

## Article

---

« Les diatomées de la mer de Goldthwait dans la région de Rivière-du-Loup, Québec »

Guy Lortie

*Géographie physique et Quaternaire*, vol. 37, n° 3, 1983, p. 279-296.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/032523ar>

DOI: 10.7202/032523ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

---

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

---

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : [info@erudit.org](mailto:info@erudit.org)

# LES DIATOMÉES DE LA MER DE GOLDTHWAIT DANS LA RÉGION DE RIVIÈRE-DU-LOUP, QUÉBEC\*

Guy LORTIE, Laboratoire de paléobiogéographie et de palynologie, Département de géographie, université de Montréal, c.p. 6128, succ. «A», Montréal, Québec H3C3J7.

**RÉSUMÉ** Les sédiments de la mer de Goldthwait de la région de Rivière-du-Loup ont livré une flore de diatomées subarctique comprenant 41 genres et 131 taxons. Cette micro-flore fossile se distingue de la flore actuelle par la rareté des espèces dulcicoles planctoniques, par l'abondance des formes polyhalobes méioeuryhalines et par le nombre restreint (32) de taxons communs. Les basses teneurs en valves des dépôts étudiés ( $<1 \times 10^6$  valves par gramme) résultent surtout d'une biomasse médiocre accentuée par une forte sédimentation détritique. Un premier assemblage à *Stephanopyxis turris* var. *intermedia* et *Coscinodiscus* sp. 1 est attribué aux eaux profondes et salées de la phase pléni-marine. Le deuxième assemblage, défini par *Cocconeis scutellum* var. *stauroneiformis*, *C. costata*, *Nitzschia cylindrus* et *Chaetoceros* sp. 1 (soie), indique un milieu littoral et suggère que des conditions régressives moins profondes et moins salées ont pu prévaloir vers 10 500 ans BP. Le dernier assemblage marin à *C. costata*, *Cyclotella caspia* et *C. scutellum* var. *stauroneiformis* correspond à un milieu saumâtre et peu profond qui a pu exister localement durant la phase régressive. Les quelques diatomées tourbicoles relevées dans des sédiments marins suggèrent enfin une installation de la flore continentale dès 10 500 ans BP.

**ABSTRACT** *The Goldthwait Sea diatoms in the Rivière-du-Loup area, Québec.* In the Rivière-du-Loup area, the Goldthwait Sea deposits yielded a subarctic diatom flora including 41 genera and 131 taxa. This fossil microflora differs from the present one by its rare planktonic freshwater species, its frequent polyhalobous meioeuryhaline forms and few common taxa. Constant low valve values (less than  $1 \times 10^6$  valves by gram) are explained mainly by a weak diatom biomass and by a high fine sediment deposition rate. A first *Stephanopyxis turris* var. *intermedia* and *Coscinodiscus* sp. 1 assemblage is attributed to the deep and marine waters of the full-marine phase. The second one is a littoral assemblage defined by *Cocconeis scutellum* var. *stauroneiformis*, *C. costata*, *Nitzschia cylindrus* and *Chaetoceros* sp. 1; it indicates that shallower and less saline regressive conditions prevailed by 10,500 years BP. The last *C. costata*, *Cyclotella caspia* and *C. scutellum* var. *stauroneiformis* assemblage is likely to correspond to a local, very shallow and brackish environment related to the regressive phase. Finally, some bog species observed in dated marine sediments suggest that continental colonization by diatoms occurred by 10,500 years BP.

**ZUSAMMENFASSUNG** *Die Diatomeen des Goldthwait Meeres in der Rivière-du-Loup Gegend, Québec.* In der Rivière-du-Loup Gegend (Québec), bilden die Diatomeen der Ablagerungen im Goldthwait Meer eine subarktische Flora von 131 Taxonen, die in 41 Gattungen eingeteilt sind. Die Diatomproben sind jedoch selten und der geringe Gehalt an Valven überschreitet nie  $1 \times 10^6$  Valven per Gramm. Diese Armut wird verschiedenen Faktoren zugeordnet, unter welchen die hauptsächlich eine mittelmässige Primärproduktion und eine reichliche, feine, detritische Sedimentation sind. Eine Zusammensetzung von *Stephanopyxis turris* var. *intermedia* et *Coscinodiscus* sp. 1 wird den tiefen Meeresgewässern der pleni-marinen Phase zugeordnet. Die Zusammensetzung von *Cocconeis scutellum* var. *stauroneiformis*, *C. costata*, *Nitzschia cylindrus* und *Chaetoceros* sp. 1 folgt ihr, und deutet auf eine weniger salzige Küstenumgebung hin. Mit einem Alter von 10500 Jahren v.u.Z., bezeichnet sie die zurückgehenden Umstände, welche die pleni-marine Phase beendeten. Eine letzte Zusammensetzung von *C. costata* und *Cyclotella caspia* bezieht sich auf die brackigen und sehr flachen Gewässer der zurückgehenden Phase.

\* Contribution du Laboratoire d'étude des diatomées, École normale supérieure, Fontenay-aux-Roses, France.

## INTRODUCTION

De nombreux travaux ont été consacrés aux mollusques, aux foraminifères et aux ostracodes des mers post-glaciaires de l'est du Canada (e.g. WAGNER, 1967, 1970; HILLAIRE-MARCEL, 1980; CRONIN, 1977; GUILBAULT, 1980). En revanche, la micro-flore fossile de ces bassins n'a suscité que de courtes observations se bornant le plus souvent à signaler quelques diatomées marines (DAWSON, G. M., 1870; DAWSON, J. W., 1859, 1893; RIES, 1894, 1900; LASALLE, 1966; HOOPER, 1975). Seuls O'BRIEN (1968) et PALMER (1978) ont fourni des données plus élaborées: le premier a identifié, dans une argile marine champlainienne de Snell Lock (New York), 31 taxons dont le quart sont des formes d'eaux marines et froides; le deuxième a défini, dans les sédiments d'une lagune de l'Île-du-Prince-Edouard, trois zones biostratigraphiques attribuées à des eaux douces, marines puis saumâtres.

Le travail présenté ici concerne les diatomées de la mer de Goldthwait dans la région de Rivière-du-Loup (fig. 1a). Il a pour objectifs de dresser un inventaire taxonomique et d'observer les caractéristiques paléocéologiques de cette micro-flore fossile.

## CONTEXTE PALÉOGÉOGRAPHIQUE

La mer de Goldthwait (fig. 1a) s'est étendue depuis le golfe du Saint-Laurent jusqu'à la hauteur de Québec (ELSON, 1969). Dans la région de Rivière-Ouelle-Trois-Pistoles, son évolution peut être partagée en phases glacio-marine, pléni-marine et régressive (DIONNE, 1977). Durant la phase glacio-marine (13 500 à 12 000 BP), des diamictons et des argiles peu fossilifères sont mis en place (LEE, 1963; LOCAT, 1978) et la limite marine est marquée par les deltas de Trois-Pistoles et de Saint-Modeste, aujourd'hui perchés à 166 m a.m.m. (DIONNE 1968a; MARTINEAU, 1977). La phase pléni-marine (12 000 à 9500 BP) lui succède avec des eaux franchement marines, une faune abondante et une forte sédimentation d'argiles silteuses (LEE, 1962, 1963; DIONNE, 1972). Dès 9500 BP, 80% du relèvement isostasique est accompli (LOCAT, 1977). La phase régressive finale voit la salinité et la profondeur des eaux diminuer pour atteindre les conditions actuelles.

Les eaux du moyen estuaire se caractérisent par une salinité croissante de 0 à 28‰, des amplitudes de marées allant de 4 à 6 m, des températures variant entre 0 et 23°C, une faible stratification et une turbidité importante (cf. LORING et NOTA, 1973). La plate-forme appalachienne, peu accidentée et peu profonde (10-20 m), facilite le mélange des eaux et contribue à accentuer l'activité glacielle (DIONNE, 1968b, 1970). En face de Rivière-du-Loup, les eaux, non stratifiées, ont des salinités variables de 21 à 25‰ et une turbidité atteignant 280 mg de particules par litre (CARDINAL et LAFLEUR, 1977; BEWER et YEATS, 1979; CHANUT et POULET, 1974). Ces conditions contrastent avec les eaux strati-

fiées plus froides et plus salées de l'estuaire maritime et du golfe (EL-SABH, 1979).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES D'ANALYSES

Cent trente-huit échantillons ont été analysés: 107 proviennent de coupes localisées entre Rivière-Ouelle et Trois-Pistoles et 31 de forages effectués autour de Rivière-du-Loup (fig. 1b). Ce sont essentiellement des argiles silteuses, quelquefois caillouteuses (77 échantillons), des silts sableux (6) et des diamictons (24). La plupart des coupes n'excédaient pas 1,5 m et comportaient une seule unité stratigraphique. L'âge des sédiments est vraisemblablement compris entre 12 500 et 9500 ans BP. Les échantillons 30a et 74 ont donné des âges respectifs de  $10\,330 \pm 140$  BP (QU-577) et de  $11\,370 \pm 150$  BP (QU-578); l'échantillon 24 a livré un âge moyen de  $10\,795 \pm 90$  BP ( $10\,670 \pm 90$  et  $10\,920 \pm 90$  BP, QU-564 et QU-565).

Les ostracodes et les foraminifères ont été notés dans la fraction supérieure à  $80 \mu\text{m}$ . L'étude des diatomées a nécessité plusieurs étapes: défloculation des argiles et oxydation avec  $\text{H}_2\text{O}_2$  (10%), observation des valves en milieu aqueux ou dans de l'huile à immersion (fraction  $< 25 \mu\text{m}$ ) et, enfin, préparation des sédiments diatomifères suivant MILLER (1964) et SCHRADER (1973a). Les teneurs en valves ont été exprimées en nombre de valves par gramme de sédiment sec (SCHRADER et GERSONDE 1978). Les comptages furent limités à 250 valves (1000 avec 47b) et les pourcentages des taxons répartis en quatre catégories: dominant ( $>10\%$ ), fréquent (4-9%), occasionnel (1-4%) et rare ( $<1\%$ ). Les diatomées ont été observées sur un photo-microscope Zeiss II, à des grossissements de  $\times 500$  et  $\times 1250$ , de même qu'au microscope électronique à balayage «Cambridge Stereoscan» du Laboratoire d'entomologie, au Muséum national d'histoire naturelle (Paris). Dans ce dernier cas, la préparation des échantillons est conforme à celle de RICARD (1977).

## LA FLORE DES DIATOMÉES

La flore fossile des diatomées goldthwaitiennes comprend 131 taxons et 41 genres. Les taxons observés sont indiqués au tableau I, avec la principale référence iconographique utilisée et l'autécologie générale. Plusieurs taxons typiques ou importants sont également discutés en annexe. Quatre-vingt-neuf taxons sont illustrés au fil des neuf planches hors texte microphotographiques (pl. I-IX).

Les genres dominants *Navicula*, *Nitzschia*, *Thalassiosira* et *Chaetoceros* comptent respectivement 19, 11, 11 et 9 taxons. Ce premier inventaire met en évidence le caractère distinct de la flore fossile par rapport aux flores actuelles de l'estuaire, du golfe et de la mer du Labrador. Le nombre de taxons communs (32) est, en effet, remarquablement restreint. En outre, parmi ceux-ci, seulement quatre (*Cocconeis costata*, *C. scutellum*, *Nitzschia cylindrus* et *Synedra tabulata*) sont importants dans la flore fossile (tabl. II).

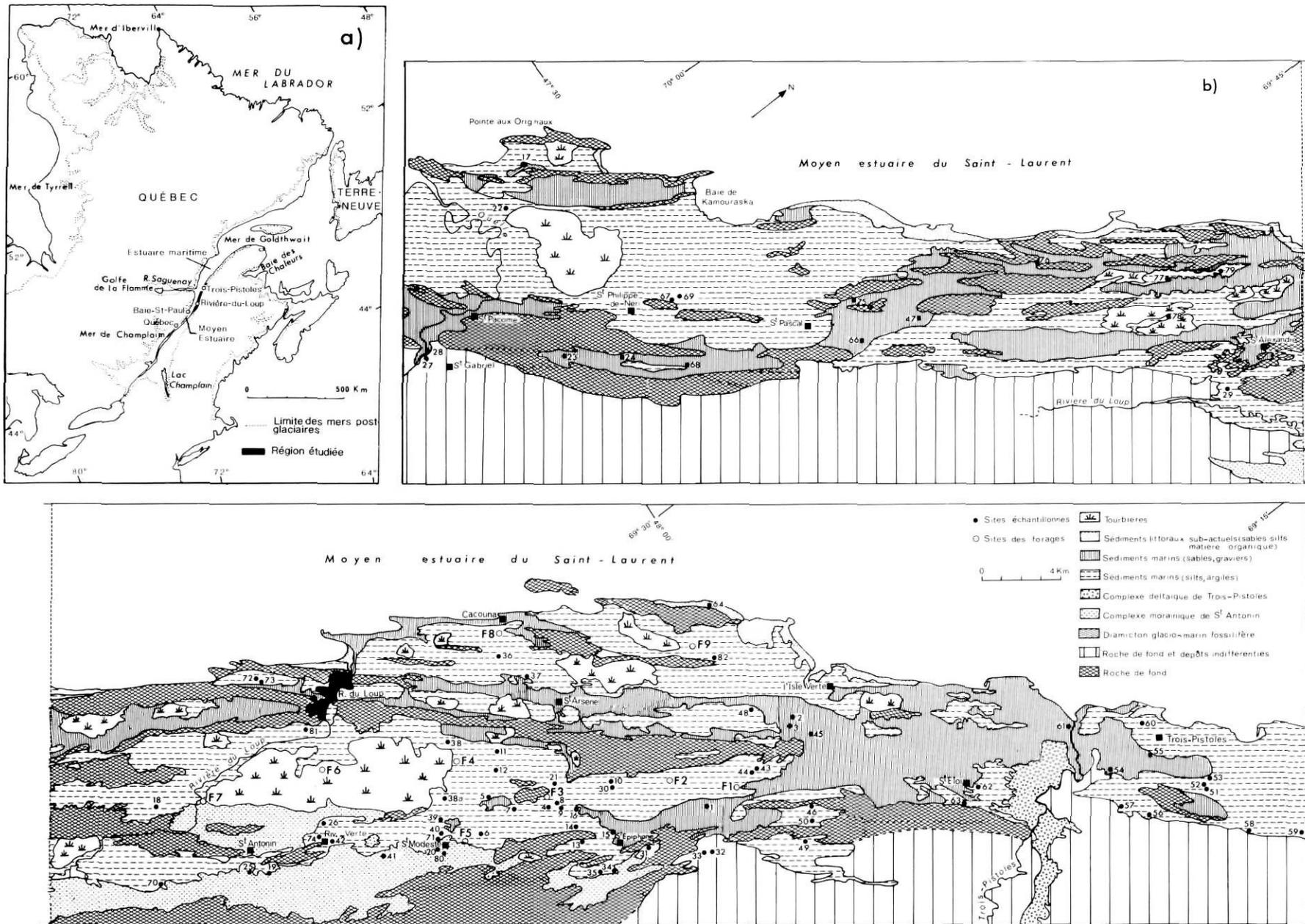


FIGURE 1. a) Localisation de la région étudiée. b) Carte des dépôts meubles (simplifiée d'après LASALLE *et al.*, 1976; MARTINEAU, 1977, 1979, 1980) et localisation des échantillons et des forages.

a) Location map of the studied area. b) Surficial deposits map (simplified from LASALLE *et al.*, 1976; MARTINEAU, 1977, 1979, 1980) with sample and bore locations.

TABLEAU I  
Inventaire taxonomique et autoécologie des diatomées  
de la mer de Goldthwait dans la région de Rivière-du-Loup

liste taxonomique	références iconographiques	autoécologie										
		milieu de vie	salinité (o/oo)								mode de vie	
			0	5	10	15	20	25	30	35		
<b>CENTRICA</b>												
<i>ACTINOCYCLUS</i> aff. <i>normanii</i> (Greg.) Hustedt	Hustedt, 1957 : 218, pl. 1/5-6 texte	me	s	—								p
<i>BIDDULPHIA</i> <i>aurita</i> (Lyngbye) Bréb. ex Godey sp. 1	Hustedt, 1927-30 I : 846, fig. 501	ml m,	m,s? m,s?		?	—						tp,ep p
<i>CHAETOCEROS</i> <i>diadema</i> (Ehr.) Gran <i>mitra</i> (Bailey) Cleve sp., spore, type 1 sp., spore, type 2 sp., spore, type 3 sp., spore, type 4 sp., soie, type 1 sp., soie, type 2 sp., soie, type 3	Hustedt, 1927-66, I : 709, fig. 404 Hustedt, 1927-66, I : 677, fig. 384 b	mn mn m m m m m m m	m,e m,s? m,s? m,s? m,s? m,s? m,s? m,s? m,s?		??	—						p p p p p p p p
<i>COSCIINODISCUS</i> aff. <i>asteromphalus</i> Ehr. (fragments) <i>bathyomphalus</i> Cleve <i>marginatus</i> Ehr. sp. 1 (cf. <i>C. marginatus</i> Ehr.) sp. 2 (cf. <i>C. kutzingii</i> (A. Schmidt) Hustedt)	Hustedt, 1927-66, I : 452, fig. 250 Hustedt, 1927-66, I : 431, fig. 234 Hustedt, 1927-66, I : 416, fig. 223	mo ml m m? m?	m,s m,s m m? m?		?	—						p p p p? p?
<i>CYCIOTELLA</i> <i>caspia</i> Grunow aff. <i>kltzingiana</i> Thwaites	Hasle, 1962 : 29, pl. 1, fig. 1-26 Hustedt, 1927-66, I : 339, fig. 171 a	m dl	s,e d	—								p,tp p
<i>HYALODISCUS</i> <i>subtilis</i> (Kütz.) Grunow	Hustedt, 1927-66, I : 293, fig. 133	mn	s,m	—								tp,ep
<i>MELOSIRA</i> <i>ambigua</i> (Grun.) Müller <i>granulata</i> (Ehr.) Ralfs <i>granulata</i> v. <i>angustissima</i> O. Müller <i>sulcata</i> f. <i>radiata</i> Grun. <i>sulcata</i> f. <i>coronata</i> Grun. sp. 1	Hustedt, 1927-66, I : 256, fig. 108 Hustedt, 1927-66, I : 249, fig. 104 a,b Hustedt, 1927-66, I : 250, fig. 104 d Hustedt, 1927-66, I : 277, fig. 119 c Hustedt, 1927-66, I : 277, fig. 110 d	d d,s d,s n,l n,l ?	d d d m,e m,e ?	—					?			p p p p p p?
<i>PSEUDOPODOSIRA</i> aff. <i>aspera</i> Jousé	Gleser et al., 1974, pl. 13, fig. 4	m	m		??	—						p?
<i>STEPHANODISCUS</i> <i>astraea</i> (Ehr.) Grunow	Hustedt, 1927-66, I : 368, fig. 368	d	d	—								
<i>STEPHANOPYXIS</i> <i>turris</i> v. <i>intermedia</i> Grun.	Cleve-Euler, 1951, I : 37, fig. 40 c, d	ml			?	—						p
<i>THALASSIOSIRA</i> <i>decipiens</i> (Grun.) Jorgensen aff. <i>delicatula</i> (Ost.) Hasle <i>nordenskiöldii</i> Cleve aff. <i>oestrupii</i> (Ost.) Hasle sp. 1 sp. 2 sp. 3 sp. 4 sp. 5 sp. 6 sp. 7	Hustedt, 1927-66, I : 332, fig. 158 Hasle, 1980 : 170, fig. 18-32 Hustedt, 1927-66, I : 321, fig. 157 Fryxell et Hasle, 1980	mn,ml m m m m m m m m m m	m,s,e m m m m? m? m? m? m? m? m?	—	?	—						p p p p p p p p p p
<b>PENNATAE</b>												
<i>ACHNANTHES</i> <i>brevipes</i> Agard aff. <i>groenlandica</i> v. <i>ostrupii</i> Cleve-Euler <i>lancoolata</i> v. <i>dubia</i> (Ost.) Hustedt <i>minutissima</i> Kütz. aff. <i>oregonensis</i> Riznyk	Hustedt, 1927-66, II : 424, fig. 877a,b,c Cleve-Euler, 1953, III : 51, fig. 599d Patrick et Reimer, 1966 : 271, pl. 18, fig. 11-15 Patrick et Reimer, 1966 : 253, pl. 16, fig. 9,10 Riznyk, 1973 : 115, pl. 1, fig. 6,7, pl. 18, fig. 5,6	ml ml d dl	s m d,s d	—								ep ep ep ep
<i>AMPHOFA</i> <i>contiuscula</i> Kütz. <i>coffeaformis</i> (Ag.) Kütz. <i>pediculus</i> (Kütz.) Grun. <i>terroris</i> Greg. spp.	Cleve-Euler, 1953, III : 98, fig. 686 Schoeman et Archibald, 1978 Patrick et Reimer, 1975 : 68, pl. 13, fig. 5 Cleve-Euler, 1953, III : 99, fig. 689	ml l d,l m	m,s s,d d m	—								b b b b
<i>ASTERIONELLA</i> <i>ralfsii</i> v. <i>americana</i> Korner	Korner, 1970 : 613, fig. 29-35	d	d	—								p
<i>CAMPYLODISCUS</i> <i>angularis</i> Greg. <i>fastuosus</i> Ehr. spp. (fragments)	Cleve-Euler, 1952, V : 129, fig. 1474b Hendey, 1951 : 78, pl. 17, fig. 1-16	ml ml ?	m m ?		?	—						b b ?

