

Les diatomées fossiles de deux tourbières ombrotrophes du Bas-Saint-Laurent, Québec

Fossil Diatoms in Two Bogs in the Lower St. Lawrence, Québec

Die fossilen Diatomeen zweier ombrotropher Moore am unteren St-Lorenz (Québec)

Guy Lortie

Volume 37, numéro 2, 1983

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/032512ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/032512ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (imprimé)

1492-143X (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Lortie, G. (1983). Les diatomées fossiles de deux tourbières ombrotrophes du Bas-Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 37(2), 159–177. <https://doi.org/10.7202/032512ar>

Résumé de l'article

Les diatomées fossiles de deux tourbières ombrotrophes du Bas-Saint-Laurent, Québec, comprennent 34 genres et 143 taxons dont seulement 49 sont communs aux deux tourbières. La distribution stratigraphique des taxons spécifiques et les associations de diatomées permettent d'observer l'évolution des tourbières étudiées. La tourbière à sphaignes de Rivière-du-Loup possède une flore fossile hydroterrestre et acidobionte (association à *Eunotia paludosa* et var. *pumila* et *E. tenella*) assez stable. Dans les 30 cm supérieurs, l'association mono-spécifique à *E. paludosa* var. *pumila* suggère un changement notable dans la végétation de sphaignes et un environnement écologique plus rigoureux. Les sédiments de la pessière à sphaignes de la tourbière du Fleuve contiennent une flore qui a probablement évolué depuis un milieu stagnant, franchement minérotrophe et légèrement acide (association à *Cymbella aspera* et *Pinnularia* cf. *sprentorapha*) à des conditions oligotrophes, acides et sub-aériennes (association à *E. paludosa*, *Pinnularia* aff. *hilseana* et *P. subcapitata*). Ces flores distinctes sont attribuées principalement à des trophismes et acidités différents. *E. paludosa* var. *pumila*, *Navicula subtilissima* et *Asterionella ralfsii* var. *americana* sont typiques de la tourbière de Rivière-du-Loup et reflètent des conditions ombrotrophes strictes. *E. paludosa*, *P. aff. hilseana* et *P. subcapitata* caractérisent la tourbière du Fleuve et suggèrent des eaux légèrement minérotrophes et moins acides. Les fluctuations négatives et positives des teneurs absolues en valves pourraient impliquer des conditions plus sèches ou plus humides strictement locales ou, peut-être, liées à des phases climatiques.

LES DIATOMÉES FOSSILES DE DEUX TOURBIÈRES OMBROTROPHES DU BAS-SAINT-LAURENT, QUÉBEC*

Guy LORTIE, Laboratoire de paléobiogéographie et de palynologie, Département de géographie, université de Montréal, c.p. 6128, succ. «A», Montréal, Québec H3C 3J7.

RÉSUMÉ Les diatomées fossiles de deux tourbières ombrotrophes du Bas-Saint-Laurent, Québec, comprennent 34 genres et 143 taxons dont seulement 49 sont communs aux deux tourbières. La distribution stratigraphique des taxons spécifiques et les associations de diatomées permettent d'observer l'évolution des tourbières étudiées. La tourbière à sphaignes de Rivière-du-Loup possède une flore fossile hydroterrestre et acidobionte (association à *Eunotia paludosa* et var. *pumila* et *E. tenella*) assez stable. Dans les 30 cm supérieurs, l'association mono-spécifique à *E. paludosa* var. *pumila* suggère un changement notable dans la végétation de sphaignes et un environnement écologique plus rigoureux. Les sédiments de la pessière à sphaignes de la tourbière du Fleuve contiennent une flore qui a probablement évolué depuis un milieu stagnant, franchement minérotrophe et légèrement acide (association à *Cymbella aspera* et *Pinnularia* cf. *streptoraphe*) à des conditions oligotrophes, acides et sub-aériennes (association à *E. paludosa*, *Pinnularia* aff. *hilseana* et *P. subcapitata*). Ces flores distinctes sont attribuées principalement à des trophismes et acidités différents. *E. paludosa* var. *pumila*, *Navicula subtilissima* et *Asterionella ralfsii* var. *americana* sont typiques de la tourbière de Rivière-du-Loup et reflètent des conditions ombrotrophes strictes. *E. paludosa*, *P.* aff. *hilseana* et *P. subcapitata* caractérisent la tourbière du Fleuve et suggèrent des eaux légèrement minérotrophes et moins acides. Les fluctuations négatives et positives des teneurs absolues en valves pourraient impliquer des conditions plus sèches ou plus humides strictement locales ou, peut-être, liées à des phases climatiques.

