONE K., 1974, Experimentelle untersuchungen zur ökologie der marinen kiesel alge *Thalassiosira rotula*. II. Der Einfluß des salzgehaltes *Marine Biology* 27 (4) : pp. 287-299.
- SERRA J.L., LLAMA M.J., CADENAS E., 1978, Nitrate utilization by the diatom *Skeletonema costatum*. I. Kinetics of nitrate uptake. *Plant Physiol.* 62 : pp. 987-990.
- SMAYDA T.J., 1957, Phytoplankton studies in lower Narragansett Bay. *Limn. and Ocean* 2 : pp. 342-359.
- SMAYDA T.J., 1958, Biogeographical studies of marine phytoplankton. *Oikos* 9 : II. : pp. 158-191.
- SMAYDA T.J., 1970, Growth potential bioassay of water masses using diatoms cultures : Phosphorescent Bay (Puerto Rico) and Caribbean waters. *Helgol nder wiss. Meeresunters* 20 : pp. 172-194.

- SMAYDA T.J., 1971, The suspension and sinking of phytoplankton in the sea. *Oceanography marine biology. Annual Revue* 8 : pp. 353-414.
- SMAYDA T.J., 1973, The growth of *Skeletonema costatum* during a winter-spring bloom in Narragansett Bay, Rhode Island. *Norwegian Journal of Botany*, T. 20 : pp. 219-247.
- SMAYDA T.J., BOLEYN B.J., 1965, Experimental observations on the flotations of marine diatoms. I. *Thalassiosira rotula* and *Nitzschia seriata*. *Limnology and Oceanography*, Vol. X (4) : pp. 353-509.
- SMAYDA T.J., BOLEYN B.J., 1966, Experimental observation on the flotation of marine diatoms. II. *Skeletonema costatum* and *Rhizosolenia setigera*. *Limn. and Ocean* 2 (1) : pp. 19-33.
- SUBBA RAO D.V., 1969, *Asterionella japonica* bloom and discoloration off Waltair Bay of Bengal. *Limn. and Ocean.*, vol. 14, n° 4 : pp. 632-634.
- TANGEN K., 1977, Blooms of *Gyrodinium aureolum* in North European waters, accompanied by mortality in marine organisms. *Sarsia* 63 (2) : pp. 123-132
- TANGEN K., 1979, Dinoflagellate blooms in norwegian waters. In : Toxic Dinoflagellate blooms. Ed. L. TAYLOR/H. SELIGER, vol. 1.
- THOMAS W.H., DODSON A.N., 1968, Effects of phosphate concentration on cell division rates and yield of a tropical oceanic diatom. *Biological bulletin*, T. 134, fasc. 1 : pp. 199-208.
- THOMAS W.H., SEIBERT L.R., 1977, Effects of copper on the dominance and the diversity of algae : controlled ecosystem pollution experiment. *Bulletin of Marine Science* 27 (1) : pp. 23-33.
- VU DO Q., HOUSSEMAINE J., 1980, Etude qualitative et quantitative du phyto-plancton de l'estuaire de la Seine. M.E.B.S., M.A.B.N. (SAUM) - *Estuaire de la Seine*, dossier 4, fasc. c) algues.
- WIDDOWS J., MOORE M.N., LOWE D.M., SALKELD P.N., 1979, Some effects of a dinoflagellate bloom (*Gyrodinium aureolum*) on the mussel *Mytilus edulis*. *J. mar. Biol. Ass. U.K.* 59 (2) : pp. 522-524.
- ZOBELL C.E., 1935, The assimilation of ammonium nitrogen by *Nitzschia closterium* and other marine phytoplankton. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 21 (9) : pp. 517-523.