<b>COCCONEIS</b>							
<i>costata</i> Greg.	Hustedt, 1927-66, II : 232, fig. 785	l	m	_____		ep	
<i>placenta</i> Ehr.	Hustedt, 1927-66, II : 348, fig. 802	d	s, d, e	_____		ep	
<i>placenta</i> v. <i>euglypta</i> (Ehr.) Cleve	Hustedt, 1927-66, II : 346, fig. 802c	d	s, d, e	_____		ep	
<i>scutellum</i> Ehr.	Hustedt, 1927-66, II : 337, fig. 790	ml	s, m	_____		ep	
<i>scutellum</i> v. <i>pamia</i> Grun.	Hustedt, 1927-66, II : 338, fig. 791	ml	m, s	_____		ep	
<i>scutellum</i> v. <i>strawsoniformis</i> W. Smith	Hustedt, 1027-66, II : 339, fig. 792	ml	s, m	_____		ep	
sp. 1		ml?	s?	?? _____		ep	
<b>CYMBELLA</b>							
<i>angustata</i> (W. Smith) Cleve	Patrick et Reimer, 1975 : 22, pl. 3, fig. 3,4,5	d	d	_____		ep	
<i>cuspidata</i> Kütz.	Cleve-Euler, 1955, IV : 146, fig. 1217a-d	d	d	_____		ep	
<i>microcephala</i> Grun	Patrick et Reimer, 1975 : 33, pl. 4, fig. 12,13	d	d	_____		ep	
<i>minuta</i> (Hilse ex. Rabh.) Patr.	Patrick et Reimer, 1975 : 47, pl. 8, fig. 2-4	d	d, s	_____		ep	
<b>DENTICULA</b>							
<i>tenuis</i> Kütz.	Patrick et Reimer, 1975 : 172, pl. 22, fig. 12,13	d	d	_____		b	
<b>DIPLONEIS</b>							
<i>bomboides</i> v. <i>media</i> (Grun.) Hust.	Hustedt, 1927-66, II : 197, fig. 1091b,c	ml	s	_____			
<i>entomon</i> (A. Schmidt) Cleve	Cleve-Euler, 1053, III : 71, fig. 632a,b	ml	m, s	? _____		b	
<i>interrupta</i> v. <i>clanoula</i> (Schmidt) Cleve	Cleve-Euler, 1953, III : 69, fig. 628	ml	m, s	_____			
<i>ovalis</i> v. <i>oblongella</i> (Noleg.) Cleve	Hustedt, 1927-66, II : 672, fig. 1065 f-k	l	s, d	_____		a	
<i>smithii</i> (Breb.) Cleve	Hustedt, 1927-66, II : 650, fig. 1051	ml	s, m	_____		eb	
<b>EPITHEMIA</b>							
sp.		d?	d?	? _____		ep?	
<b>EUNOTIA</b>							
<i>arcus</i> Ehr.	Hustedt, 1927-66, II : 283, fig. 748 a-c	d	d	_____		ep	
<b>FRAGILARIA</b>							
<i>brevistriata</i> Grun.	Hustedt, 1927-66, II : 168, fig. 676 a-e	dl	d, m	_____		p, b	
<i>construens</i> (Ehr.) Grun.	Hustedt, 1927-66, II : 157, fig. 670 a-c	dl	d, m	_____		p, b	
<b>COMPHONEMA</b>							
<i>kamohaticum</i> Grun.	Cleve-Euler, 1955, IV : 196, fig. 1302a	ml	m, s	_____			
<i>pseudoariguum</i> Simonsen	Simonsen, 1959 : 83, pl. 12, fig. 8,9	ml	m, s	? _____		p, b	
sp. 1				? _____			
<b>GYROSIGMA</b>							
<i>maorum</i> (W. Smith) Giffen	Patrick et Reimer, 1966 : 329, pl. 26, fig. 5	d	d, s, e	_____		b	
aff. <i>tenuissimum</i> x. <i>hyperboreum</i> (Grun.) Cleve-Euler	Cleve-Euler, 1952, V : 14, fig. 1343b	ml	m, s	? _____		b	
sp. (fragments)				? _____			
<b>HANNAEA</b>							
<i>arcus</i> (Ehr.) Patr.	Patrick et Reimer, 1966 : 132, pl. 4, fig. 20	dl	d	_____		p	
<b>LICMOPHORA</b>							
<i>gracilis</i> v. <i>anglica</i> (Kütz.) Peragallo	Hustedt, 1927-66, II : 60, fig. 583	ml	m, s	? _____		ep	
<b>NAVICULA</b>							
<i>abunda</i> Hust.	Hustedt, 1955 : 27, pl. 9, fig. 10-12	ml	m	? _____		b	
<i>algida</i> Grun.	Hustedt, 1027-66, III : 650, fig. 1651	ml	m	? _____		b	
<i>cineta</i> (Ehr.) Kütz.	Hustedt, 1930 : 298, fig. 510	d	o, s	_____		b	
<i>cineta</i> v. <i>gregorii</i> (Ralfs.) Grun.	Cleve-Euler, 1953, III : 133, fig. 758f	ml	m	? _____		b	
<i>cineta</i> v. <i>heufleri</i> (Grun.) Cl.	Cleve-Euler, 1953, III : 152, fig. 809d, f	d	d, e	_____		b	
<i>cruciculoides</i> Brockman	Hustedt, 1927-66, III : 320, fig. 1437	rl	s, e	_____		b	
<i>digitoradiata</i> (Greg.) A. Schmidt	Hustedt, 1930 : 300, fig. 518	ml	s, m	_____		b	
<i>diploecoides</i> Hustedt	Hustedt, 1927-66, III : 549, fig. 1586	ml	m, e	? _____		b	
<i>finmarokhoa</i> v. <i>acuta</i> Salah	Salah, 1955 : 98, pl. 2, fig. 8	ml	m	_____		b	
<i>foveipata</i> Grev.	Hustedt, 1927-66, III : 105, fig. 709	ml	m	_____		b, ep	
<i>glacialis</i> (Cleve) Grun.	Hustedt, 1927-66, III : 648, fig. 1250	ml	m	? _____		b	
<i>grevillet</i> Ag.	Hustedt, 1927-66, III : 303, fig. 1422	ml	m	_____		ep	
<i>mentisculus</i> Schum.	Hustedt, 1930 : 301, fig. 517	ml	s	_____		b	
<i>mutica</i> fo. <i>cohnii</i> (Hilse) Grunow	Hustedt, 1927-66, III : 583, fig. 1592 g-m	dl	d, s	_____		b, a	
<i>pupula</i> v. <i>capitata</i> Skv. et Meg.	Patrick et Reimer, 1966 : 496, pl. 47, fig. 8	dl	d, s	_____		b	
<i>radiosa</i> Kütz.	Patrick et Reimer, 1966 : 509, pl. 48, fig. 15	d	d	_____		b	
<i>siofokensis</i> v. <i>rostrata</i> Cleve	Cleve-Euler, 1953, III : 145, fig. 799 d-g	s, l		_____ ?		b	
<i>tenera</i> Hust.	Schoeman et Archibald, 1979	d	d	_____		a	
sp. 1				? _____			
<b>NITZSCHIA</b>							
<i>cylindrus</i> (Grun.) Hasle	Hasle, 1972, 1965 : 34, pl. 12, fig. 6-12	no, me	m	? _____		p	
<i>denticula</i> Grun.	Lange-Bertalot et Simonsen, 1978 : 24, fig. 16-20	dl	d	_____		p	
<i>fonticola</i> Grun.	Lange-Bertalot, 1977 : 270, pl. 3, fig. 7-11	dl	d	_____		p	
<i>frigida</i> Grun.	Grøntved, 1954 : 4, fig. 1, pl. 2, fig. 1,2	mn, ml	m	? _____		p	
<i>grunowii</i> Hasle	Hasle, 1972, 1965 : 11, pl. 1, fig. 15-19	ml	m, s	? _____		p	
<i>marginulata</i> v. <i>subconstricta</i> fo. <i>minuta</i> Grun.	Cleve et Grunow, 1880 : 72	ml	m, s	_____		b	
aff. <i>sigmoidea</i> (Nitzsch. W. Smith) <i>sigmoidea</i>	Pankow, 1976 : 298, fig. 627	d	d	_____			
aff. <i>sigma</i> Smith	Cleve-Euler, 1952, V : 74, fig. 1470a, b	ml	s, m	_____		b	
aff. <i>socialis</i> Greg.	Cleve-Euler, 1952, V : 69, fig. 1456a	ml	m, s	? _____		p	
sp. 1				_____			
<b>OPEPHORA</b>							
<i>martyi</i> Héribaud	Patrick et Reimer, 1966 : 115, pl. 2, fig. 2	d	d, s	_____		b?	
<b>PINNULARIA</b>							
<i>biceps</i> Greg.	Patrick et Reimer, 1966 : 599, pl. 55, fig. 14-15	d	d	_____		b	
<i>cruciformis</i> v. <i>brevior</i> Cleve	Cleve-Euler, 1955, IV : 9, fig. 980c, d	ml	m, s	_____		b	
<i>intermedia</i> Lagars	Lund, 1946 : 92, fig. 12a-v	d	d	_____		a	
<b>PLEUROSIGMA</b>							
<i>clevei</i> Grun.	Cleve-Euler, 1952, V : 22, fig. 1368 a	ml	m	? _____		b	
sp. (fragments)				? _____			
<b>RHAPHONEMA</b>							
<i>arcuatum</i> (Lyngb.) Kütz.	Hustedt, 1927-66, II : 20, fig. 549	ml	m, s	_____		ep	
<b>RHAPHONEIS</b>							
<i>amphiceros</i> Ehr.	Hustedt, 1927-66, II : 174, fig. 680	ml	s, m	_____		b, ep	
<b>RHOICOSPHENIA</b>							
<i>curvata</i> (Kütz.) Grun.	Cleve-Euler, 1953, III : 52, fig. 601	m, d	s, d	_____		ep	

STAURONEIS <i>phoenicenteron</i> fo. <i>gracilis</i> (Ehr.) Hustedt <i>prominula</i> (Grun.) Hustedt	Patrick et Reimer, 1966 : 359, pl. 29, fig. 12	d1	d, s		b
	Hustedt, 1930-66, II : 805, fig. 1153	d1	d, s		b
SURIPELLA spp. (fragments)				?	
SYNEDRA <i>camptochatila</i> Grun. <i>parvasia</i> (W. Smith) <i>tabulata</i> (Ag.) Klitz.	Cleve-Euler, 1953, II : 69, fig. 391 a	ml	m	?	ep
	Hustedt, 1930 : 161, fig. 195	d	d		ep
	Hustedt, 1927-66, II : 218, fig. 710a-d	ml	s, m, e		ep
TABELLARIA <i>fenestrata</i> (Lyngb.) Klitz. <i>flocculosa</i> (Roth.) Klitz.	Hustedt, 1927-66, II : 27, fig. 554	d	d, s		ep
	Hustedt, 1927-66, II : 30, fig. 558	d	d, s		ep, p
THALASSIONEMA <i>nitzschoides</i> Grun.	Hustedt, 1927-66, II : 244, fig. 725	ml	m		p
TRACHENEIS <i>aspera</i> (Ehr.) Cleve	Cleve-Euler, 1955, IV : 5, fig. 976a, b	ml	m		b
TRACHYSIPHENIA <i>austrialis</i> v. <i>rostellata</i> Hustedt <i>austrialis</i> v. <i>borredlis</i> fo. <i>angusta</i> Cleve-Euler	Hustedt, 1955 : 13, pl. 4, fig. 55	ml	m, s		ep
	Cleve-Euler, 1953, II : 16, fig. 317 b	ml	m, s		ep

Légende : Milieu de vie : marin océanique (mo), marin néritique (mn), marin littoral (ml), marin estuaire (me), dulcicole (d).

Salinité : marin (m), saumâtre (s), eau douce (d), euryhalin (e). Limite de tolérance probable (?), supposée (??).

Mode de vie : planctonique (p, inclus holo et méroplanctonique), tychoplanctonique (tp), sessile (s), épiphyte (ep), benthique (b), aérophile (a).

Les deux genres planctoniques fossiles les mieux représentés par le nombre d'espèces, *Chaetoceros* et *Thalassiosira*, sont abondants dans l'estuaire actuel et caractéristiques des flores printanières des eaux du golfe (GUILLIARD et KILHAM, 1977). Toutefois, la plupart des formes planctoniques actuelles qui dominent dans les eaux de l'estuaire (voir tabl. II), du golfe (BRUNEL, 1962; SAINFULLAH et STEVEN, 1974) ou de la mer du Labrador (GRONTVED et SEIDENFADEN, 1938) n'ont pas été observées dans les sédiments. Seule *N. cylindrus*, une forme mineure de l'estuaire (VICKERS, 1980), fait exception. D'autre part, la rareté des espèces planctoniques dulcicoles contraste avec l'abondance de celles-ci (e.g. *M. islandica*, *T. fenestrata*) dans le phytoplancton actuel du haut estuaire. La même remarque vaut pour les taxons planctoniques dominants du golfe ou de l'estuaire maritime (e.g. *Th. pacifica*, *N. delicatissima*, *S. costatum*). Bien qu'il faille tenir compte d'une mauvaise préservation des genres peu silicifiés *Chaetoceros* et *Rhizosolenia*, l'« originalité » de la flore fossile est bien confirmée avec les genres « résistants » *Melosira* et *Thalassiosira*.

## PALÉOÉCOLOGIE

Les observations écologiques usuelles sur les diatomées marines concernent la répartition géographique, la température, le mode et le milieu de vie, la salinité et la productivité. Ces divers paramètres permettent de préciser les caractères spécifiques de la flore fossile et de pressentir l'intérêt des assemblages de diatomées décrits plus loin.

### PALÉOPRODUCTIVITÉ

Les teneurs en valves reflètent la biomasse originelle des diatomées. Or, vingt-cinq (18%) des échantillons analysés sont diatomifères, et seulement 7 (5%) ont des teneurs en valves suffisantes pour permettre une obser-

vation quantitative. Les teneurs les plus fortes oscillent entre  $1,70 \times 10^4$  et  $9,64 \times 10^5$  valves par gramme de sédiment sec. La même pauvreté a été signalée dans les argiles marines pléistocènes de Long Island, New York (LOHMAN, 1939), de la vallée du lac Champlain (RIES, 1894, 1900; O'BRIEN, 1968) et du golfe du Saint-Laurent (MAYNARD, 1974). Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces basses teneurs, notamment les conditions de vie.

Il est, en effet, tentant d'attribuer la pauvreté diatomifère des échantillons à une productivité primaire médiocre reliée à des conditions de vie défavorables. Dans le moyen estuaire du Saint-Laurent, l'effet négatif de l'instabilité des eaux sur la productivité primaire a été démontré<sup>1</sup>. L'observation est conforme aux conclusions de GRAN et BRAARUD (1935) sur la baie de Fundy, un milieu confiné à fortes marées. Or, on ne peut guère assimiler la mer de Goldthwait, dans la région, à une simple extension des eaux marines du golfe dans l'estuaire: les eaux de la phase pléni-marine ont été abondamment alimentées en eaux de fonte laurentiennes, depuis les positions morainiques de Saint-Narcisse (11 000 BP) et de Métabetchouane (10 200 ans BP). Une évaluation globale de la productivité de l'écosystème a été tentée en délimitant la fréquence des fossiles (mollusques, foraminifères, ostracodes, diatomées). Le nombre d'échantillons fossilifères et leur distribution altitudinale (fig. 2) sont assez révélateurs :

1) 60% des échantillons contiennent un ou plusieurs types de fossiles.

1. La productivité totale dans les eaux de l'estuaire varie de  $1,1 \times 10^4$  cellules/litre à un maximum de  $2 \times 10^6$  cell./lit., près de l'île aux Coudres. Dans la région de Rivière-du-Loup, celle des diatomées fut, en moyenne, de  $9,05 \times 10^5$  cell./lit., en avril-mai 1976 (voir CARDINAL et BÉRARD-TERRIAULT, 1976; LAFLEUR et al. 1979; CARDINAL et LAFLEUR, 1977; FORTIER et al. 1979, VICKERS, 1980).

TABLEAU II

Liste taxonomique partielle des diatomées du phytoplancton du littoral et des glaces de l'estuaire du Saint-Laurent

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
<b>CENTRALES</b>						<b>PENNALES</b>					
<i>BIDDULPHIA</i>						<i>ACHNANTHES</i>					
<i>aurita</i>	.	.	×	.	.	<i>brevipes</i> - v. <i>intermedia</i>		.			.
<i>CHAETOCEROS</i>						<i>brevipes</i> v. <i>parvula</i>	.		×		.
<i>atlanticus</i>		△	.			<i>lanceolata</i> v. <i>rostrata</i>			×		
<i>brevis</i>		△				<i>pseudogroenlandica</i>					
<i>compressus</i>		×				<i>AMPHORA</i>					
<i>concauicormis</i>		△				<i>costata</i>	.		×		
<i>constrictus</i>		△				<i>pustio</i>			×		
<i>danicus</i>		△				<i>ASTERIONELLA</i>					
<i>debilis</i>	.	×		×		<i>formosa</i>	●	⊙			.
<i>decepiens</i>		△				sp.		⊙			
<i>diadema</i>		△			.	<i>CERATONEIS</i>					
<i>difficilis</i>		△				<i>arcus</i>	.				.
<i>filiformis</i>		△				<i>COCCONEIS</i>					
<i>furcellatus</i>		△				<i>costata</i>	.	.	×		×
<i>lorenzianus</i>		△				<i>placentula</i>	.				.
<i>mitra</i>		.			.	<i>scutellum</i>	.	.	×		×
<i>perpusillum</i>		△				<i>CYMBELLA</i>					
<i>radicans</i>		△				<i>ventricosa</i>	.				.
<i>septentrionalis</i>		△				<i>DIATOMA</i>					
<i>similis</i>		△				<i>elongatum</i>	●	⊙			
<i>socialis</i>		△				<i>DIPLONEIS</i>					
spp.		.	×	×	×	spp.			×		.
<i>COSCINODISCUS</i>						<i>FRAGILARIA</i>					
<i>asteromphalus</i>	.	.	×	.	.	<i>capucina</i>	●	.			.
spp.		.			.	<i>constuens</i>	●	.			.
<i>COSCINOSIRA</i>						<i>crotonensis</i>					
<i>polychorda</i>		△				<i>GOMPHONEMA</i>					
<i>CYCLOTELLA</i>						<i>kamtchaticum</i>			×		.
<i>striata</i>	●	▽				<i>GYROSIOMA</i>					
<i>DETONULA</i>						<i>arcticum</i>				×	
<i>confervacea</i>		△				<i>NAVICULA</i>					
<i>LEPTOCYLINDRUS</i>						<i>arucicula</i>				×	
<i>danicus</i>	▽	.				spp.	.	.	×		
sp.		×				<i>NITZSCHIA</i>					
<i>MELOSIRA</i>						<i>closterium</i>	.	△			×
<i>distans</i>	×	⊙				<i>cylindrus</i>	.	.			×
<i>glacialis</i>		△				<i>delicatissima</i>	.	×			.
<i>granulata</i>	.	.			.	<i>frigida</i>	.	.			.
<i>islandica</i>	●	▽			.	<i>grunowii</i>	.	×		×	.
<i>montiformis</i>		▽				<i>sigma</i>	.	▽			.
sp.		×				<i>sigmoïda</i>	.	.			.
<i>PODOSIRA</i>						<i>RHADONEMA</i>					
<i>glacialis</i>				×		<i>arcuatum</i>	.	.	.		.
<i>SCELETONEMA</i>						<i>RHOISCOPHENIA</i>					
<i>costatum</i>	▽	×	.			<i>curvata</i>	.		×		.
<i>subsaalum</i>	▽	.				<i>SYNEDRA</i>					
<i>STEPHANODISCUS</i>						<i>investiens</i>				×	
<i>astraea</i>		.			.	<i>tabulata</i>			×		×
<i>binderanus</i>	●	⊙				<i>TABELLARIA</i>					
<i>STEPHANOPYXIS</i>						<i>fenestrata</i>	.	.			.
sp.		.				<i>flocculosa</i>	.	⊙			.
<i>THALASSIOSIRA</i>						<i>THALASSIONEMA</i>					
<i>decepiens</i>		△			.	<i>nitzschoïdes</i>	.	△			.
<i>gravida</i>	.	×									
<i>hyalina</i>		×									
<i>nordenskiöldii</i>		×	.	×	.						
<i>pacifica</i>	×	△									
<i>subtilis</i>		△									
spp.		×			.						

1. Taxons observés dans le phytoplancton du moyen estuaire (d'après CARDINAL et BÉRARD-TERRIAULT, 1976; LAFLEUR et al., 1979; VICKERS, 1980).

2. Taxons observés dans le phytoplancton de l'estuaire maritime (d'après CARDINAL et LAFLEUR, 1977; SINCLAIR, 1978; SEVIGNY et al., 1979; VICKERS, 1980; SINCLAIR et al., 1980).

3. Taxons observés sur le littoral de l'estuaire maritime (d'après HUDON et BOURGET, 1981).

4. Taxons observés dans la glace du golfe (d'après DUNBAR et ACREMAN, 1980).

5. Taxons observés aussi dans les dépôts goldthwaitiens (voir tabl. I).

● = taxons mineurs ; × = taxons dominants ; ● = taxons dulcicoles dominants caractéristiques des eaux en amont de Baie-Saint-Paul ; ⊙ = taxons dulcicoles tolérants observés jusque dans l'estuaire maritime ; △ = taxons marins sténohalins ne dépassant que peu le Saguenay ; ▽ = taxons marins tolérants pénétrant dans le moyen estuaire.