ABSTRACT Fossil diatoms in two bogs in the lower St. Lawrence, Québec. In the Lower St. Lawrence, fossil diatoms from two bog cores are represented by 34 genera and 143 taxa. Both bogs have only 49 common taxa. Stratigraphic distribution of specific taxa and diatom associations permit to observe the evolution of the studied bogs. The Rivière-du-Loup Sphagnum-moss sediments contain an hydroterrestrial and acidobiont flora (*Eunotia paludosa* and var. *pumila* and *E. tenella* association) rather stable. In the upper 30 cm, an almost mono-species *E. paludosa* var. *pumila* flora suggest notable changes in the Sphagnum vegetation and more rigorous conditions. The diatoms from the du Fleuve Sphagnum-black spruce bog have probably evolved from stagnant, obviously minerotrophic and slightly acid waters (*Cymbella aspera* and *Pinnularia* cf. *streptoraphe* association) to a much more acid, oligotrophic and sub-aerial conditions (*E. paludosa*, *Pinnularia* aff. *hilseana* and *P. subcapitata* association). Distinctive floras are attributed mainly to different trophisms and acidities. *E. paludosa* var. *pumila*, *Navicula subtilissima* and *Asterionella ralfsii* var. *americana* characterize the Rivière-du-Loup bog and reflect true ombrotrophic environment. *E. paludosa*, *P.* aff. *hilseana* and *P. subcapitata* are typical to the du Fleuve bog and suggest slightly minerotrophic and less acid waters. Positive and negative fluctuations of the valve numbers could imply moister or dryer conditions associated either to local environment or possibly to climatic phases.

ZUSAMMENFASSUNG Die fossilen Diatomeen zweier ombrotropher Moore am unteren St.-Lorenz (Québec). Die fossilen Diatomeen umfassen 34 Gattungen und 143 Taxa, von denen nur 49 in beiden Mooren zu finden sind. Die stratigraphische Verteilung der spezifischen Taxa und die Gesellschaften der Diatomeen ermöglichen es, die Evolution der untersuchten Moore zu beobachten. Das Sphagnum Moor von Rivière-du-Loup besitzt eine ziemlich konstante hydroterrestrische und säureliebende Flora (Assoziation mit *Eunotia paludosa*, *E.p.* var. *pumila* und *E. tenella*). Die mono-spezifische Gesellschaft der oberen 30 cm mit *E. paludosa* var. *pumila* lässt einen merklichen Wechsel der Torfmoos-Vegetation und strengere Umweltbedingungen vermuten. Die Sedimente der Torfmoos-Fichten-Assoziation enthalten eine Flora, die sich wahrscheinlich aus einem stagnierenden, einwandfrei minerotrophen und leicht sauerem Milieu entwickelt hat (Gesellschaft mit *Cymbella aspera* und *Pinnularia* cf. *streptoraphe*), das oligotrophen, saure und sauerstoffarme Bedingungen annahm (Gesellschaft mit *E. paludosa*, *Pinnularia* aff. *hilseana* und *P. subcapitata*). Diese unterschiedlichen Floren werden hauptsächlich verschiedenen Ernährungsbedingungen und Säuregraden zugeschrieben. *E. paludosa* var. *pumila*, *Navicula subtilissima* und *Asterionella ralfsii* var. *pumila* sind dem Rivière-du-Loup Moor eigen und zeigen strikt ombrotrophe Bedingungen an. *E. paludosa*, *P.* aff. *hilseana* und *P. subcapitata* charakterisieren das Moor des Stroms und lassen leicht minerotrophes und schwach saures Wasser vermuten. In die negativen und positiven Schwankungen der absoluten Valvenzahlen könnten trockenere oder feuchtere Bedingungen verwickelt sein, die entweder strikt an den Ort gebunden sind oder vielleicht an Klima-Phasen.