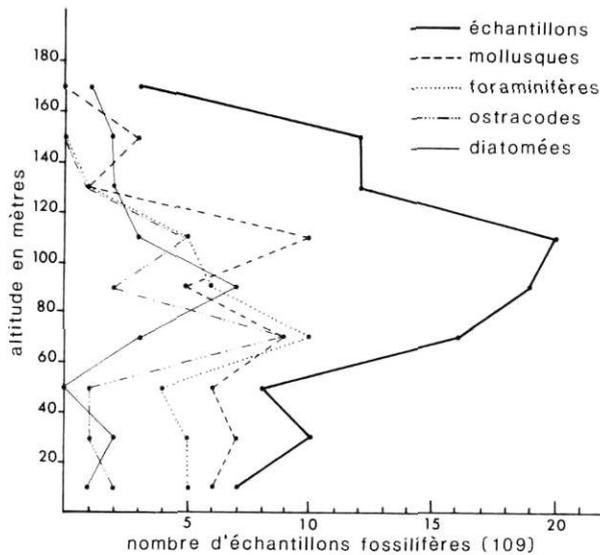


FIGURE 2. Distribution altitudinale des mollusques, foraminifères, ostracodes et diatomées dans les dépôts goldthwaitiens de Rivière-du-Loup.

*Altitudinal distribution of molluscs, foraminifera, ostracoda and diatoms in the Goldthwait Sea deposits from the Rivière-du-Loup area.*

- 2) Les fossiles les plus fréquents sont les foraminifères (44%), puis les mollusques (34%), les ostracodes (20%), les diatomées (18%).
- 3) 69% des argiles sont fossilifères, contre 41% pour les diamictons.
- 4) 74% des échantillons fossilifères sont compris entre 60 et 120 m d'altitude. Au-delà, les sédiments sont à peu près stériles, quelle que soit leur nature.

Les sédiments des altitudes supérieures à 120 m appartiennent au stade glacio-marin ou au tout début du stade pléni-marin, et on peut présumer un milieu de vie impropre à la faune et à la flore. La faune abondante et variée des sédiments plus jeunes témoignent de meilleures conditions de vie, et on voit mal pourquoi les diatomées seraient absentes de cet écosystème. Il est peu probable que le broutage du nannoplancton ait prélevé des stocks importants de diatomées du phytoplancton (PRATT, 1965; SKYJODAL et LÄNNERGRÉN, 1978): ce mécanisme n'a jamais été signalé dans les eaux de l'estuaire, et compte tenu de la faible productivité actuelle, il paraît peu plausible.

De surcroît, cette faible biomasse a probablement été diluée par une forte sédimentation détritique fine. Les épaisseurs maximales des argiles sont de l'ordre de 30 m (LEE, 1962; McCORMACK, 1973; Morin, comm. pers., 1978): si on situe leur mise en place entre 12 500 et 9500 ans BP, le taux de sédimentation a pu atteindre 10 mm/an.

D'autre part, une dissolution variable des frustules peut se manifester dès la mort de la cellule (cf. HURD, 1972; HEATH, 1974; MIKKELSEN, 1980). Il est difficile

d'évaluer l'ampleur de ce phénomène sur les diatomées des sédiments étudiés. Dans deux échantillons d'argile (80 et 81a), des marques de corrosion ont été relevées sur des valves et des spicules d'éponges. Au microscope électronique à balayage, les valves des échantillons 24, 47b, 76 et F9-30 n'ont pas révélé de corrosion et, sur plusieurs d'entre elles, on a pu distinguer de fins détails morphologiques (pl. II, fig. 5) impliquant une bonne conservation. Par contre, les fréquents spores et soies du genre *Chaetoceros* mettent en relief la dissolution des valves peu silicifiées de ce genre.

Bref, les faibles teneurs en valves observées résultent de trois phénomènes: une faible biomasse possible causée par des conditions de vie instables (apport des eaux de fonte, dilution des sels, turbulence, turbidité), une sédimentation détritique fine importante et une conservation variable des valves. Il est vraisemblable que la fréquence des sédiments diatomifères excède celle qui a été observée; en fait, la méthode conventionnelle d'extraction retenue ici s'est avérée insuffisante et une autre approche est expérimentée.

#### PALÉOAUTOÉCOLOGIE

L'autoécologie générale de chaque taxon est donnée au tableau I. On trouvera également, en annexe, des remarques autoécologiques sur plusieurs taxons. Cinq paramètres paléocologiques sont discutés ici: répartition géographique et paléotempératures, mode de vie et paléobathymétrie, paléosalinité.

##### 1 - Répartition géographique et paléotempératures

La faune des mers de Champlain et de Goldthwait possède plusieurs représentants dont l'aire de distribution actuelle indique une origine arctique. Par exemple, les mollusques *Mya truncata* et *Macoma calcarea* (HILLAIRE-MARCEL, 1980), les foraminifères *Cassidulina reniforme* et *Islandiella helenae* (GUILBAULT, 1980) et les ostracodes *Cytheropteron machesneyi* et *C. macrolamitata* (CRONIN, 1977).

La répartition géographique des diatomées doit être interprétée avec plus de nuances, car elle peut ne traduire qu'une connaissance très imparfaite des flores actuelles. Ainsi, *Coscinodiscus bathyomphalus* et *Gomphonema kamtchaticum*, attribués au milieu arctique pour CLEVE-EULER (1951, I: 64; 1955, IV: 196), ont été signalés, le premier en Polynésie française (RICARD, 1977), le deuxième en Afrique du Sud (GIFFEN, 1970) et sur la rive sud de l'estuaire maritime du Saint-Laurent (HUDSON et BOURGET, 1981). La plupart des taxons déterminés vivent actuellement dans des eaux tempérées froides. Un bon nombre sont des éléments littoraux cosmopolites, notamment les *Cocconeis* et plusieurs *Navicula*. Les seuls taxons qui puissent être prudemment qualifiés d'arctiques appartiennent au domaine littoral: ce sont *Achnanthes groenlandica* var. *ostrupii*, *Campylodiscus angularis*, *Diploneis entomon*, *Nitzschia marginulata* var. *subconstricta* fo. *minuta* et

*Synedra kamtchatica*. La flore fossile inventoriée ici peut être qualifiée d'arctico-boréale ou de subarctique.

L'autoécologie des espèces est encore trop mal connue pour que les paléotempératures soient précisément quantifiées. La flore décrite ici est évidemment une flore « froide ». Elle présente quelques affinités avec la flore littorale actuelle de la côte ouest de la Norvège dont les températures sont inférieures à 12-10°C (EDSBAGGE, 1968). En particulier, *Biddulphia aurita*, *Rhabdonema arcuatum* et *Cocconeis scutellum* var. *stauroneiformis* atteignent leur maximum à une température de l'ordre de 1°C (*idem*). À Leggatt-Les Islets, sur la rive sud de l'estuaire, *Gomphonema kamtchaticum* devient important au début de novembre, à 2°C (HUDON et BOURGET, 1981). À Grande-Rivière (baie des Chaleurs), *Cocconeis costata* atteindrait son développement maximal à des températures comprises entre 5 et 14°C et *C. scutellum*, entre 14 et 10,6°C (BÉLANGER et CARDINAL, 1977). La forme planctonique la plus significative de basses températures est *N. cylindrus*, une espèce printanière de l'estuaire (VICKERS, 1980), abondante dans les glaces du golfe (DUNBAR et ACREMAN, 1980) et de l'Arctique (HASLE, 1965). L'importance de ces taxons dans la flore fossile suggère des températures un peu plus froides qu'aujourd'hui.

## 2 – Mode de vie et paléobathymétrie

Les formes planctoniques sont pour la plupart néritiques, assez souvent méroplanctoniques, comme le démontrent les fréquents spores. Parmi les Pennales, 10,8% sont planctoniques, la plus importante étant *N. cylindrus*. Cette dernière est également cryophile; les autres diatomées cryophiles typiques sont cependant peu abondantes: *N. grunowii*, *N. frigida*, *Navicula algida*, *Achnanthes gröenlandica* var. *ostrupii* (voir GRAN, 1904; MEGURA *et al.*, 1967; HSIAO, 1980). Dans le golfe, ce sont plutôt des Centrales planctoniques qui sont associées à la glace, notamment *Chaetoceros debilis*, *Podosira glacialis* et *Thalassiosira nordenskioeldii* (DUNBAR et ACREMAN, 1980): seule la dernière a été très rarement observée dans nos sédiments.

Dans l'ensemble, la flore fossile se distingue plutôt par son caractère littoral, 61 des espèces étant benthiques ou sessiles. Parmi les espèces propres aux étages littoral et supra-littoral (0 à 0,3 m), seules *Navicula mutica* fo. *cohnii*, *Achnantes brevipes* et sa var. *intermedia* ont été trouvées. *Cyclotella caspia* est également signalée en abondance dans des eaux très peu profondes, inférieures à 6 m (BRAARUD et FOYN, 1968). Parmi les espèces typiques de la zone sub-littorale supérieure (0,3 à 15 m), on retrouve *C. costata*, *C. scutellum*, *Navicula grevillei*, *Gomphonema katchaticum* et *Synedra tabulata* (SIMONSEN, 1962; EDSBAGGE, 1966). À Grande-Rivière (baie des Chaleurs), parmi les espèces les plus abondantes observées à -6 m, au cours des étés 1973 et 1974, BÉLANGER et CARDINAL (1977) ont signalé *C. costata*, *C. scutellum*, *Amphora coffeiformis* et *Navicula grevillei*.

## 3 – Paléosalinité

Les diatomées identifiées ont été classifiées (fig. 3) selon le «*Halobien system*» de SIMONSON (1962). Les taxons dont la tolérance aux écarts de salinité est imprécise ont été placés au mieux de nos connaissances dans l'une des classes de l'*halobien system*; elles sont qualifiées de «*probable*». Les espèces dites «*supposé*» sont surtout des formes non identifiées des genres *Chaetoceros* et *Thalassiosira*; la plupart ont été classées comme polyhalobes méioeuryhalines. Bien que certains *Thalassiosira* ou *Chaetoceros* puissent tolérer de très faibles salinités (jusqu'à 2-3‰ pour *Ch. subtilis* dans la Baltique, selon NIEMI et HALLFORS, 1974), ce point de vue est raisonnable parce qu'il correspond à la distribution générale des deux genres dans l'estuaire: peu de *Chaetoceros* ou de *Thalassiosira* pénètrent dans des eaux de salinité inférieure à 17‰ (voir tabl. II).

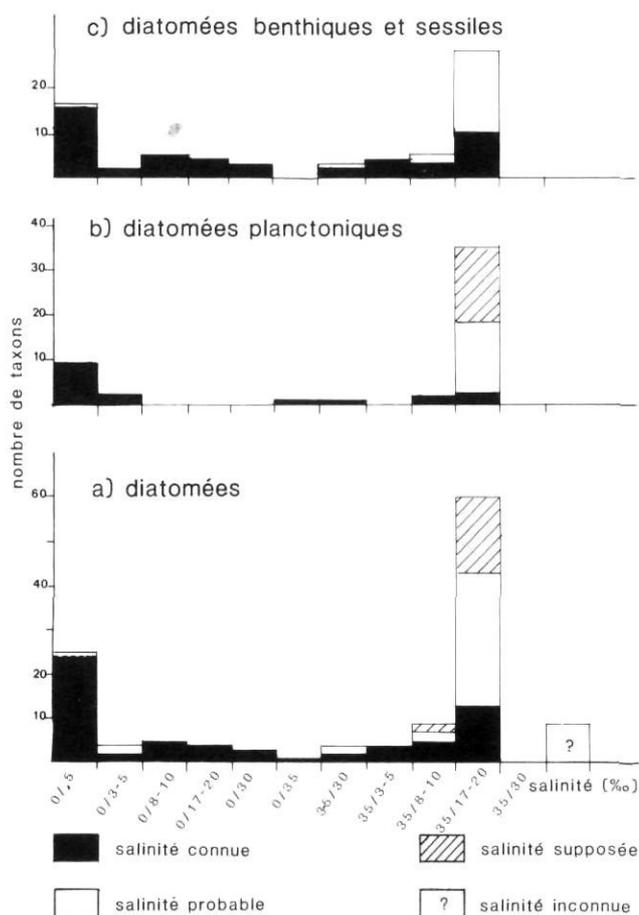


FIGURE 3. Nombre de taxons par classes de salinités: oligohalobe = 0/1,5‰; oligohalobe méioeuryhalin = 0/3-5‰; oligohalobe mésoeuryhalin = 0/8-10‰; oligohalobe pléioeuryhalin = 0/17-20‰; oligohalobe holoeuryhalin = 0/30‰; mésohalobe holoeuryhalin = 0/35‰; mésohalobe euryhalin = 3-5/30‰; polyhalobe oligoeuryhalin = 35/30‰; polyhalobe méioeuryhalin = 35/17-20‰; polyhalobe mésoeuryhalin = 35/10-8‰; polyhalobe pléioeuryhalin = 35/5-3‰.

Number of taxa in the «*halobien system*» classes.

L'ensemble de la flore fossile est oligo à polyhalobe (fig. 3a) avec une dominance des taxons polyhalobes méioeuryhalins (35 à 17-20‰). Environ 10% des taxons sont obligohalobes (0 à 0,5‰). Les espèces littorales (fig. 3c) ont une tolérance aux écarts de salinité plus forte que les planctoniques (fig. 3b) le plus souvent polyhalobes méioeuryhalines, rarement euryhalines (e.g. *Melosira sulcata*, *Cyclotella caspia*). BÉLANGER et CARDINAL (1977) signalent cependant, à Grande-Rivière, un groupe écologique à *C. Costata* correspondant à une salinité de 25-26‰, puis un groupe plus tardif à *C. scutellum* dans une salinité plus forte (28-29‰).

#### PALÉOSYNÉCOLOGIE

Les reconstitutions paléoécologiques sont basées sur des assemblages définis par les espèces dominantes (>10%) et les espèces-compagnes fréquentes (4-9%). Des comptages n'ont été faits que pour les échantillons F9-20, F9-30, 80, 24, 30a, 47b et 76. Les trois premiers sont des argiles massives; les trois suivants des argiles marines fossilifères, assez caillouteuses, que l'on pourrait qualifier de diamicton glacio-marin, en particulier l'échantillon 30a; le dernier est un sable silto-argileux très fossilifère. Quatre assemblages ont été observés.

1 – Assemblage à *Stephanopyxis turris* var. *intermedia* accompagnée par *Coscinodiscus* sp. 1 (F9-20, 30). Cet assemblage peu diversifié est dominé par des éléments planctoniques polyhalobes oligoeuryhalins (35 à 30‰). Le milieu est suffisamment profond ou éloigné pour que les éléments littoraux soient à peu près absents, à moins que la flore littorale de cette époque soit inexistante. Les conditions actuelles, de même que la distance entre le forage F9 et la limite méridionale des dépôts marins (fig. 1b), suggèrent une profondeur d'au moins 25 m et une distance des côtes de l'ordre de 8 km. La salinité était voisine ou supérieure à celle du golfe et de l'estuaire maritime (25-28‰) et peu variable. Ces eaux marines et profondes devraient logiquement correspondre aux conditions optimales de la phase pléni-marine.

Cet assemblage n'a pas d'équivalent dans les flores actuelles du golfe, de l'estuaire maritime ou de la mer du Labrador. Il est possible que le *Stephanopyxis* sp. signalé par SINCLAIR (1978) dans le bas estuaire soit, en fait, *S. turris* v. *intermedia*; l'espèce est cependant peu importante, n'excédant pas 150 cellules/litre. L'assemblage décrit ici a peu d'affinités avec les flores des sédiments du Centre-Atlantique (LOHMAN, 1941) ou du Nord-Est Atlantique (MAYNARD, 1974).

2 – Assemblage à *Cocconeis scutellum* var. *stauroneiformis* accompagné par *Chaetoceros* sp. (soie, type 1), *Cocconeis costata* et *Nitzschia cylindrus* (47b, 24, 30a). Il s'agit d'un assemblage littoral très diversifié si on tient compte des taxons occasionnels (1-4%) *Actinocyclus* aff. *normanii*, *Chaetoceros diadema*, *Amphora terroris*, *Diploneis entomon*, *Nitzschia marginula* var.

*subconstricta* fo. *minuta*, *Rhabdonema arcuatum*, *Synechra tabulata* et *Trachyneis aspera*. L'importance des formes littorales démontre un milieu peu profond, inférieur à 20-25 cm, tandis que les formes planctoniques (*Chaetoceros* sp., *Ch. diadema*, *N. cylindrus*) suggèrent une certaine distance des côtes. La plupart des taxons dominants à occasionnels sont polyhalobes méioeuryhalins (35 à 17-20‰), les formes littorales étant les plus tolérantes. La salinité était plus basse et beaucoup plus variable qu'avec l'assemblage précédent. Si on se fie à la distribution actuelle de certaines espèces sténohalines restreintes au bas estuaire, tel *Ch. diadema*, la salinité était un peu plus élevée qu'aujourd'hui (>25‰). Les températures étaient également variables: de quelques degrés avec *N. cylindrus* et *C. scutellum* var. *stauroneiformis* à peut-être 15°C avec *C. costata*. Ces basses températures sont confirmées par les taxons occasionnels *D. entomon* et *S. kamtschatica*, deux taxons présumés arctiques.

Comme cet assemblage traduit un milieu littoral, moins profond et moins salé que le précédent, il est plus récent et marque la fin des conditions optimales pléni-marines. Les datations obtenues avec les échantillons 24 et 30a montrent que ces conditions régressives se sont manifestées dès 10 800 ans BP, dans la région de Rivière-du-Loup. Les valves brisées assez fréquentes suggèrent également un certain remaniement ou transport, sans doute liés à l'instabilité du milieu, notamment l'activité glacielle.

3 – Assemblage à *Cyclotella caspia* et *C. costata* accompagnés par *C. scutellum* var. *stauroneiformis* (76). Si on se fie à l'autoécologie de *C. caspia*, les eaux étaient peu profondes (0-10 m?) et peu salées (5-20‰?). *A. brevipes* confirmerait la faible profondeur et la proximité des terres. Un tel milieu, plus calme et saumâtre que le précédent, appartient à la phase régressive.

4 – Assemblage à *Pinnularia* spp. (80). De nombreuses valves très corrodées de ce genre ont été relevées dans l'échantillon 80, une argile grise prélevée sous 50 cm de tourbe, sur la moraine de Saint-Antonin. Elles témoignent vraisemblablement d'une flore d'une eau douce; des spicules d'éponges et des kystes de Chrysophycées similaires à ceux relevés dans des sédiments lacustres du Bas-Saint-Laurent (LORTIE, 1981) appuient cette interprétation.

Les espèces dulcicoles relevées dans les sédiments sont fort rares. Plusieurs sont des formes littorales très tolérantes, capables de vivre en zone littorale estuarienne (par exemple, *Fragilaria pinnata*, *F. construens*, *Cocconeis placentula*). Par contre, plusieurs taxons (*Asterionella ralfsii* v. *america*, *Pinnularia biceps*, *P. intermedia*, *Eunotia arcus*) sont caractéristiques des tourbières du Bas-Saint-Laurent (LORTIE, 1983). La présence de ces espèces tourbicoles dans des sédiments marins (24, 47b) suggère donc une installation rapide — dès 10 500 ans BP — des diatomées en milieu continental, à proximité de l'estuaire.

PLANCHES I à IX. Les diatomées de la mer de Goldthwait dans la région de Rivière-du-Loup, Québec. Échelle = 10 µm.

Goldthwait Sea diatoms in the Rivière-du-Loup area, Québec. Scale = 10 µm.

PLANCHE I

- 1,3 – *Melosira* sp. 1.
- 2 – *Stephanodiscus astraea* (Ehr.) Grun.
- 4 – *Coscinodiscus bathyomphalus* Cleve.
- 5,6 – *Melosira sulcata* fo. *seriata* (Ehr.) Grun.
- 7 – *Melosira granulata* var. *angustissima* O. Müller.
- 8 – *Cyclotella kützingiana* var. *planctophora* Fricke.
- 9-11 – *Cyclotella caspia* Grun.
- 12 – *Hyalodiscus subtilis* (Kütz.) Grun.

Échelle: a) toutes sauf 9 et 12; b) 9 extrême gauche; c) 12.

PLANCHE II

- 1,2 – *Coscinodiscus marginatus* Ehr.
- 3,4 – *Coscinodiscus* sp. 1.
- 5,6,7 – *Coscinodiscus* sp. 1, valve interne au MEB.

Échelle: a) 7; b) 1-4; c) 5,6.

PLANCHE III

- 1,2 – *Coscinodiscus* sp. 1.
- 3 – *Thalassiosira* sp. 6 (cf. *Th. pacifica* Gran et Ang.).
- 4 – *Coscinodiscus* sp. 2 (cf. *C. kützingii* Schmidt).
- 5 – *Thalassiosira nordenskiöldii* Cleve.
- 6,11 – *Thalassiosira* aff. *delicatula* (Öst.) Hasle.
- 7 – *Thalassiosira* aff. *oestrupii* (Öst.) Hasle.
- 8 – *Thalassiosira* sp. 3.
- 9 – *Thalassiosira* sp. 4.
- 10,12 – *Thalassiosira decipiens* (Grun.) Jørg.
- 13 – *Thalassiosira* sp. 2.

Échelle: a) toutes.