* Contribution du Laboratoire d'études des diatomées, École normale supérieure de Fontenay-aux-Roses, 92260, France.

INTRODUCTION

Les diatomées des tourbières ombrotrophes n'ont guère suscité d'intérêt, contrairement à celles, fréquemment étudiées, des dépôts lacustres (e.g. DIGERFELDT, 1972; BRADBURY, 1975; BRUGAM, 1980). Peu de tourbières ombrotrophes ont donné lieu à des travaux floristiques (FUSEY, 1948; WUTHRICH et MATTHEY, 1977, 1978; BOCK, 1963, 1970; KINGSTON, 1982) ou encore paléoécologiques (PATRICK, 1946; DIOT et BAUDRIMONT, 1969; GASSE, 1978; COLINGSWORTH *et al.*, 1968; DAM *et al.*, 1981).

Les tourbières ombrotrophes du Bas-Saint-Laurent ne font pas exception. Plusieurs ont fait l'objet d'études physico-chimiques (ANREP, 1917, 1923, 1927; GIRARD, 1947; RISI *et al.*, 1953), palynologiques (AUER, 1930; POTZGER, 1953; POTZGER et COURTEMANCHE, 1956) et botaniques (McATEE, 1930; GAUTHIER, 1971; GAUTHIER et GRANDTNER, 1975). Mais seul AUER (1930, p. 11 et p. 13) a signalé l'existence de diatomées dans ces dépôts.

Ce travail a eu pour objectifs d'établir un premier inventaire taxonomique des diatomées fossiles de deux tourbières ombrotrophes du Bas-Saint-Laurent (fig. 1) et d'y comparer leur évolution. D'autre part, afin d'observer l'influence des groupements végétaux (GAUTHIER, 1971; GAUTHIER et GRANDTNER, 1975) sur les diatomées, les deux sondages ont été effectués dans une zone de tourbière à sphaignes (tourbière de Rivière-du-Loup) puis, dans une pessière à sphaignes (tourbière du Fleuve)¹.

CONTEXTE PALÉOGÉOGRAPHIQUE

Les tourbières les plus importantes du Bas-Saint-Laurent sont situées dans le piedmont appalachien, où elles occupent souvent des dépressions mal drainées, entre des crêtes résistantes cambro-ordoviciennes (LAJOIE, 1971; HUBERT 1973). À la déglaciation, ces dépressions ont d'abord été comblées par les argiles de la phase pléni-marine goldthwaitienne (12000 à 10000 BP), puis, exondées rapidement par le relèvement isostatique (DIONNE, 1977; LEE, 1962; LASALLE *et al.*, 1977; MARTINEAU, 1977.). Dès 9500 BP, 80% du relèvement était achevé (LOCAT, 1977).

Les deux tourbières étudiées (fig. 1) reposent sur des argiles marines. Deux associations végétales y dominent: la tourbière à sphaignes et la pessière à sphaignes (GAUTHIER, 1971; Buteau, comm. pers., 1983). La tourbière de Rivière-du-Loup couvre une superficie de 7220 hectares et atteint des profondeurs moyenne et maximale de 5 et 10 m (ANREP, 1917). Une datation radiocarbone sous sept mètres de sédiments a donné un âge de 9520 ± 100 BP (GSC-176 in LEE, 1963). Située à 4 km de l'estuaire, la tourbière du Fleuve s'étend sur environ 187 hectares, avec des profondeurs moyenne et maximale de 1,80 et 2,45 m (P. Buteau, comm. pers.,

1983). À son extrémité nord-est, sa base a fourni un âge radiocarbone de $6970 \pm$ BP (GSC-112 in LEE, 1963).