PLANCHE IV

- 1,2 – *Actinocyclus* aff. *normanii* (Greg.) Hust. Valve interne; pl. = processus labié.
- 3 – *Actinocyclus* aff. *normanii* (Greg.) Hust.
- 4,5 – *Actinocyclus* aff. *normanii* (Greg.) Hust. Valve externe; pn = pseudonodule.
- 6 – *Thalassiosira* sp. 7.
- 7 – *Actinocyclus* aff. *normanii* (Greg.) Hust. pn = pseudonodule.

Échelle: a) 2,4; b) 3,6,7; c) 1,5.

PLANCHE V

- 1 – *Thalassiosira* sp. 1.
- 2,5,12,15 – *Stephanopyxis turris* var. *intermedia* Grun.
- 3 – *Thalassiosira* sp. 5.
- 4 – *Chaetoceros* sp., soie, type 3.
- 6 à 11 – *Chaetoceros* sp., spore, type 2.
- 14 – *Chaetoceros diadema* (Ehr.) Grun.
- 13 – *Chaetoceros* sp., soie, type 1.

Échelle: a) toutes.

PLANCHE VI

- 1,2,3 – Centrale, *incerta sedis*, sp. 1; valve externe au MEB.
- 4 – *Chaetoceros* sp., soie, type 1.
- 5 – *Pseudopodosira* cf. *aspera* Jousé.
- 6,11 – *Chaetoceros* sp. spore, type 3.
- 7 – Centrale, *incerta sedis*, sp. 1.
- 8 – *Chaetoceros* sp., soie, type 2.
- 9,13 – *Biddulphia* sp. 1, spore.
- 12 – *Chaetoceros* sp., spore type 4.
- 10 – *Biddulphia aurita* (Lyngb.) Bréb. et Godey.
- 14 – *Biddulphia mitra* (Bail.) Cleve.
- 15 – *Biddulphia* sp.

Échelle: a) toutes sauf 1,2,3; b) 1; c) 2,3.

PLANCHE VII

- 1 – *Synedra kamtschatica* Grun.
- 2 – *Synedra tabulata* (Ag.) Kütz.
- 3 – *Thalassionema nitzschioides* Grun.
- 4 – *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grun.
- 5 – *Licmophora gracilis* var. *anglica* (Kütz.) Peragallo.
- 6 – *Trachysphenia australis* var. *rostellata* Hust.
- 7,10,11 – *Trachysphenia australis* var. *borealis* fo. *angusta* Cleve-Euler.
- 8,9 – *Opephora martyi* Héribaud.
- 12 – *Achnanthes lanceolata* var. *dubia* (Ost.) Hust.
- 13,14 – *Campylodiscus angularis* Greg.
- 15,16,17 – *Achnanthes* aff. *oregonensis* Riznyk.
- 18 – *Rhabdonema arcuatum* (Lyngb.) Kütz.
- 19 – *Cocconeis scutellum* Ehr.
- 20 – *Rhaphoneis amphicerus* Ehr.
- 21 – *Gomphonema* sp. 1.
- 22,23 – *Gomphonema pseudoexiguum* Simonsen.
- 24 – *Gomphonema kamtschaticum* Grun.
- 25 – *Achnanthes groenlandica* var. *östrupii* Cleve-Euler.
- 26 – *Stephanopyxis turris* var. *intermedia* Grun.
- 27,29 – *Cocconeis scutellum* var. *stauroneiformis* W. Smith.
- 28 – *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehr.) Cleve.
- 30,31,35 – *Cocconeis costata* Greg.
- 32,33,34 – *Navicula* sp. 1.
- 36 – *Cocconeis* sp. 1 Valve avec raphé.
- 37 – *Cocconeis* sp. 1 Valve sans raphé.
- 38 – *Trachyneis aspera* (Ehr.) Cleve.

Échelle: a) 2-12, 15-19, 21-25, 27-30; b) 1, 13, 14, 20, 26; c) 38.

PLANCHE VIII

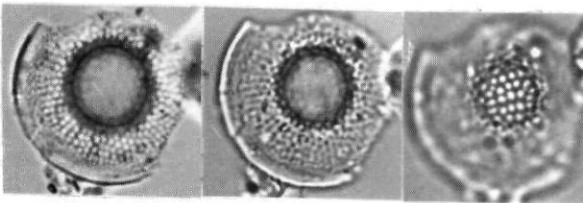
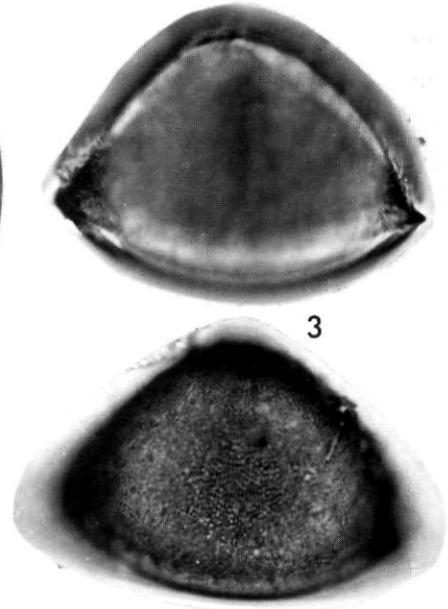
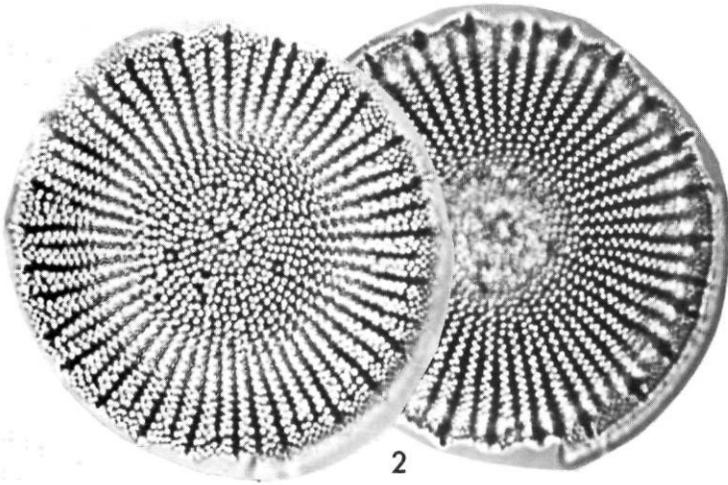
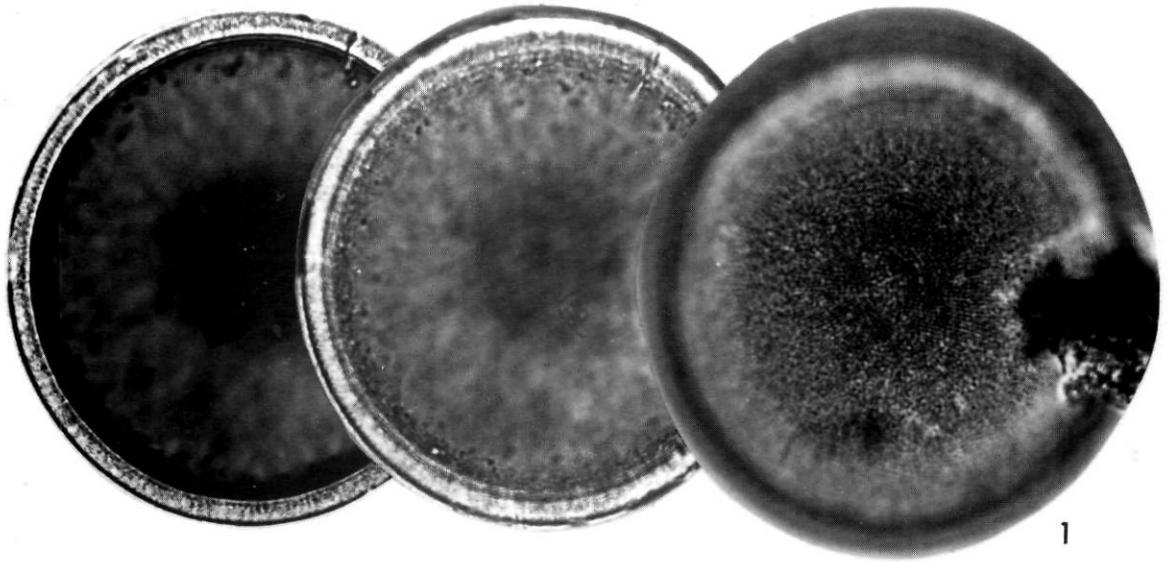
- 1 – *Navicula grevillei* Agardh.
- 2 – *Diploneis bombooides* var. *media* (Grun.) Hust.
- 3 – *Navicula glacialis* (Cleve) Grun.
- 4 – *Nitzschia* aff. *sigmoidea* (Nitzsch.) W. Smith.
- 5 – *Navicula diploneioides* Hust.
- 6 – *Navicula finnmarkica* var. *acuta* Salah.
- 7 – *Navicula tenera* Hust.
- 8 – *Navicula siofokensis* var. *rostrata* Cleve.
- 9 – *Diploneis smithii* (Bréb.) Cleve.
- 10 – *Diploneis entomon* (A. Schmidt) Cleve.
- 11 – *Navicula abunda* Hust.
- 12 – *Navicula cancellata* var. *gregorii* (Ralfs.) Grun.
- 13 – *Pinnularia cruciformis* var. *brevior* Cleve.
- 14 – *Navicula digitoradiata* (Greg.) A. Schmidt.
- 15 – *Navicula menisculus* Schuman.
- 16 – *Navicula cincta* (Ehr.) Kütz.
- 17 – *Diploneis interrupta* var. *clancula* (A. Schmidt) Cleve.

Échelle: a) toutes sauf 2; b) 2.

PLANCHE IX

- 1 – *Nitzschia socialis* Greg.
- 2 à 5 – *Nitzschia marginulata* var. *subconstricta* fo. *minuta* Grunow.
- 6 à 11 – *Nitzschia cylindrus* (Grun.) Hasle.
- 12 à 14 – *Nitzschia grunowii* Hasle.
- 15,16 – *Amphora acutiuscula* Kütz.
- 17 – *Nitzschia* aff. *frigida* Grun.
- 18,19 – *Amphora terroris* Greg.
- 20,21 – *Nitzschia* sp. 1 (cf. *N. lanceolata* W. Smith).
- 22 – *Cocconeis scutellum* Ehr.
- 23 – *Chaetoceros diadema* (Ehr.) Grun.
- 24 – *Thalassiosira* sp. 7.
- 25,26 – *Chaetoceros* sp., soie, type 1.

Échelle: a) toutes.



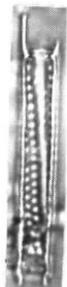
4  
a  
b  
c



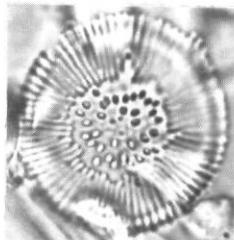
11



12



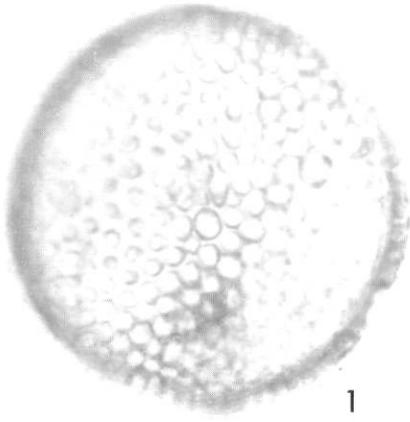
13



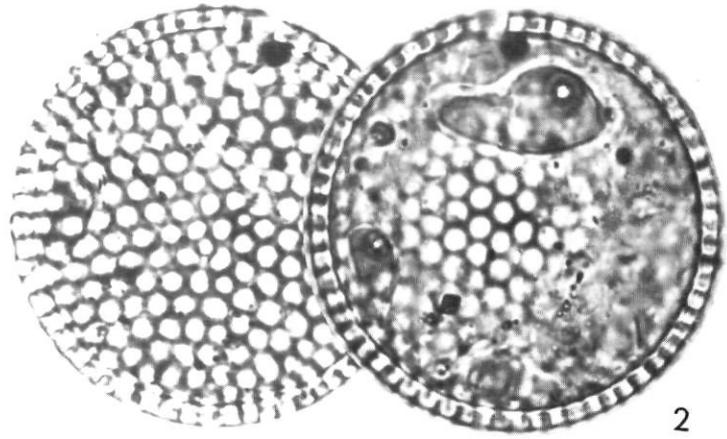
14



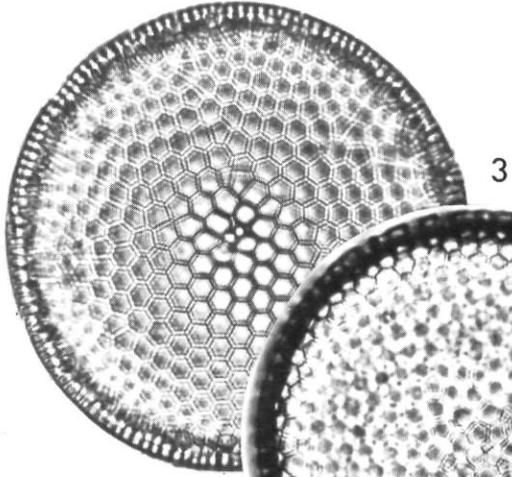
20



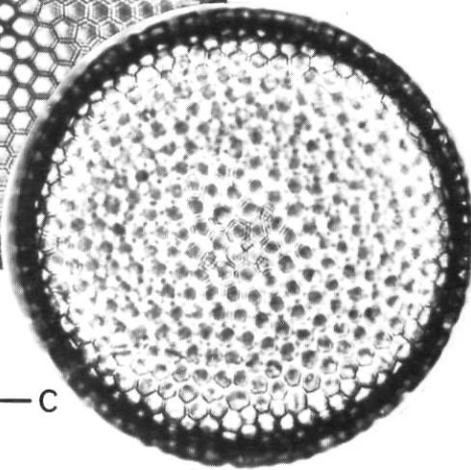
1



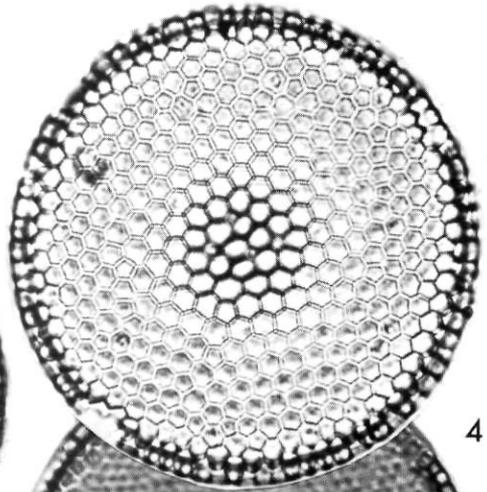
2



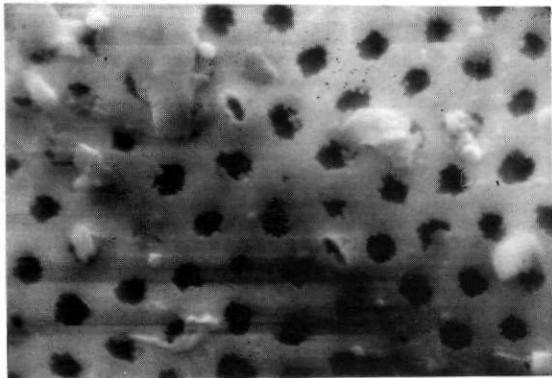
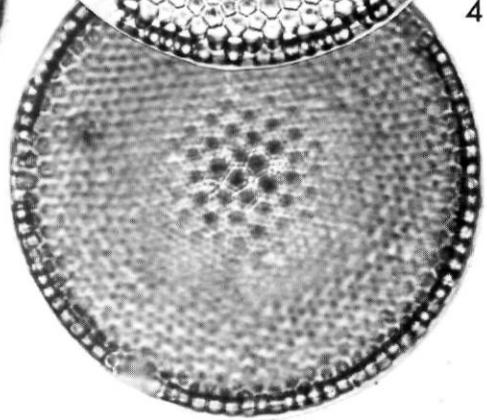
3



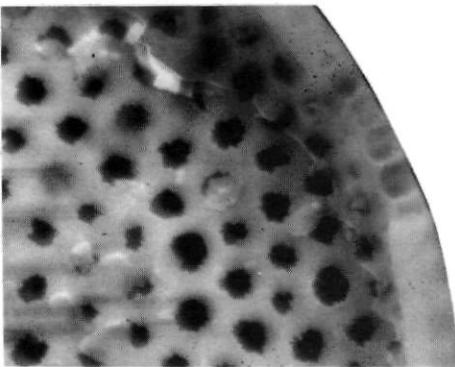
— a  
— b  
— c



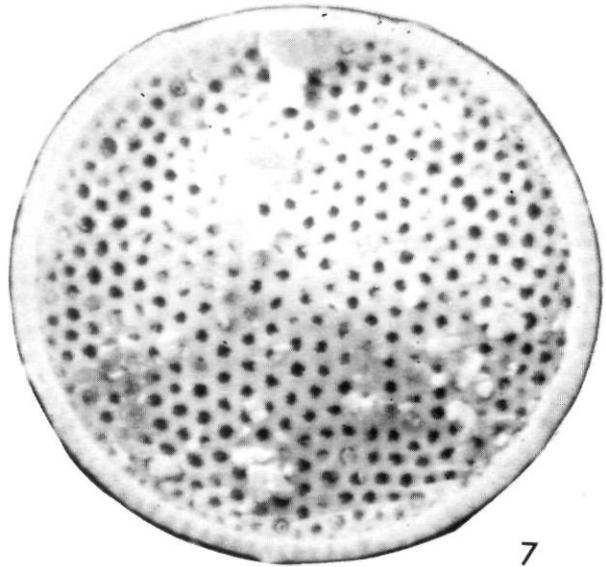
4



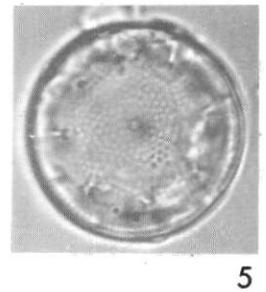
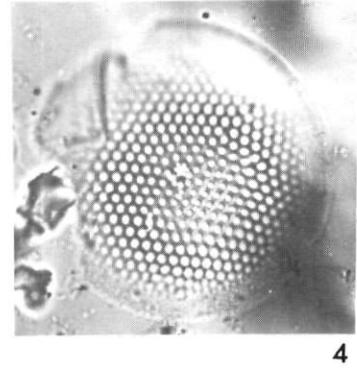
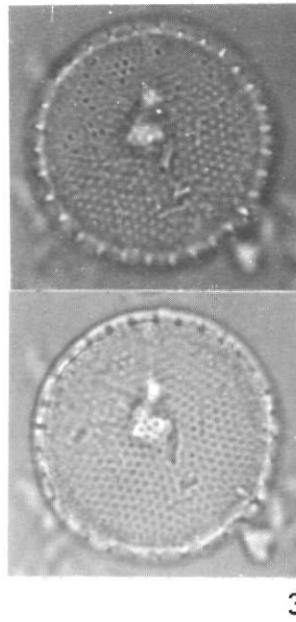
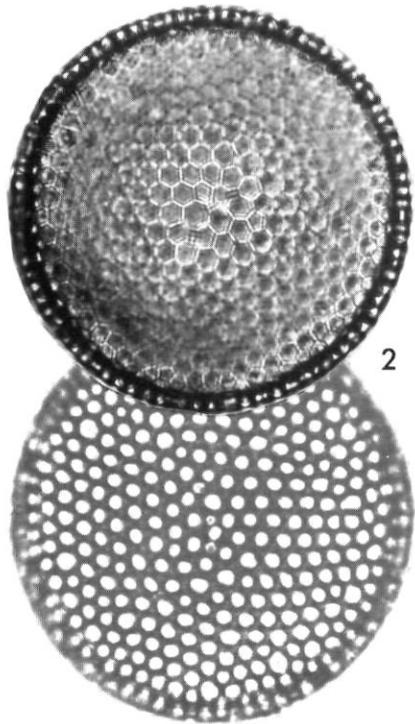
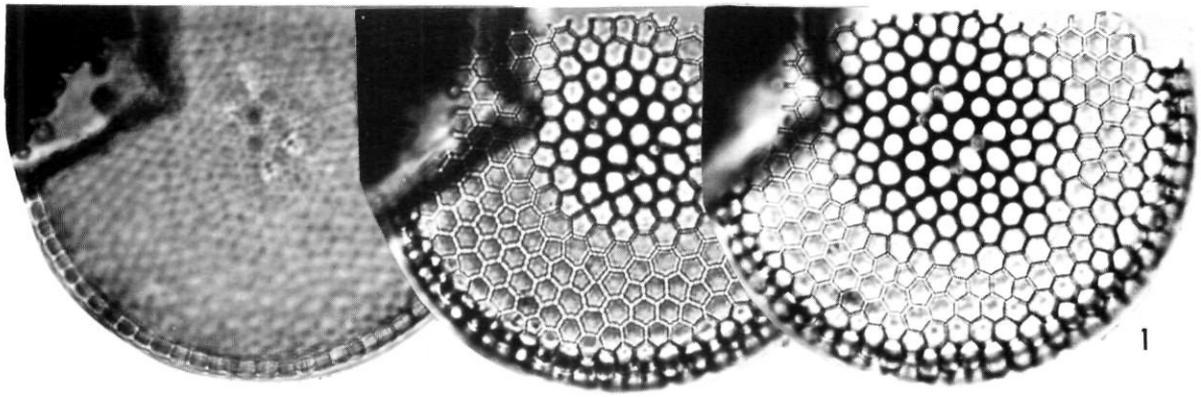
5



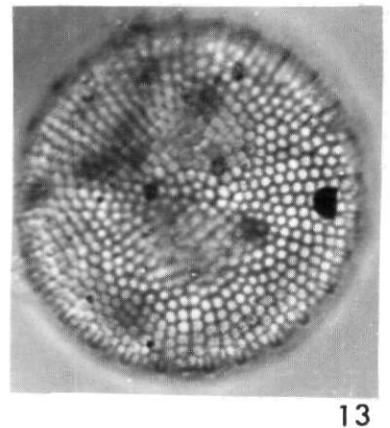
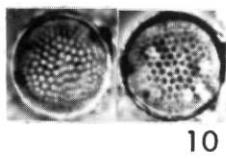
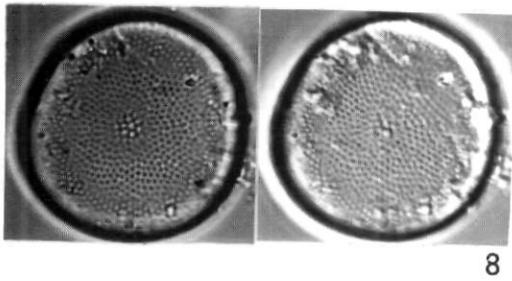
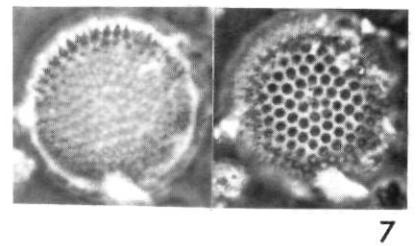
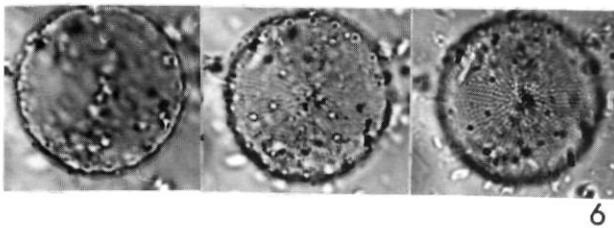
6

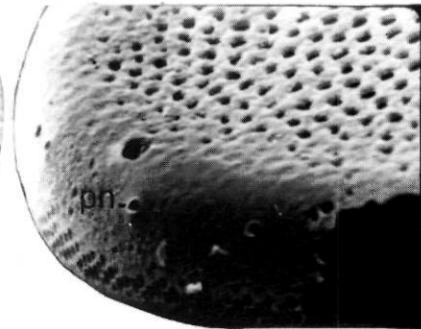
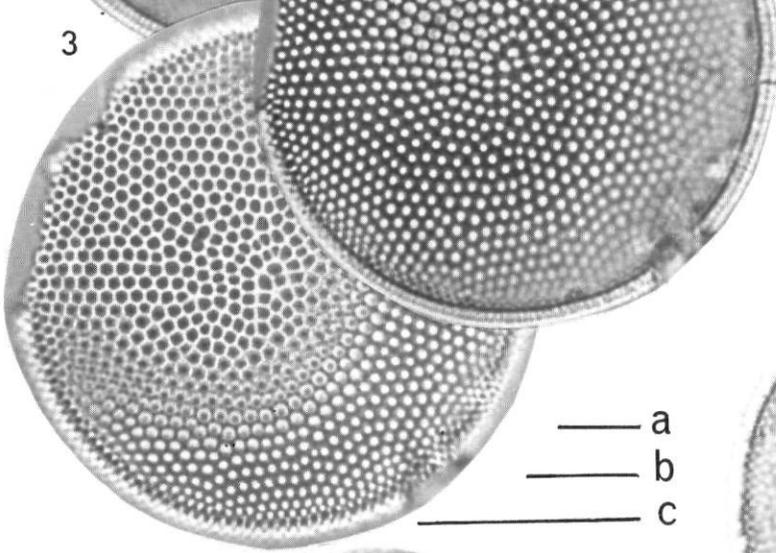
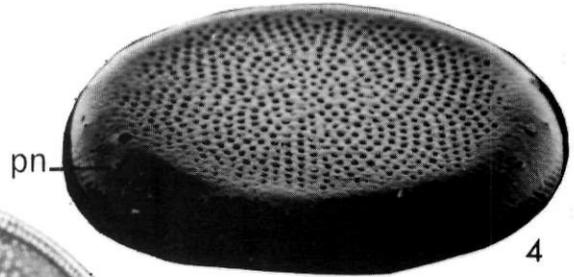
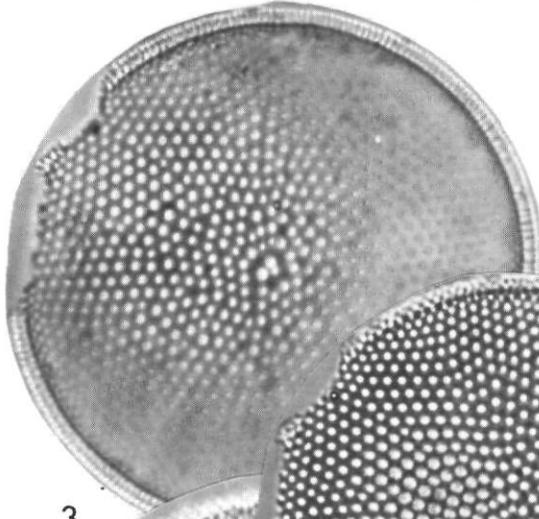
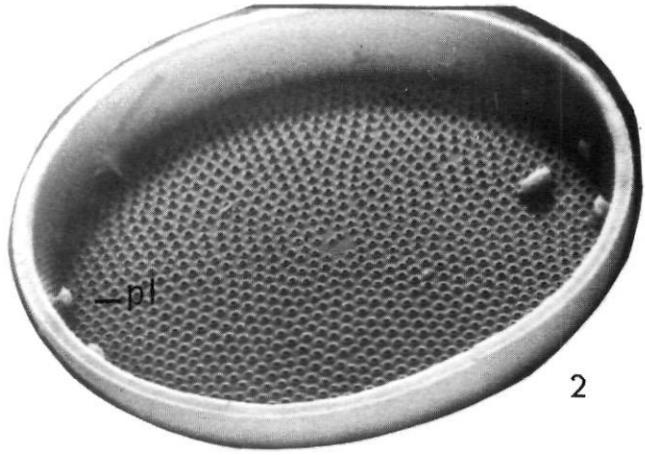
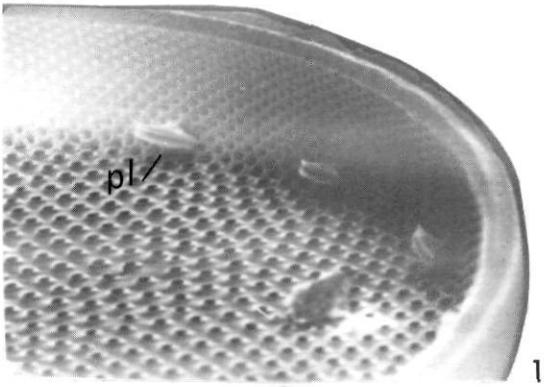


7

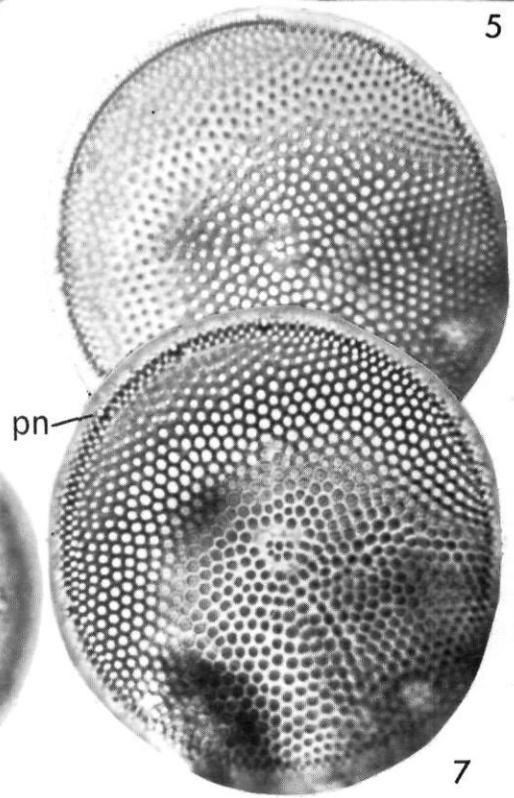
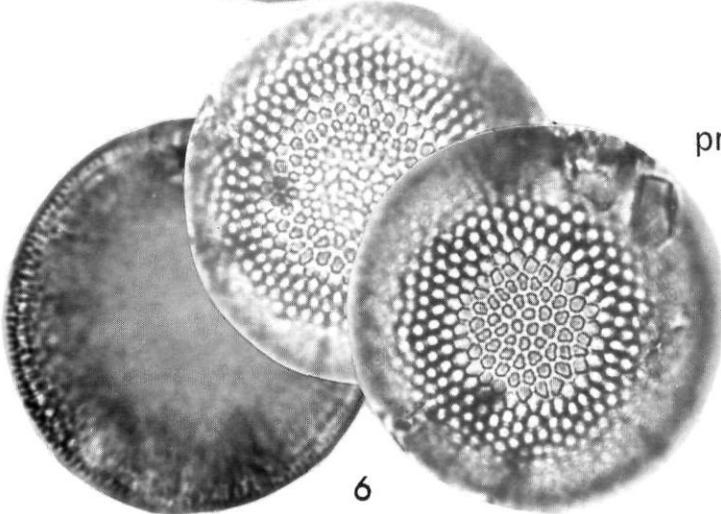


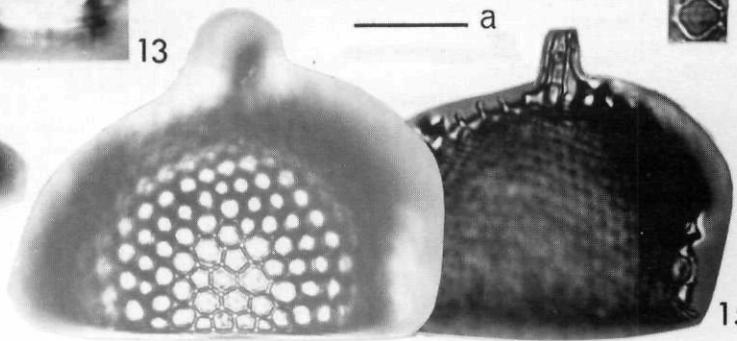
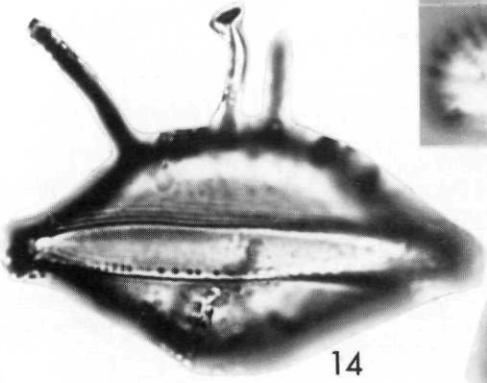
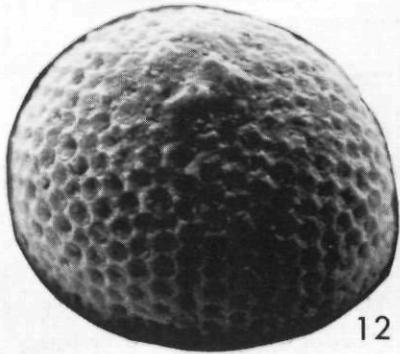
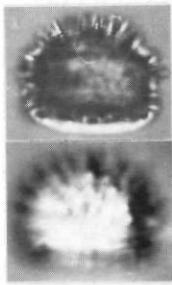
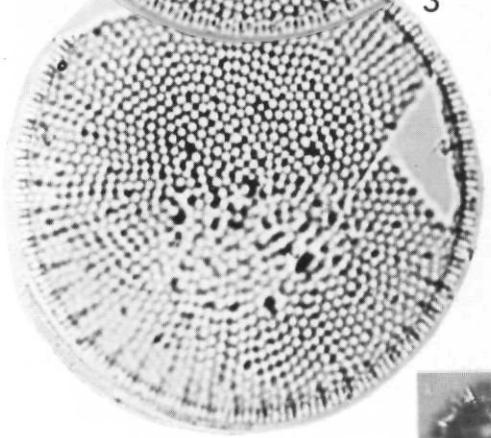
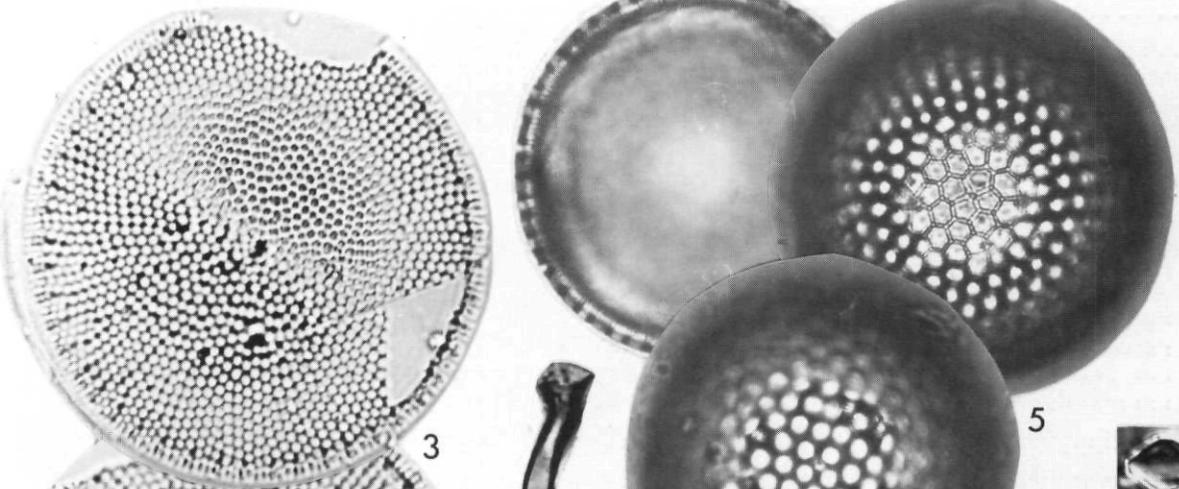
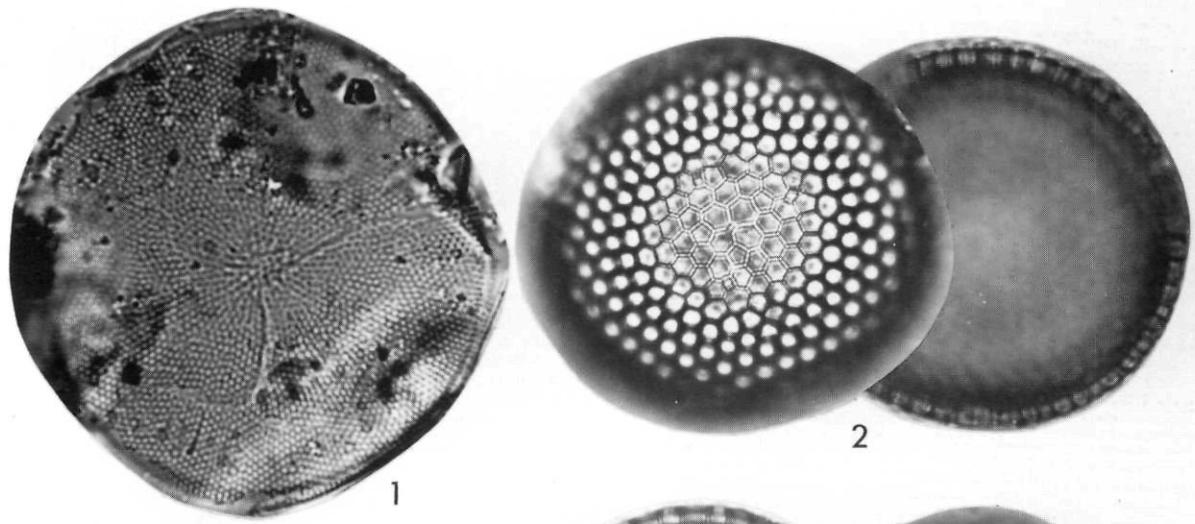
— a



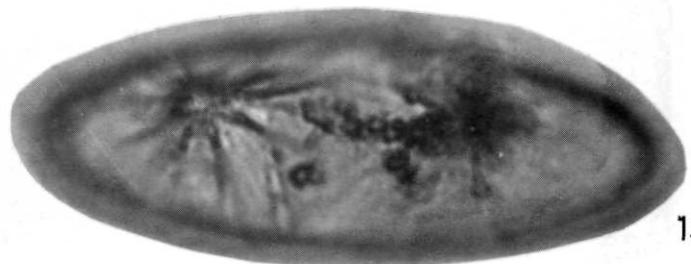
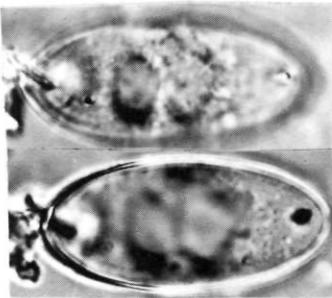
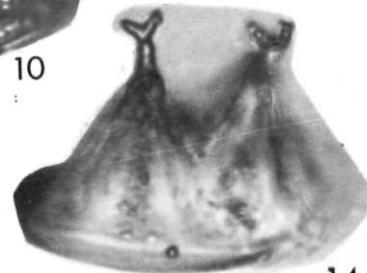
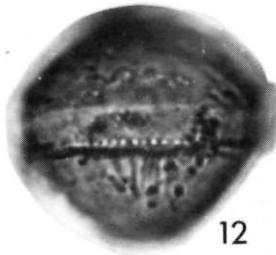
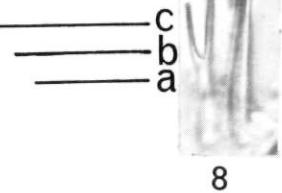
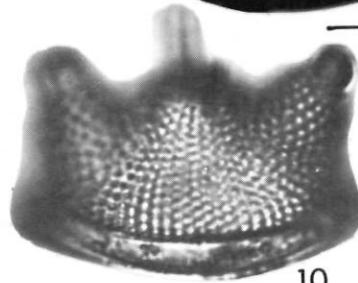
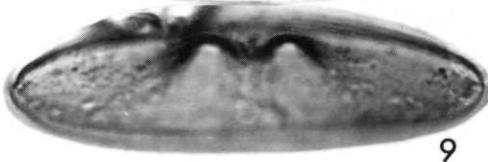
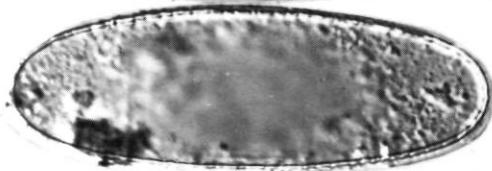
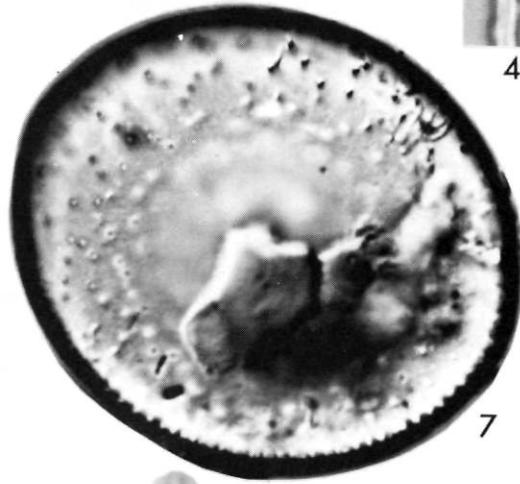
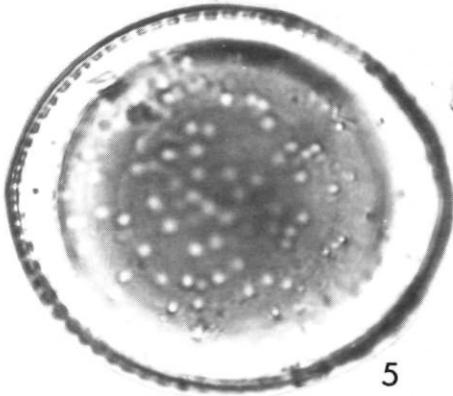
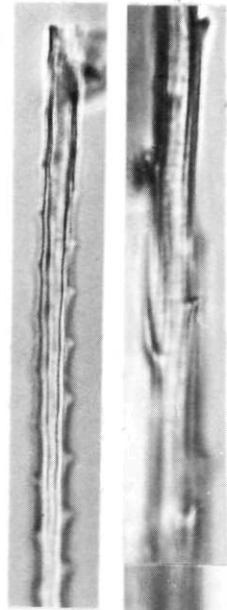
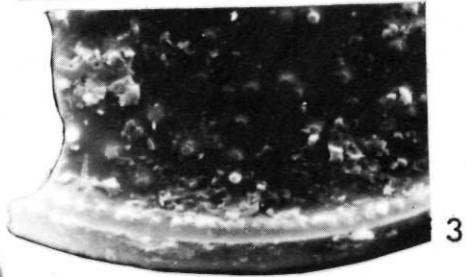
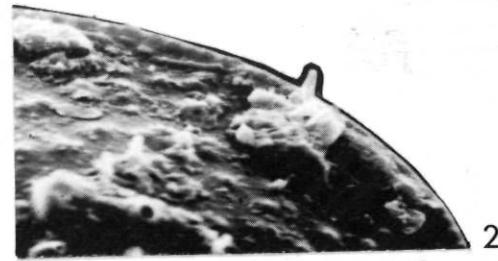
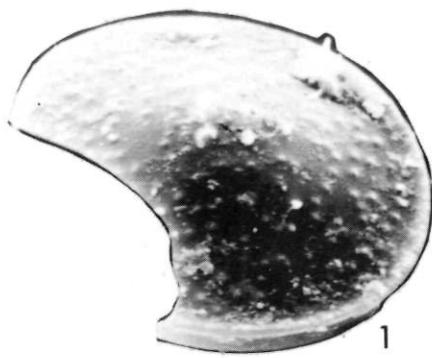