MÉTHODES D'ANALYSES

En août 1978, deux carottes ont été prélevées par sonde Hiller, la première près du centre de la tourbière de Rivière-du-Loup, la deuxième en périphérie de la tourbière du Fleuve. Les sédiments furent découpés sur place en tranches de 1 cm et les échantillons entreposés au frais à 4°C. En outre, l'eau d'expression de sphaignes fut prélevée à quelques sites. Les sédiments

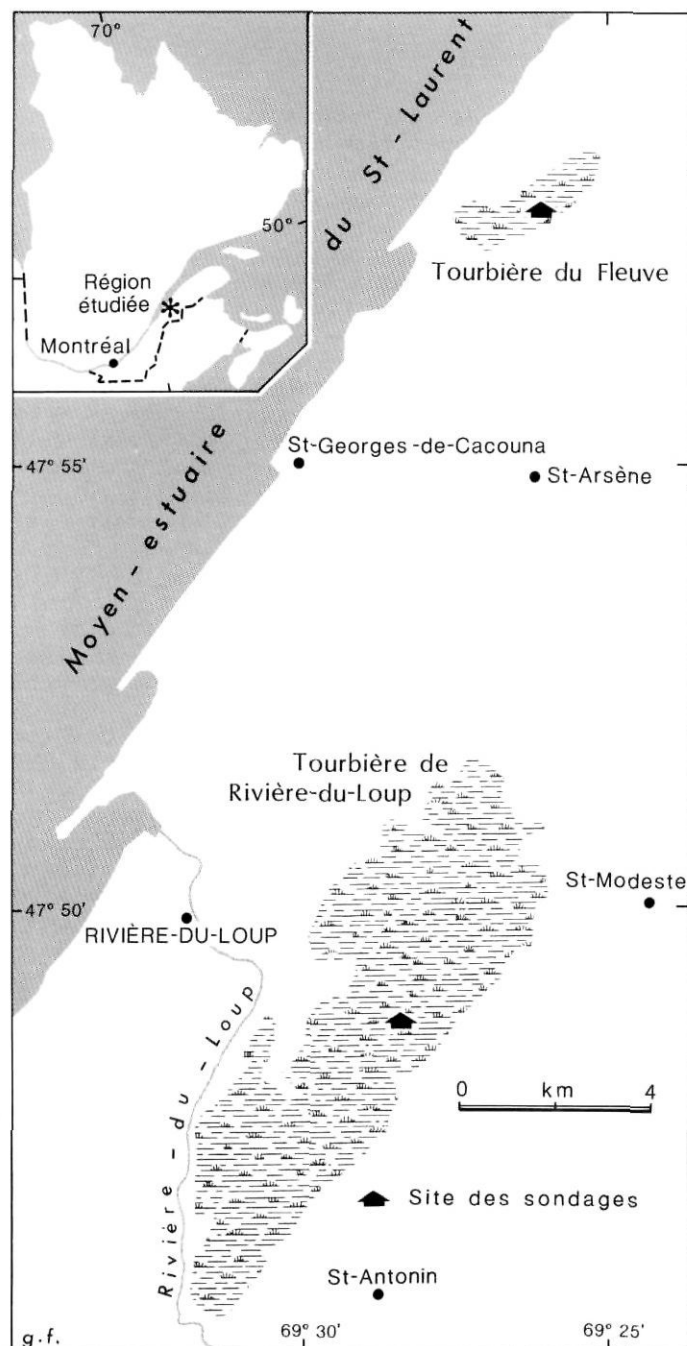


FIGURE 1. Localisation des tourbières ombrotrophes étudiées. Location of studied bogs.

1. Nom informel utilisé par la Division des tourbières, au ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec.

furent séchés, pesés puis traités dans un mélange d'acide nitro-sulfurique (50%), à chaud. Les valves furent rincées par décantation successives de 24 heures, et une goutte de 0,2 ml déposée sur une lamelle 18 × 18 mm dégraissée, séchée puis montée dans du Naphrax ($n_d = 1,74$). Les teneurs en valves très pauvres nous ont amené à utiliser deux autres procédés : une ou plusieurs gouttes de 0,5 ml ont été déposées sur une lamelle de 22 × 22 mm ou, encore, des préparations ont été faites à partir de deux ou trois centimètres successifs. Les teneurs médiocres nous ont néanmoins contraint à compter toutes les valves sur plusieurs lames. Pour cette raison, les comptages furent limités à environ 250 valves pour les niveaux « riches » et à environ 100-150 pour les niveaux pauvres ($< 1 \times 10^5$ valves par gramme de sédiments secs). Ces comptages limités reflètent imparfaitement les communautés fossiles. Ils permettent toutefois de mettre en évidence les taxons principaux et sont acceptables, compte tenu de la flore peu diversifiée de la plupart des niveaux. Quelques données géochimiques et palynologiques ont complété l'analyse.