a  
b  
c



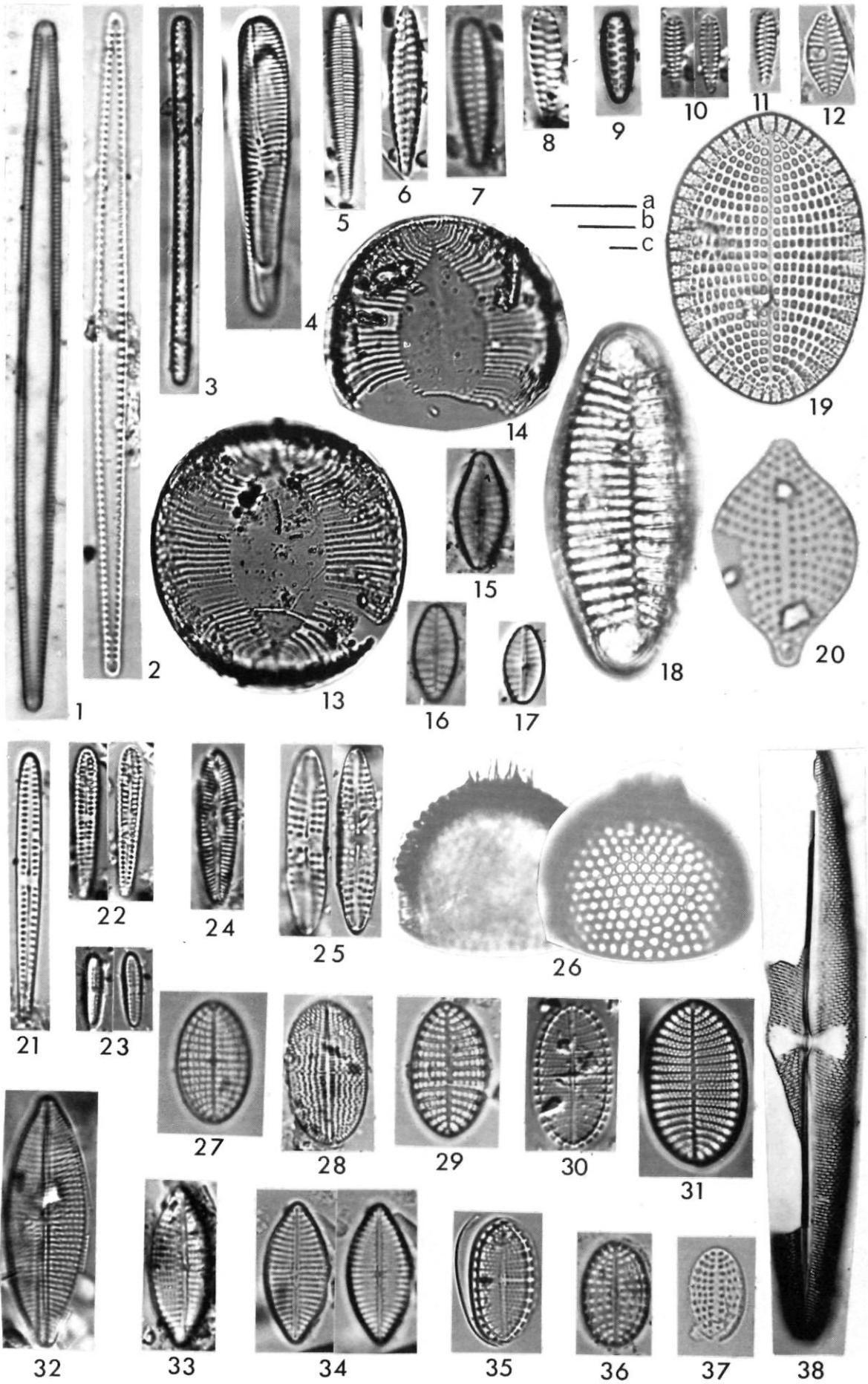


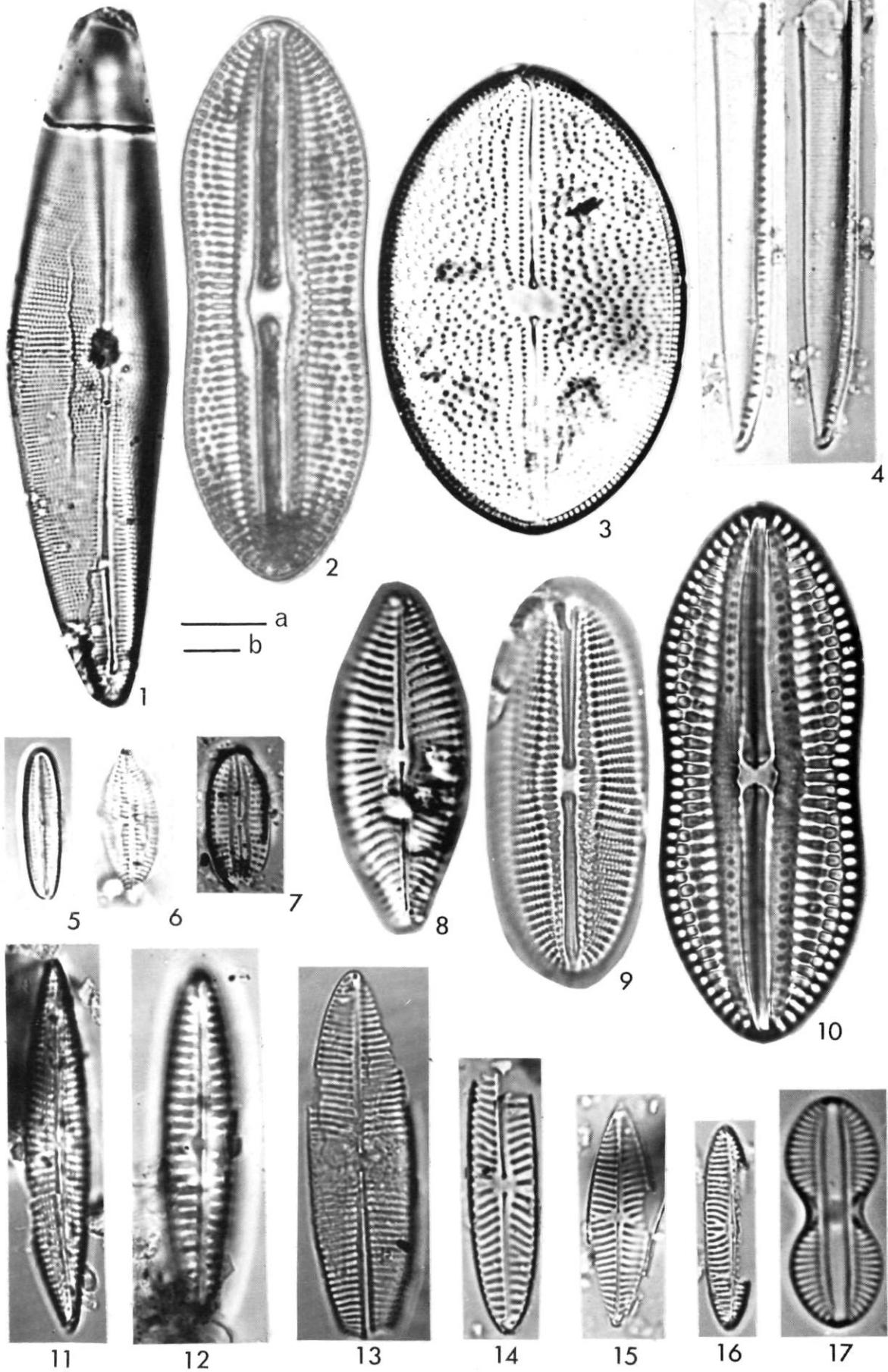
— a

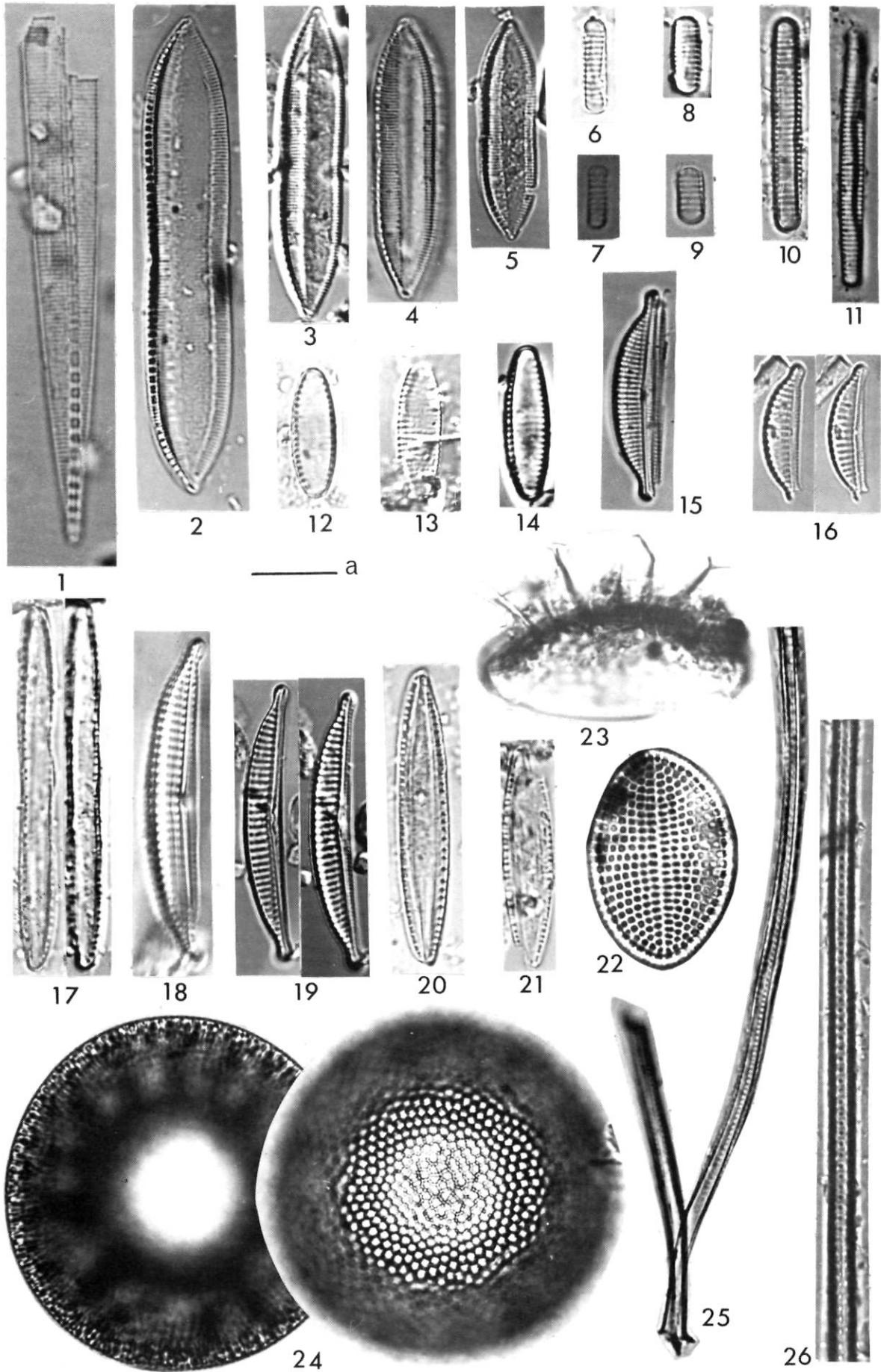


13

15







## CONCLUSION

Ce premier inventaire taxonomique des diatomées de la mer de Goldthwait compte 131 taxons et 41 genres. Cette flore fossile sub-arctique diffère du phytoplancton actuel de la région de Rivière-du-Loup par la rareté des formes planctoniques dulcicoles et par l'importance des taxons polyhalobes oligo-méioeuzyhalins. Les trois assemblages marins distingués traduisent les conditions de vie pléni-marines puis régressives qui ont pu prévaloir dans la région. Le premier assemblage à *S. turris* v. *intermedia* et *Coscinodiscus* sp. 1 correspond probablement à l'optimum marin du Goldthwaitien II de DIONNE (1977). Le deuxième assemblage à *C. scutellum* v. *stauroneiformis*, *C. costata*, *N. cylindrus* et *Chaetoceros* sp. 1 a été daté à environ 10 300 et 10 800 ans BP; il indique un milieu moins profond et salé marquant le passage vers les conditions régressives du Goldthwaitien II. Le dernier assemblage à *C. caspia*, *C. costata* et *C. scutellum* v. *stauroneiformis* reflète un milieu nettement plus saumâtre associé à la régression du Goldthwaitien III. Cette corrélation biostratigraphique n'est probablement valable que pour la rive sud du moyen estuaire du Saint-Laurent. En effet, les diatomées vivent essentiellement dans la zone photique de surface et il est probable que l'évolution des communautés a été différente de part et d'autre de l'estuaire, à cause de la morphologie peu accentuée du lit de l'estuaire sur la rive sud et de la déglaciation plus tardive sur la rive nord. D'autre part, on remarquera que, par sa position dans l'estuaire, Rivière-du-Loup est une zone de transition et de mélange des eaux douces et marines. Aussi, l'étude des sédiments marins, en amont de Saint-Jean-Port-Joli, devrait-elle mettre en évidence un bien meilleur contraste entre les flores actuelle et fossile et permettre une reconstitution paléocéologique plus aisée. L'origine présumée lacustre des pélites du moyen-estuaire (NOTA et LORING, 1964; d'ANGLEJAN et BRISEBOIS, 1974) devrait être facilement éclaircie. À ce titre, ce travail ne constitue guère qu'une première étape dans l'étude paléocéologique et biostratigraphique des diatomées des mers post-glaciaires de l'est du Canada.

## ANNEXE

### REMARQUES TAXONOMIQUES ET AUTOÉCOLOGIQUES

L'identification des diatomées est basée principalement sur les traités de HUSTEDT (1927-66), CLEVE-EULER (1951-55), PATRICK et REIMER (1966, 1975). Nous avons également consulté de nombreux travaux relatifs aux flores froides et littorales, notamment PERAGALLO et PERAGALLO (1897-1908), LEBOUR (1930), CUPP (1943), VAN DER WERFF et HULS (1957-74), HENDEY (1964), MILLER (1964) et PANKOW (1976).

L'ouvrage de BRUNEL (1962) sur le phytoplancton de la baie des Chaleurs n'a pas été d'un grand secours puisqu'il est axé surtout sur le genre *Chaetoceros*, mal conservé. L'autoécologie des taxons s'appuie sur les travaux de VAN DER WERFF et HULS (*op. cit.*), HUSTEDT (1957, 1927-66), CLEVE-EULER (*op. cit.*), SIMONSEN (1962) et EDSBAGGE (1966).

Dans le cadre de cet article, seuls les taxons importants (fréquence >4%) ou d'écologie caractéristique seront discutés. Les taxons rares non identifiés sont décrits ailleurs (LORTIE, 1981). La terminologie descriptive utilisée suit celle d'ANONYMOUS (1975) et de ROSS *et al.* (1979).

### CENTRICAE

*Actinocyclus* aff. *normanii* (Greg.) Hustedt

HUSTEDT (1957: 218, pl. 1, fig. 5, 6)

*Description.* Valve circulaire, plate, assez mince. Diamètre 35-65  $\mu\text{m}$ . Manteau étroit (environ 2  $\mu\text{m}$ ), légèrement convexe. De courts pseudo-nodules (2 en 10  $\mu\text{m}$ ) sont placés sur la bordure du manteau, à la base de chaque secteur fasciculé. Les alvéoles sub-hexagonales (9-10 en 10  $\mu\text{m}$ ) sont disposées radialement, selon 12-13 fascicules; la structure des alvéoles est apparemment simple, sans criblum. Les rayons fasciculés sont légèrement curvilignes. Le centre a 4-5  $\mu\text{m}$  de diamètre et est formé par une rosette comportant une alvéole centrale entourée par 6-7 alvéoles et une aire hyaline d'environ 1-2  $\mu\text{m}$ . La valve interne porte une marge striée (12-16 stries en 10  $\mu\text{m}$ ) et 4-5 processus labiés débouchant apparemment sur les pseudo-nodules. Occasionnel (pl. IV, fig. 1-5, 7).

*Taxonomie.* Les pseudo-nodules, difficiles à observer, permettent d'attribuer ce taxon au genre *Actinocyclus*. Autrement, il est voisin de *Coscinodiscus curvulatus* Grun. (HUSTEDT, 1927-66, I: 406, fig. 214), dont il se distingue par le nombre d'alvéoles plus élevé (6 en 10  $\mu\text{m}$ ); il diffère de *C. Rothii* (Ehr.) Grun. (*idem.*, p. 400, fig. 211) par l'absence de points hyalins inter-fasciculaires, et de *C. excentricus* var. *fascicula* Hust. (*idem.*, p. 390, fig. 202) par la marge.

Les valves observées sont plus plates que le spécimen illustré par HUSTEDT (1957, *op. cit.*) et VAN DER WERFF et HULS (1957-74, C. A. III c. 27). Ces derniers montrent également des pseudo-nodules beaucoup plus nets. En revanche, HASLE (1977, fig. 20-21) et, surtout, JOUSE et MUKHINA (1978, pl. 16, fig. 1-10, pl. 18, fig. 1-6, 10-12) illustrent plusieurs *A. normanii* semblables à nos spécimens. Il pourrait s'agir également d'*A. divisus* (Grun.) Hustedt (1958: 129, fig. 81); VAN DER WERFF et HULS 1957-74, C.A. III c. 27; = *C. divisus* Grun. in HUSTEDT, 1927-66, I:: 410, fig. 218).

*Autoécologie.* *A. normanii* est typiquement mésohalobe, souvent présent dans des eaux d'estuaire à faible salinité (HUSTEDT, 1957; VAN DER WERFF et HULS, *op. cit.*). *A. divisus* préfère des eaux nettement plus salées et fréquente le littoral (HUSTEDT, 1927-66, I: 411: 411; VAN DER WERFF et HULS, *op. cit.*).

*Chaetoceros* sp., spore, type 2

*Description.* Ce type de spore regroupe, en fait, plusieurs microspores très voisins. Les deux faces sont convexes, mais de manière plus ou moins prononcée sur l'une des faces. La bande médiane est plus ou moins large. Surface lisse. Diamètre

3-8  $\mu\text{m}$ , hauteur 3-7  $\mu\text{m}$ . Ces spores s'apparentent à ceux de *Ch. mülleri* Lemm. (CLEVE-EULER, 1951, I, fig. 228 c, d) et de *Ch. wighamii* Bright (*idem.*, fig. 221c). Occasionnel (pl. V, fig. 6 à 11).

**Taxonomie.** À l'exception de quelques taxons (*Ch. diadema*, *Ch. mitra*), la taxonomie des spores de *Chaetoceros* reste fort mal connue. Parmi les quatre types reconnus, le deuxième est le plus fréquent.

**Autoécologie.** *Chaetoceros* est un genre marin planctonique cosmopolite. Compte tenu de la distribution des espèces dans les eaux de l'estuaire (cf. tabl. II), nous les avons classées polyhalobes méioeuhalins.

***Chaetoceros* sp., soie, type 1**

**Description.** Cette soie se présente comme une tige à section carrée, étroite (1,5 à 2,5  $\mu\text{m}$ ), rectiligne, longue (jusqu'à 150  $\mu\text{m}$ ) et munie sur chaque face de courts spicules (10-12 en 10  $\mu\text{m}$ ). Ce type est proche de *Ch. decipiens* Cleve (HUSTEDT, 1927-66, I, fig. 383 b). Fréquent (pl. IV, fig. 3; pl. IX, fig. 25, 26).

**Taxonomie.** Des trois types de soies reconnus, le type 1 est le seul qui soit abondant. L'identification des soies n'est pas mieux connue que celles des spores.

**Autoécologie.** L'autoécologie retenue est similaire à celle des spores.

***Coscinodiscus* sp. 1**

**Description.** Valve circulaire, légèrement convexe au centre. Diamètre 35-45  $\mu\text{m}$ . Marge très épaisse (2-2,5  $\mu\text{m}$ ), striée (8-11 stries en 10  $\mu\text{m}$ ). Aréoles nettes, hexagonales, avec criblum : 5-6 au centre, 6-7 à la marge disposées sans ordre apparent. Au centre, 3-4 processus (?). Au MEB, on distingue au centre de la valve interne, deux processus (?) allongés, étroits. Fréquent à occasionnel dans les échantillons F9-20 et F9-30 (pl. II, fig. 3 à 7; pl. III, fig. 1, 2).

**Taxonomie.** Aréoles et processus distinguent ce taxon voisin de *C. marginatus* Ehr.

**Autoécologie.** Espèce vraisemblablement marine et planctonique.

***Cyclotella caspia* Grunow.**

HASLE (1962 : 29, pl. i, fig. 1-26)

**Description.** Petite valve circulaire (diamètre 5-8  $\mu\text{m}$ ), à surface légèrement ondulée. Centre occupant les 2/3 de la valve, avec une surface grossière, granuleuse et, parfois discernables, un ou deux petits pores. Manteau finement strié (24-28 stries en 10  $\mu\text{m}$ ), avec un anneau (cloison interne?). Dominant dans l'échantillon 76 (pl. I, fig., 9 à 12).

**Taxonomie.** HASLE (*op. cit.*) donne une bonne description et discussion de ce taxon voisin de *C. atomus* Hustedt.

**Autoécologie.** Cette espèce marine préfère des salinités basses, jusqu'à 4-5‰ (GRØNTVED, 1954; HASLE, 1962) et une faible profondeur comprise entre 0 et 6 m; elle est abondante surtout dans le premier mètre de surface (BRAARUD et FØYN, 1968). Observée également dans une argile marine de la vallée du lac Champlain (O'BRIEN, 1968).

***Melosira* sp. 1**

**Description.** Valve très bombée, en forme de cloche. Manteau non déprimé, presque droit, assez large (2-3  $\mu\text{m}$ ), avec des pores un peu plus gros (4-5 en 10  $\mu\text{m}$ ). Fines stries (26-28 en

10  $\mu\text{m}$ ), allongées, radiales. Centre obscur. Diamètre 30-45  $\mu\text{m}$ . Rare dans l'échantillon 76 (pl. I, fig. 1 et 3).

**Taxonomie.** Le bombement régulier de la valve, sa marge et la structure des stries distinguent ce taxon de *Melosira arctica* (Ehr.) Dickie, *M. Dubia* Kutz., *M. nummuloides* (Dillw.) C. A. Ag. et *M. moniliformis* (Müll.) Ag. MANN a créé deux espèces dont les stries, la forme convexe et le centre obscur s'apparentent à nos spécimens : *Thalassiosira undulosa* (Mann) Sheshukova-Poretzkaga (UTASHIRO *et al.*, 1977, pl. 1, fig. 9; = *Coscinodiscus undulosus* Mann, 1907 : 159, pl. 49, fig. 1 et 2) et *Hyalodiscus aspersus* Mann (1925b : 83, pl. 17, fig. 5 et 6). Peut-être s'agit-il d'un auxospore de *Melosira*? *Podosira glacialis* (Grun.) Jørg. (SCHRADER et FENNER, 1976, pl. 16, fig. 1 à 4, pl. 17, fig. 1) diffère par la structure de ses aréoles.

**Autoécologie.** *C. undulosus* a été observé dans les boues du fond de la mer de Béring, et *H. aspersus* dans les eaux marines des Philippines. Les autres formes apparentées sont toutes planctoniques.

***Stephanopyxis turris* var. *intermedia* Grunow.**

CLEVE-EULER (1951, I : 37, fig. 40c, d)

**Description.** Valve épaisse, bien silicifiée. Diamètre 34-40  $\mu\text{m}$ . Aréoles hexagonales nettes, 4-5 en 10  $\mu\text{m}$ . Valve très bombée portant au centre de 3 à 8 épines fortes et courtes. Dominant à fréquent dans les échantillons F9-30 et F9-20 (pl. V, fig. 2, 5, 12, 15; pl. VII, fig. 26), rare ou absente ailleurs.

**Taxonomie.** La variété *intermedia* se distingue surtout par ses aiguilles moins nombreuses (5 à 9, selon HUSTEDT, 1927-66, I : 306, fig. 142) que pour l'espèce qui en compte 10-28 pour GRAN (1908) ou 12-16 pour CUPP (1943). HUSTEDT (*op. cit.*) et PANTOCSEK (1886, pl. 23, fig. 208 et pl. 24, fig. 215) illustrent la variété *intermedia* avec des aiguilles placées à mi-chemin entre le centre et la marge. Par contre, CLEVE-EULER (*op. cit.*), puis GLESER *et al.* (1974, pl. 50, fig. 7) l'illustrent avec deux ou trois épines centrales, ce qui est le cas de nos spécimens. Le manteau droit et les fortes épines centrales la distingue de *S. palmeriana* (Grev.) Grunow et *S. naponica* Gran et Yenda (CUPP, 1943; 40, 41, fig. 4, 5). Les formes décrites ici sont vraisemblablement des spores, peut-être ceux de la var. *turris*.

**Autoécologie.** *S. turris* est une espèce néritique fréquentant les eaux marines du Nord de l'Europe (HUSTEDT, *op. cit.*) ou encore tempérées subtropicales du Pacifique (CUPP, 1943). SINCLAIR (1978) a signalé un *Stephanopyxis* sp. dans l'estuaire maritime. Apparemment, *S. turris* n'a pas été observé dans les eaux de la mer du Labrador (GUILLARD et KILHAM, 1977; GRØNTVED et SEIDENFADEN, 1938), bien que BURCKLE (1972) le signale avec sa variété *intermedia* dans des dépôts tertiaires de ce bassin.

***Thalassiosira* sp. 7**

**Description.** Valve circulaire, très convexe. Diamètre 28-47  $\mu\text{m}$ . Marge forte, assez large (3  $\mu\text{m}$ ), striée (8-10 en 10  $\mu\text{m}$ ). Aréoles hexagonales à sub-hexagonales, (8-10 en 10  $\mu\text{m}$ ). Occasionnel (pl. IV, fig. 6).

**Taxonomie.** Peu d'espèces de ce genre, bien représenté dans nos sédiments, ont pu être identifiées. *Thalassiosira* sp. 7 se distingue par une absence apparente d'épines, un fort bombement et des aréoles qui rappellent *Th. convexa* Muchina (SCHRADER, 1973b : 712, pl. 11, fig. 37, 39).

**Autoécologie.** Genre marin planctonique, souvent abondant au printemps. Les espèces non identifiées ont été classées polyhalobes méioeuhalins.

## PENNATAE

**Amphora terroris** Ehrenberg

CLEVE-EULER (1953, III : 99, fig. 689)

*Description.* Valve lancéolée à extrémités capitées. Côté dorsal portant 6-9 stries en 10  $\mu\text{m}$ , à nettes linéations. Longueur 30-80  $\mu\text{m}$ , largeur 5-10  $\mu\text{m}$ . Rare à occasionnel (pl. IX, fig. 18 et 19).

*Taxonomie.* *A. terroris* et *A. cymbifera* Greg. *sensu* Schmidt, (*Atlas*, pl. 25, fig. 17-19, 33, 34, 36; pl. 26, fig. 33) sont placés en synonymie par CLEVE-EULER (*op. cit.*) et SIMONSEN (1962: 94). Nos spécimens sont identiques aux *A. terroris* illustrés par CLEVE-EULER (*op. cit.*), MILLER (1964, pl. 6, fig. 2, 3), GLESER *et al.* (1974, pl. 55, fig. 4) et MANGUIN (1960: 328, pl. 19, fig. 214).

*Autoécologie.* Espèce marine littorale, polyhalobe méioeuromarine (SIMONSEN, 1962) vivant dans des eaux arctiques (CLEVE-EULER, *op. cit.*), antarctiques (MANGUIN, *op. cit.*) et dans la Baltique (SIMONSEN, *op. cit.*).

**Diploneis entomon** (Schmidt) Cleve

CLEVE-EULER (1953, II : 71, fig. 632 a, b)

CLEVE et GRUNOW (1880: 41, pl. 3, fig. 54). Synonyme: *Navicula bomboides* var. *media* Grunow

MANN (1925a: 19, pl. 2, fig. 7). Synonyme: *Navicula controversa* Mann

GEMEINHARD (1935: 104, fig. 111). Synonyme: *D. subcincta* var. *glacialis* Schultz

HUSTEDT (1927-66, II: 697, fig. 1081 b). Synonyme: *D. bomboides* var. *media* (Grunow) Hustedt

MANGUIN (1960: 308, pl. 30, fig. 364, 364). Synonyme: *D. stigmosa* Heiden et Kolbe

HASEGAWA (1976: 487, pl. 16, fig. 10; pl. 17, fig. 7, 8, 9)

*Description.* Valve panduriforme, avec une constriction nette au centre. Longueur 60-80  $\mu\text{m}$  et largeur 23-27  $\mu\text{m}$ . Nodule central sub-arrondi, produisant une « corne » médiane. Côtes larges (4-6 en 10  $\mu\text{m}$ ), assez convergentes aux extrémités, presque parallèles au centre. Massives mais à ondulations profondes et étroites, les côtes ont un peu l'apparence de plusieurs gros granules siliceux se succédant jusqu'au raphé; aux extrémités, elles se terminent par une alvéole apparente et, au niveau de l'aire centrale, par deux petits pores difficiles à distinguer. Occasionnel à rare (pl. VIII, fig. 10).

*Taxonomie.* Ce taxon a été signalé sous différents noms. CLEVE (1894: 87), puis HUSTEDT (*op. cit.*) ont placé en synonymie *D. entomon* Ehr. et *N. bomboides* var. *media* Grunow. CLEVE-EULER (*op. cit.*) a rejeté celle-ci en s'appuyant sur la forme de la valve et sur la structure des côtes très différentes de *D. bomboides* ou de *D. subcincta* (pl. VIII, fig. 2). En outre, les côtes illustrées par HUSTEDT sont moins fortes, avec une ondulation plus lâche que sur les dessins de Grunow (CLEVE et GRUNOW, *op. cit.*).

*Autoécologie.* *D. entomon* est une espèce marine littorale, restreinte au domaine arctique. *D. bomboides* var. *media* fréquente les eaux côtières du Centre et du Nord de l'Europe (HUSTEDT, *op. cit.*).

**Nitzschia cylindrus** (Grunow) Hasle

HASLE (1965b: 34, pl. 12, fig. 6-12, pl. 14, fig. 1-10). Synonyme: *Fragilariopsis cylindrus* (Grunow) Krieger

MANGUIN (1960: 298, pl. 12, fig. 127, 129). Synonyme: *Fragilaria cylindrus* fo. *minor* Manguin, *F. cylindrus* var. *intermedia* Manguin

HELME et KRIEGER (1954, pl. 188, 189). Synonyme: *Fragilaria cylindrus* var. *planctonica* Krieger

*Description.* Valve de dimensions variables: longueur 5-40  $\mu\text{m}$ , largeur 1,5-4  $\mu\text{m}$ . Stries transapicales, 12-14 en 10  $\mu\text{m}$ . Occasionnel à fréquent (pl. IX, fig. 6-11).

*Taxonomie.* HASLE (1965b, 1972) a excellemment décrit ce taxon et placé en synonymie les variétés *planctonica* Krieger, *intermedia* Manguin et la forme *minor* Manguin. La plupart de nos spécimens correspond à ces deux taxons.

*Autoécologie.* Taxon marin planctonique principalement confiné dans les eaux froides arctiques et antarctiques, quelquefois dans les zones de banquise (HASLE, 1965b). Dans l'hémisphère sud, l'espèce a été observée loin dans le Pacifique, jusqu'au degré 8-9°S (HEIDEN et KOLBE, 1928; FOGED, 1960). Dans l'hémisphère nord, sa limite méridionale ne paraît pas dépasser l'estuaire du Saint-Laurent (VICKERS, 1980), bien que sa présence suggère une distribution encore plus méridionale dans le golfe, comme espèce printanière. Observée par O'BRIEN (1968) dans une argile champlainienne.

**Nitzschia grunowii** (Cleve) Hasle

HASLE (1972: 115)

HASLE (1965b: 11, pl. 1, fig. 15-19, pl. 2, fig. 6-9). Synonymie: *Fragilariopsis oceanica* (Cleve) Hasle

HUSTEDT (1927-66, II: 148, fig. 662). Synonyme: *Fragilaria oceanica* Cleve

*Description.* Valve lancéolée-elliptique. Stries transapicales (14-16 en 10  $\mu\text{m}$ ) ponctuées (26-30 ponctuations en 10  $\mu\text{m}$ ). Longueur 15-25  $\mu\text{m}$ , largeur 5-6  $\mu\text{m}$ . Raphé très excentrique, 14 fibules en 10  $\mu\text{m}$ . Rare (pl. IX, fig. 12-14).

*Taxonomie.* Les quelques spécimens observés sont conformes à la description d'HASLE (1965b).

*Autoécologie.* Cette espèce nordique a été observée surtout dans les eaux arctiques, mais aussi au sud de la Nouvelle-Écosse (GAARDER, 1951). Elle est importante dans le phytoplancton printanier des moyen et bas estuaire du Saint-Laurent (VICKERS, 1980).

**Nitzschia marginulata** var. *subconstricta* fo. *minuta* Grunow

CLEVE et GRUNOW (1880: 72)

*Description.* Valve linéaire, très légèrement contractée au centre, avec des apex rostrées-capitées. Longueur 37-57  $\mu\text{m}$ , largeur 8-13  $\mu\text{m}$ . Raphé très excentrique, difficile à bien distinguer; 10-12 fibules assez larges, espacés également et espaces interfibulaires étroits. Stries fines, 22-26 en 10  $\mu\text{m}$ , jusqu'à 28  $\mu\text{m}$  chez les petites valves; les stries sont assez nettement ponctuées et occupent le tiers ou le quart de la surface valvaire; elles sont, règle générale, un peu plus longues du côté raphé. Rare (pl. IX, fig. 2-5).

*Taxonomie.* La constriction médiane légère et très constante permet d'attribuer cette forme à la variété *subconstricta* Grunow. Le nombre de stries, presque toujours supérieur à 23 en 10  $\mu\text{m}$ , suggère la forme *minuta* (28 stries). Par contre, le nombre de fibules, toujours inférieur à 14 en 10  $\mu\text{m}$ , n'est pas conforme à la diagnose. D'autre part, PERAGALLO et PERAGALLO (1897-1908: 270, pl. 70, fig. 14-17) jugent les variétés peu acceptables, « (...) la contraction médiane étant essentiellement variable chez cette espèce très polymorphe ».

Enfin, la forme *minuta* n'a jamais été illustrée par Grunow. Peut-être s'agit-il de la variété *didyma* forma *parva* Grunow (VAN HEURK, 1880-85, pl. 58, fig. 15) : la contraction médiane est forte, mais stries et fibules sont identiques à nos spécimens.

*Autoécologie.* *N. marginulata* et ses variétés *didyma* et *subconstricta* sont des formes littorales peu abondantes et apparemment cosmopolites. Les formes *minuta* et *parva*, en contrepartie, semblent restreintes au domaine arctique (CLEVE et GRUNOW, *op. cit.*).

### REMERCIEMENTS

Ce travail a été effectué au Laboratoire d'études des diatomées de Fontenay-aux-Roses (France) : nous remercions très sincèrement sa directrice, Françoise Gasse, pour l'appui qui nous y a été fourni. M. Ricard et P. Bourrelly, tous deux du Laboratoire de cryptogamie du Muséum d'histoire naturelle (Paris), J. Brunel du Département de biologie de l'université de Montréal et M. De Seve du Marine Sciences Centre de l'université McGill ont bien voulu nous faire profiter de leur connaissance des diatomées actuelles. Les échantillons étudiés ont été recueillis dans le cadre de cartographies dirigées par G. Martineau du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. Des échantillons de forage du M.E.R.Q. nous ont été également transmis par J. Lebus et J.F. Morin, et deux datations radiocarbone (QU-577, QU-578) ont été fournies par le Laboratoire de géochronologie de ce ministère.

Notre gratitude s'adresse enfin à L. Runel pour le montage des lames, C. Duprillot pour les travaux photographiques, G. Frumignac pour le dessin des figures et A. Dioppe pour les clichés obtenus au microscope électronique à balayage.

Ce travail a été réalisé grâce à des subventions du gouvernement français (accord France-Québec) et de l'École normale supérieure de Fontenay-aux-Roses (France).

### RÉFÉRENCES

- ANGLEJAN, B.F. d' et BRISEBOIS, M. (1974) : First subbottom acoustic reflector and thickness of recent sediment in the upper estuary of the St. Lawrence River, *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. II, p. 232-245.
- ANONYMOUS (1975) : Proposals for a standardization of diatom terminology and diagnoses, in SIMONSEN, R. (édit.), Third Symposium on Recent and marine diatoms, Kiels, Sept. 9-13, 1974, *Beihefte zur Nova Hedwigia*, heft 45, p. 323-354.
- BÉLANGER, C. et CARDINAL, A. (1977) : Stades initiaux de colonisation de substrats durs dans la Baie-des-Chaleurs, Québec, *Marine Biology*, vol. 44, p. 27-38.
- BEWERS, J.M. et YEATS, P.A. (1979) : The behavior of trace metals in Estuaries of the St. Lawrence basin, *Naturaliste canadien*, vol. 106, p. 149-161.
- BRUNEL, J. (1962) : *Le phytoplancton de la Baie-des-Chaleurs*, Ministère de la Chasse et des Pêcheries, Québec, Contributions n° 91, 365 p., 66 pl.
- BURCKLE, L.H. (1972) : Summary of diatoms in Hole 112, in AUMENTO, F. *et al.*, Site 112, in LAUGHTON, A.S., BERGREN, W.A. *et al.* (édit.), *Initial Reports Deep Sea Drilling Project*, vol. 12, part 4, p. 176-177.
- CARDINAL, A. et BÉRARD-THERRIAULT, L. (1976) : Le phytoplancton de l'estuaire moyen du Saint-Laurent en amont de l'Île-aux-Coudres (Québec), *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*, vol. 61, p. 639-640.
- CARDINAL, A. et LAFLEUR, P.E., (1977) : Le phytoplancton de l'estuaire maritime du Saint-Laurent, *Société phytologique de France, Bulletin*, n° 22, p. 150-160.
- CHANUT, J.P. et POULET, S.A. (1974) : Distribution des spectres de taille des particules en suspension dans le fjord du Saguenay, *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 16, p. 240-249.
- CLEVE, P. (1894) : Synopsis of the Naviculoid diatoms, *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiediens, Handlingar* 26, 194 p., 5 pl.
- CLEVE, P. et GRUNOW, A. (1880) : Beitrage zur Kenntnis der arktischen Diatomeen, *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiediens, Handlingar* 17, n° 2, 121 p.
- CLEVE-EULER, A. (1951-55) : Die Diatomeen von Schweden und Finnland, *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiediens, Handlingar, Fjard Serien*; 1951, 2 (1) : 163 p. fig. 1-294 (Teil I); 1952, 3(3) : 153 p. fig. 1318-1583 (teil V); 1953, 4(1) : 158 pl, fig. 292-483 (Teil II); 1953, 4(5) : 255 p, fig. 484-970 (Teil III); 1955, 5(4) : 232 p. fig. 971-1306 (Teil IV).
- CRONIN, T.M. (1977) : Champlain Sea Foraminifera and Ostracoda: a systematic and paleoecological synthesis, *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 31, n° 1-2, p. 101-122.
- CUPP, E.E. (1943) : Marine plankton diatoms of the West Coast of North America, *Bulletin, Scripps Institut of Oceanography*, vol. 5, 238 p., 5 pl.
- DAWSON, G.M. (1870) : On Foraminifera from the Gulf and River St. Lawrence, *Canadian Naturalist*, New serie, vol. 5, p. 172-180.
- DAWSON, J.W. (1859) : Additional notes on the post-Pliocene deposits of the St. Lawrence valley, *Canadian Naturalist*, vol. 4, p. 23-29.
- (1893) : *The Canadian Ice Age*, W.A. Dawson Publ., Montréal, 301 p., ill.
- DIONNE, J.-C. (1968a) : Carte morpho-sédimentologique de la région des Trois-Pistoles, *Revue de géographie de Montréal*, vol. 27, n° 1, p. 55-64.
- (1968b) : Morphologie et sédimentologie glacielle, littoral sud du Saint-Laurent, *Zeitschrift fur Geomorphologie*, supplement Band 7, p. 56-84.
- (1970) : *Aspects morpho-sédimentologiques du glacielle, en particulier des côtes du Saint-Laurent*, Ministère des Pêches et des Forêts du Québec, Laboratoire de recherches forestières de Sainte-Foy, Rapport d'informations, Q-F-X-9, 324 p.
- (1972) : *Le Quaternaire de la région de Rivière-du-Loup/Trois-Pistoles, côte sud du Saint-Laurent, Québec*, Environnement Canada, Centre de recherches forestières des Laurentides, Rapport d'informations, Q-F-X-27, 95 p.
- (1977) : La mer de Goldthwait au Québec, *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 31, n° 1-2, p. 61-80.