La teneur absolue en valves est exprimée en nombre de valves par gramme de sédiments secs (v./g). Elle a été calculée suivant SCHRADER et GERSONDE (1978). Selon leur importance en nombre de valves, les taxons sont qualifiés de dominants ($\geq 10\%$), fréquents (5-9%), occasionnels (1-4%) et rares ($< 1\%$). Les échantillons ont été analysés à un intervalle moyen de 10 cm, sauf pour la partie inférieure des sédiments de la tourbière de Rivière-du-Loup. Les préparations de celle-ci ont été faites sur 31 niveaux de 1 cm d'épaisseur et sur 8 de 3 cm; les comptages n'ont porté que sur 22 niveaux (fig. 2b). La carotte de la tourbière du Fleuve a été analysée sur 22 horizons, dont 6 de 2 cm successifs (fig. 3b).

Deux types de diagrammes ont été dressés (fig. 2 et 3). Le premier donne la répartition verticale des pourcentages des taxons, le deuxième présente diverses informations écologiques et autres (teneur en valves, nombre de taxons, etc.). Les zones de diatomées sont déterminées en tenant compte des associations de diatomées, des teneurs en valves et de la diversité taxonomique. Les associations de diatomées sont définies par les taxons dominants et fréquents (espèces compagnes).

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

Les diatomées fossiles des tourbières de Rivière-du-Loup et du Fleuve comptent 34 genres et 143 taxons. On trouvera, en annexe, un premier inventaire taxonomique (tabl. III), ainsi que des remarques taxonomiques et autoécologiques sur les taxons dominants ou d'écologie caractéristique. Les genres *Eunotia*, *Navicula* et *Pinnularia* sont les plus fréquents avec, respectivement, 22, 17 et 15 taxons. Ils constituent 39% de la flore. Celle-ci est relativement pauvre lorsqu'on la compare avec celle de quelques lacs du Bas-Saint-Laurent. Les sédiments du lac Boucané, par exemple, contiennent plus de 200 taxons (LORTIE, 1981).

La flore des deux sondages est essentiellement dulcicole, mais on rencontre aussi quelques rares taxons marins ou saumâtres, les plus fréquents étant *Melosira sulcata*, *Cocconeis scutellum*, et des fragments de *Coscinodiscus* ou de *Thalassiosira* spp. Il s'agit vraisemblablement d'individus allochtones transportés par les vents et les oiseaux. Ces formes marines sont d'ailleurs plus nombreuses dans les sédiments de la tourbière du Fleuve, la plus rapprochée de l'estuaire (4 km contre 12 km pour celle de Rivière-du-Loup).

LA TOURBIÈRE DE RIVIÈRE-DU-LOUP

Les sédiments prélevés comprennent 735 cm de sphaignes de plus en plus décomposées vers la base. Bien conservées et d'un brun très clair jusqu'au niveau de 135 cm, elles forment ensuite, à partir de 180 cm, un sédiment d'un brun très foncé, assez visqueux, comportant une fraction détritique notable dans les 205 derniers centimètres.

Les diatomées fossiles de cette tourbière comprennent 28 genres et 95 taxons, dont seulement 29 apparaissent plus de trois fois sur l'ensemble des niveaux étudiés (fig. 3a). La flore est dominée par quelques taxons du genre *Eunotia*. On a distingué les zones de diatomées 1 (80-735 cm) et 2 (0-80 cm).