- DUNBAR, M.J. et ACREMAN, J.C. (1980): Standing crops and species composition of diatoms in sea ice from Robeson Channel to the Gulf of St-Lawrence, *Ophelia*, vol. 19, n° 1, p. 61-72.
- EDSBAGGE, H. (1966): Zur Ökologie der marinen angehefteten Diatomeen, *Gothoburgensia*, VI, 153 p., 7 pl.
- (1968): The composition of the epiphytic diatom flora on the Swedish West Coast, *Botanica Marina*, vol. 11, p. 68-71.
- EL-SABH, M.E. (1979): The lower St. Lawrence Estuary as a physical oceanographic system, *Naturaliste canadien*, vol. 106, n° 1, p. 55-73.
- ELSON, J.A. (1969): Late Quaternary marine submergence of Quebec, *Revue de géographie de Montréal*, vol. 23, n° 3, p. 446-451.
- FOGED, N. (1960): Diatoms from Rennell Island, in WOLFF, T. (édit.), *The natural history of Rennell Island, British Solomon Islands, Botany and Geology*, vol. 3, p. 7-98, 10 pl., University of Copenhagen and British Museum, Copenhagen.
- FORTIER, L., LEGENDRE, L., CARDINAL, A. et TRUMP, C.L. (1978): Variabilité à court terme du phytoplancton de l'estuaire du Saint-Laurent, *Marine Biology*, vol. 46, p. 349-354.
- FRYXELL, G.A. et HASLE, G.R. (1980): The marine diatom *Thalassiosira oestrupii*: structure, taxonomy and distribution, *American Journal of Botany*, vol. 67, n° 5, p. 804-814.
- GAARDER, K.R. (1951): *Bacillariophyceae from the «Michael Sars» North Atlantic deep sea expedition 1910. Report on the scientific results of the «Michael Sars» North Atlantic deep-sea expedition 1910*, vol. 11, n° 2, 53 p., 20 fig., Bergen Museum, University of Bergen.
- GEMEINHARDT, K. (1935): Diatomeen von der Westküste Norwegens, *Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, vol. 53, n° 1, p. 137-142, 209 fig.
- GIFFEN, M.H. (1970): New and interesting marine and littoral diatoms from Sea Point, near Cape Town, South Africa, *Botanica Marina*, vol. 13, p. 87-99, 63 p.
- GLESER, S.I., JOUSE, A.P., MAKAROVA, I.V., PROSCHKINA-LAVRENKO, A.I. et SHESUKOVA-PRORETZKAJA, V.S. (1974): Les diatomées fossiles et récentes d'URSS (en russe), vol. 1, 400 p., 93 pl., Leningrad, Nauka Publ.
- GRAN, H.H. (1904): Diatomaceae from the ice-floes and plankton of the Arctic Ocean, in NANSEN, F. (édit.), *The Norwegian North Polar Expedition, 1893-96, Scientific Results*, vol. IV, part XI, 74 p., 3 pl.
- (1908): Diatomeen in BRANDT, K., et APSTEIN, C. (édit.), *Nordisches Plankton, Botanischer teil*, chap. 19, p. 1-146, 178 fig., Lipsius and Tischer, Leipzig.
- GRAN, H.H. et BRAARUD, T. (1935): A quantitative study of the phytoplankton in the Bay of Fundy and the Gulf of Maine (including observations on hydrography, chemistry and turbidity), *Journal of Biology Board of Canada*, vol. 1, n° 5, p. 275-467.
- GRØNTVED, J. (1950): Phytoplankton Studies. 1. *Nitzschia frigida* Grun., an arctic-inner-Baltic diatom found in danish waters, *Det kungliga Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Meddelelser*, vol. 18, n° 12, 20 p., 6 fig.
- (1954): Planktological contributions. I, *Meddelelser fra Danmarks Fiskeri-og Havundersøgelser*, Ny serie, vol. 1, n° 8, 7 p., 2 fig.
- GRØNTVED, J. et SEIDENFADEN, G. (1938): The Godthaab Expedition 1928. The phytoplankton of the waters West of Greenland, *Meddelelser om Gronland*, band 82, nr5, 379 p., 102 fig.
- GUILBAUD, J.-P. (1980): *A stratigraphic approach to the study of the Late-Glacial Champlain Sea deposits with the use of Foraminifera*. Unpubl. Thesis of Licentiat Degree, Aarhus (Danemark), 329 p., 17 pl.
- GUILLARD, R.R.L. et KILHAM, P. (1977): The ecology of marine planktonic diatoms, in WERNER, D. (édit.), *Biology of diatoms*, Monography n° 13, p. 373-469, Blackwell Publ., Oxford.
- HASEGAWA, Y. (1976): Significance of diatom thenatocoenoses in the Neolithic sea-level change problem, part. 2, *Pacific Geology*, vol. 11, p. 1-32.
- HASLE, G.R. (1962): Three *Cyclotella* species from marine localities studied in the light and electron microscope, *Nova Hedwigia*, heft 4, nos 3-4, p. 299-304.
- (1965): *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscope. III. The group *Fragilariopsis*, *Skrifter utgit av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo*, 1. Mat. — *Naturv. Klasse*, Ny Serie, n° 21, 81 p., 16 pl.
- (1972): *Fragilariopsis* Hustedt as a section of the genus *Nitzschia* Hassal, in SIMONSEN, R. (édit.), *First Symposium on recent and fossil marine diatoms*, Bremerkaven, September, 1970, *Proceedings, Beihefte zur Nova Hedwigia*, heft 39, p. 111-119.
- (1974): Validation of the names of some marine planktonic species of *Nitzschia* (Bacillariophyceae), *Taxon*, vol. 23, nos 2-3, p. 425-428.
- (1977): Morphology and taxonomy of *Actinocyclus normanii* f. *subasala* (Bacillariophyceae), *Phycology*, vol. 16, n° 3, p. 321-328.
- (1980): Examination of *Thalassiosira* type material: *T. minima* and *T. delicatula* (Bacillariophyceae), *Norway Journal of Botany*, vol. 27, p. 167-173.
- HEATH, G.R. (1974): Dissolved silica and deep-sea sediments, *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication*, vol. 20, p. 77-93.
- HEINDE, H. et KOLBE, R.W. (1928): Die Marinen Diatomeen der deutschen Sudpolar-Expedition, 1901-1903, *Deutschen Sudpolar-Expedition*, vol. VIII, part 5, p. 450-714.
- HELMCKE, J.C. et KRIEGER (1954): Diatomeenschalen im electronmikroskopischen, Vol. II, Cramer Publ., Weinheim (Allemagne de l'Ouest).
- HENDY, N.I. (1951): Littoral diatoms of Chischester Harbour with special references to fouling, *Journal of the Royal Microscopical Society*, vol. 71, p. 1-86.
- (1964): *An introductory account of the smaller algae of British coastal waters, part V: Bacillariophyceae (Diatoms)*, Fishery Investigations, series IV, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (Grande-Bretagne), 407 p.
- HILLAIRE-MARCEL, C. (1980): Les faunes des mers post-glaciaires du Québec: quelques considérations paléocéologiques, *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 34, n° 1, p. 3-60.
- HOOPER, K. (1975): Foraminiferal ecology and associated sediments of the Lower St. Lawrence Estuary, *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 5, n° 3, p. 218-238.

- HSIAO, S.I.C. (1980): Quantitative composition, distribution, community structure and standing stock of sea ice microalgae in the Canadian Arctic, *Arctic*, vol. 33, n° 4, p. 768-793.
- HUDON, C. et BOURGET, E. (1981): Initial colonization of artificial substrate: community development and structure studied by scanning electron microscopy, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 38, n° 11, p. 1371-1394.
- HURD, D.C. (1972): Factors affecting solution rate of biogenic opal in sea-water, *Earth planetary Sciences Letters*, vol. 15, n° 4, p. 411-417.
- HUSTEDT, F. (1927-66): Die Kiesalgen, in RABENHORSTS, L., *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*, Band 7: Teil I, 920 p., 542 fig.; Teil II, 845 p., 637 fig.; Teil III, 816 p., 1788 fig. Akad. Verlags Geest und Portif-/Leipzig. Johnson reprint (1968), New York.
- (1955): Marine littoral diatoms of Beaufort, North Carolina, *Marine Station Bulletin*, Duke University, vol. 6, p. 1-67.
- (1957): Die Diatomeenflora des Fluss-Systems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen, *Abhandlungen herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen*, Band 34, heft 3, p. 181-441, 1 pl.
- JOUSE, A.P. et MUKHINA, V.V. (1978): Diatom units and the paleogeography of the Black Sea in the Late Cenozoic-Leg 42 B, in ROSS, P.A., NEPROCHNOV, Y.P. et al., *Initial Reports of Deep Sea Drilling Project*, vol. 42, part. 2, p. 903-950.
- KORNER, von H. (1970): Morphologie und Taxonomie der diatomeengattung *Asterionella*, *Nova Hedwigia*, Band 20, p. 557-724.
- LAFLEUR, P.E., LEGENDRE, L. et CARDINAL, A. (1979): Dynamique d'une population estuarienne de diatomées planctoniques: effet de l'alternance des marées de morte-eau et de vive-eau, *Oceanologica Acta*, vol. 2, n° 3, p. 307-315.
- LANGE-BERTALOT, H. (1977): Eine Revision zur Taxonomie der *Nitzschia lanceolatae* Grunow, *Nova Hedwigia*, Band 28, p. 253-307.
- LANGE-BERTALOT, H. et SIMONSEN, R. (1978): A taxonomy revision of the *Nitzschia lanceolatae* Grunow. 2. European and related extra-european freshwater and brackish water taxa, *Bacillaria*, vol. 1, p. 11-111, 22 pl.
- LASALLE, P. (1966): Late Quaternary vegetation and glacial history in the St-Lawrence Lowlands, Canada, *Leidse Geologische Mededelingen*, vol. 38, p. 91-128, 22 pl.
- LASALLE, P., MARTINEAU, G. et CHAUVIN, L. (1976): Géologie des sédiments meubles d'une partie de la Beauce et du Bas-Saint-Laurent, Ministère des Richesses naturelles, Québec, Direction générale des mines, Rapport préliminaire, DPV 438, 13 p., 2 cartes (1/100 000).
- (1977b): *Morphologie, stratigraphie et déglaciation dans la région de Beauce — Monts Notre-Dame — Parc des Laurentides*, Ministère des Richesses naturelles, Québec, Direction générale des mines, DPV 516, 74 p.
- LEBOUR, M.V. (1930): *The planktonic diatoms of northern seas*, The Ray Society, Londres, 244 p., 181 fig., 2 pl.
- LEE, H.A. (1962): *Surficial geology of Rivière-du-Loup / Trois-Pistoles area, Quebec*, Geological Survey of Canada, Paper 61-32, 2 p., 1 carte (1/63 000).
- (1963): *Field trip guide for the Friends of the Pleistocene, 26th ann. Meeting, Rivière-du-Loup, Québec*, Geological Survey of Canada, 29 p., 7 fig. (non publié).
- LOCAT, J. (1977): L'émersion des terres dans la région de Baie-des-Sables / Trois-Pistoles, Québec, *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 31, nos 3-4, p. 297-306.
- (1978): *Le Quaternaire de la région de Baie-des-Sables-Trois-Pistoles*, Ministère des Richesses naturelles, Québec, Direction générale de la recherche géologique et minérale, DPV 605, 64 p., 1 carte (1/50 000).
- LOHMAN, K.E. (1939): *Pleistocene diatoms from long Island, New York*, United States Geological Survey, Professional Paper 189 H.
- (1941): Geology and biology of North Atlantic deep-sea cores between Newfoundland and Ireland. Part 3 Diatomaceae, *United States Geological Survey, Professional Paper 196-B*, p. 55-86, pl. 12-17.
- LORING, D.H. et NOTA, D.J.G. (1973): *Morphology and sediments of the Gulf of St. Lawrence*, Fisheries Research, Board of Canada, Bulletin 182, 147 p., 7 cartes.
- LORTIE, G. (1981): *Les diatomées des dépôts quaternaires marins, tourbeux et lacustres de Rivière-du-Loup/Témiscouata (Québec): taxonomie et paléoécologie*, Thèse de doctorat non publiée, Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), 246 p., 22 pl.
- (1983): Les diatomées fossiles de deux tourbières ombrotrophes du Bas-Saint-Laurent, Québec, *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 37, n° 2, p. 159-177, 4 pl.
- LUND, J.W.F. (1946): Observations on soil algae. 1. The ecology, size and taxonomy of British soil diatoms. Part 2, *New Phytologist*, vol. 45, n° 1, p. 56-110.
- McCORMACK, R. (1973): Levée hydrogéologique, Rivière-du-Loup, Ministère des Richesses naturelles, Québec, Direction générale des eaux, H.G.P.-7, 40 p.
- MANGUIN, E. (1960): Les diatomées de la terre Adélie, Campagne du «Commandant Charcot» 1849-1850, *Annales des sciences naturelles, Botanique*, 12<sup>e</sup> série, p. 223-363, 31 pl.
- MANN, A. (1907): Report on the diatoms of the Albatros Voyages in the Pacific Ocean, 1888-1904, *Contributions from the United-States National Herbarium*, vol. 10, part V, p. 221-419, 11 pl.
- (1925a): Marine diatoms. Report of the Canadian Arctic Expedition, southern party 1913-16, Marine diatoms, 33 p., Ottawa.
- (1925b): Contributions to the biology of the Philippine Archipelago and the adjacent regions. Marine Diatoms of the Philippine Islands, *United States National Museum, Bulletin* 100, vol. 6, part 1, 182 p., 39 pl.
- MARTINEAU, G. (1977): *Géologie des dépôts meubles de la région de Kamouraska — Rivière-du-Loup*, Ministère des Richesses naturelles, Québec, Direction générale des mines, DPV-545, 17 p., 1 carte (1/100 000).
- (1979): *Géologie des dépôts meubles de la région du lac Témiscouata*, Ministère des Richesses naturelles, Québec, Direction générale de la recherche géologique et minérale, Rapport préliminaire, DPV-618, 18 p., carte (1/100 000).

- (1980): *Dépôts meubles de la région de Rimouski-Trois-Pistoles*, Ministère de l'Énergie et des Ressources Québec, Direction générale de la recherche géologique et minérale, Rapport préliminaire, DPV-717, 10 p., 1 carte (1/100 000).
- MAYNARD, N.G. (1974): *The distribution of diatoms in the surface sediments of the Atlantic ocean and their relationship of the biological and physical oceanography of the overlying waters*, Ph.D. thesis, University of Miami, 175 p. (non publié).
- MEGURA, H., ITO, K. et FUKUSHIMA, H. (1967): Ice flora (bottom type): a mechanism of primary production in polar seas and the growth of diatoms in sea ice, *Arctica*, vol. 20, p. 114-133.
- MIKKELSEN, N. (1980): Experimental dissolution of Pliocene Diatoms, *Nova Hedwigia*, vol. 33, p. 893-911, 2 pl.
- MILLER, U. (1964): Diatom flora in the Quaternary of the Göta River Valley, western Sweden, *Sveriges Geologiska Undersökning*, serie Ca, No. 44, 68 p., 6 pl.
- NIEMI, A. et HALLFORS, G. (1974): Some phytoplankton species from Baltic waters, *Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica*, vol. 49, p. 77-93.
- NOTA, D.J.G. et LORING, D.H. (1964): Recent depositional conditions in the St-Lawrence River and Gulf. A reconnaissance survey, *Marine Geology*, vol. 2, p. 198-235.
- O'BRIEN, N.R. (1968): Electron microscope study of Pleistocene diatoms, *Maritime Sediments*, vol. 4, n° 1, p. 7-10, 2 pl.
- PALMER, A.J.M. (1978). Diatom stratigraphy of Basin Head Harbor, Prince Edward Island, *Proceeding of the Nova Scotia Institut of Sciences*, vol. 38, p. 201-215.
- PANKOW, H. (1976): *Algenflora der Ostsee, II. Plankton*, Fisher Verlag, Stuttgart, 493 p., 888 fig., 26 pl.
- PANTOCSEK, J. (1886): *Beiträge zur Kenntniss der fossilen Bacillarien. Ungarns. 1. Marine Bacillarien*, Platzko, Nagy-Tapolcsany, 75 p., 30 pl.
- PATRICK, R. et REIMER, C.W. (1966): *The diatoms of the United States, vol. 1*, Academy of Natural Science of Philadelphia, Monographs, n° 12, 688 p., 64 pl.
- (1975): *The diatoms of the United States, vol. 2, part. 1*, Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Monographs, n° 13, 214 p., 28 pl.
- PERAGALLO, M. et H. (1897-1908): *Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins*, J. Tempère, Grez-sur-Loing, 491 p., 137 pl., Asher reprint (1965), Amsterdam.
- PRATT, D.M. (1965): The winter-spring diatom flowering in Narragansett Bay, *Limnology and Oceanography*, vol. 10, p. 173-184.
- RICARD, M. (1977): Les peuplements de diatomées des lagons de l'archipel de la Société (Polynésie Française). Floristique, écologie, structure des peuplements et contribution à la production primaire, *Revue Algologique*, nouvelle série, vol. 11, nos 3-4, p. 143-336, 15 pl.
- RIES, H. (1894): Notes on the clays of New York States and their economic values, *New York Academy of Sciences, Transactions*, vol. 12, p. 40-47.
- (1900): Clays of New York, *New York State Museum Bulletin*, vol. 35, n° 7, p. 497-943.
- RIZNYK, R.Z. (1973): Interstitial diatoms from two tidal flats in Yaquina Estuary, Oregon, U.S.A., *Botanica Marina*, vol. 16, p. 113-138.
- ROSS, R. et al. (1979): An amended terminology for the siliceous components of the diatom cell, in SIMONSEN R. (édit.), 5th Symposium on recent and fossil diatoms, Antwerp, Sept. 3-8, 1978, Proceedings, *Beihefte zur Nova Hedwigia*, heft 64, p. 511-533.
- SAIFULLAH, J.M. et STEVEN, D.M. (1974): The phytoplankton of St. Margaret's Bay, N.S., *Botanica Marina*, vol. 17, p. 107-112.
- SALAH, M.M. (1955): Some new diatoms from Bleakeney Point (Norfolk), *Hydrobiologia*, vol. 7, p. 88-102.
- SCHMIDT, A. et al. (1874-1959): *Atlas der Diatonaceen Kunde*, Resiland, Leipzig., 472 pl.
- SCHOEMAN, F.R. et ARCHIBALD, R.E.M. (1976-80): The diatom flora of Southern Africa, *Council for Scientific and Industrial Research, Special Report WAT 50*, Pretoria.
- SCHRADER, H.-J. (1973a): Proposal for a standardized method of cleaning diatom bearing deep-sea and land-exposed marine sediments, in SIMONSEN, R. (édit.), Second Symposium on recent and fossil marine diatoms, London, Sept. 4-9, 1972, Proceedings, *Beihefte zur Nova Hedwigia*, heft 45, p. 403-409.
- (1973b): Cenozoic diatoms from the northwest Pacific, LEG 18, in KULM, L.D., VON HUENE, R. et al., *Initial Reports of Deep Sea Drilling Project*, vol. 28, part 17, p. 675-697, 26 pl.
- SCHRADER, H.-J. et FENNER, J. (1976): Norwegian Sea Cenozoic diatom biostratigraphy and taxonomy, in TALWANI, M., UDINTSEV, G. et al., *Initial Report of Deep Sea Drilling Project*, vol. 38, part 1, p. 921-1099, 45 pl.
- SCHRADER, H.-J. et GERSONDE, R. (1978): Diatoms and silicoflagellates, in Micropaleontological counting methods and techniques. An exercise of an eight meters section of the lower Pliocene of Capo Rossello, Sicily, *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, n° 17, p. 121-176, 9 pl.
- SEVIGNY, J.M., SINCLAIR, M., EL-SABH, M.I., POULET, S. et COOTE, A. (1979): Summer plankton distributions associated with the physical and nutrient properties of the northwestern Gulf of St. Lawrence, *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, vol. 36, n° 2, p. 187-203.
- SIMONSEN, R. (1959): Neue Diatomeen aus der Ostsee, I, *Kieler Meeresforschung*, vol. 15, p. 74-84.
- (1962): Untersuchungen zur Systematik und Ökologie der Bodendiatomeen der westlichen Ostsee, *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie, Systematische Beihefte*, 1, p. 1-147, 4 pl.
- SINCLAIR, M. (1978): Summer phytoplankton variability in the lower St. Lawrence Estuary, *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, vol. 35, p. 1171-1185.
- SINCLAIR, M., CHANUT, J.-P. et EL-SABH, M. (1980): Phytoplankton distributions observed during a 3½ days fixed-station in the lower St. Lawrence Estuary, *Hydrobiologia*, vol. 75, p. 129-147.
- SKYJODAL, H.R. et LÄNNERGRÉN, C. (1978): The spring phytoplankton bloom in Lindaspollene, a land-locked fjord. II. Biomass and activity of net, and nanoplankton, *Marine Biology*, vol. 47, p. 313-323.

- SMAYDA, T.J. (1978): Biogeographical studies of marine phytoplankton, *Oikos*, vol. 9, p. 158-191.
- TYNNI, R. (1980): *Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen; XI*, Geological Survey of Finland, Bulletin 312, 93 p., 20 pl.
- UTASHIRO, R., KURODA, K., KOBAYASHI, T. *et al.* (1977): Tertiary stratigraphy and diatoms at the Sawada area, Sado Island, Niigata Prefecture, Japan, in *Initial Report of the Deep Sea Drilling Project*, vol. 44.
- VAN DER WERFF, A. *et al.* HULS, H. (1957-74): *Diatomeen flora van Nederland*, Abcoude, Den Haag.
- VAN HEURCK (1880-1885): *Synopsis des diatomées de Belgique*, Atlas pl. 1-30 (1880); pl. 31-77 (1881); pl. 78-103 (1882); pl. 104-132 (1883); pl. A, B, C, (1885), Ducaju et Cie, Anvers, Texte, Mtin, Brouwers and Co., Anvers, 235 p.
- VICKERS, G. (1980): *Spring diatom communities of the St. Lawrence River*, M.Sc. Thesis, McGill University, 130 p. (non publié).
- WAGNER, F.J.E. (1967): *Published references to Champlain sea faunas 1837-1966 and lists of fossils*, Geological Survey of Canada, Paper 67-16, 82 p.
- (1970): *Faunas of the Pleistocene Champlain Sea*, Geological Survey of Canada, Bulletin 181, 104 p., 7 pl.