Zone 1

Elle occupe les niveaux inférieurs à 80 cm et est définie par une association à *Eunotia tenella*, *E. paludosa* et sa variété *pumila* accompagnés par *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* et *Pinnularia borealis*. Son extension vers la base n'a pu être précisée. En effet, les teneurs en valves n'excèdent pas 1×10^6 v./g, et nous avons renoncé aux comptages à des intervalles rapprochés. Les comptages aux niveaux 325 et 425 cm, de même que les taxons identifiés aux niveaux inférieurs, jusqu'à 624 cm, suggèrent toutefois une flore assez similaire. Aucune diatomée n'a été relevée dans les 35 derniers centimètres.

Cette association à *Eunotia* révèle une flore hydroterrestre acidophile (fig 3b). Les taxons dominants et *F. rhomboides* var. *saxonica* sont tous habituels aux milieux acides tourbeux. *P. borealis* et *Hantzschia amphioxys*, deux formes aérophiles typiques, sont des espèces occasionnelles très constantes. Le nombre variable de taxons par niveau (16 à 28) peut être attribué aux comptages inégaux des valves (72 à 297). Fait peut-être significatif, mais difficile à expliquer, les pourcentages d'*E. tenella* demeurent sub-constants, tandis que ceux d'*E. paludosa* et de sa variété *pumila* varient notablement, l'augmentation de l'une se faisant le plus souvent au détriment de l'autre (par exemple, entre les horizons 175-215 cm et 135-165 cm). La flore conserve néanmoins un caractère nettement acide et sub-aérien.

Zone 2

Comprise dans les 80 cm supérieurs, cette zone correspond à une augmentation très sensible des teneurs absolues en valves ($> 1 \times 10^6$ v./g) et à un appauvrisse-

ment floristique très net. *Eunotia tenella* et *F. rhomboides* var. *saxonica* disparaissent pratiquement, tandis qu'*E. paludosa* devient occasionnel, au profit de sa variété *pumila*. Cette dernière atteint plus de 90% dans les 30 centimètres supérieurs et définit, pratiquement, une sous-zone.

Par sa position au sommet de la carotte, l'association à *E. paludosa* var. *pumila* témoigne peut-être de l'évolution d'une sous-association de tourbière à sphaignes vers une autre sous-association. Ainsi, l'analyse palynologique indique une augmentation des sphaignes de 13% au niveau de 70 cm à 41% à celui de 20 cm. À l'exception de la sous-association à ériophes (linaigrettes), plus oligotrophes et humide, les diverses sous-associations de la tourbière à sphaignes traduisent des conditions humides, acides (pH de 3,2 à 4,0) et oligotrophes (GAUTHIER et GRANDTNER, 1975). Les quelques analyses géochimiques disponibles (tabl. I) indiquent des teneurs en Ca, K et Mg similaires aux chiffres que donnent ces derniers. Il est, pour l'instant, impossible de relier l'association à *E. paludosa* var. *pumila* à l'une des sous-associations végétales.

TABLEAU I

Teneurs en ions (ppm) de quelques échantillons de la tourbière de Rivière-du-Loup

Profondeur (cm)	Teneur en ions (ppm)					
	Ca	Mg	Na	K	Fe	Cu
12-13	1854	760	—	620	1055	34
76-77	2129	755	—	225	687	27
123-124	1050	694	—	165	505	29
205-206	1240	750	—	104	385	10
256-257	1535	921	—	114	458	15

En revanche, le caractère monospécifique de l'association suggère des conditions écologiques extrêmes. La quasi-disparition de *F. rhomboides* var. *saxonica* et d'*E. tenella* indique peut-être une acidité plus accentuée, trop basse pour ces taxons. Mais cet abaissement du pH n'explique pas la décroissance d'*E. paludosa*, une forme acidobionte préférant des pH de 3,5 à 4,5 (PETERSEN, 1950). D'autre part, les données géochimiques sont similaires dans les deux zones, sauf pour le fer et le potassium, plus élevés. Au même titre qu'*E. exigua*, une espèce très abondante sur les coussins de sphaignes (*hummocks*) des tourbières du Minnesota, *E. paludosa* var. *pumila* n'est peut-être, en dernier ressort, qu'une forme aérophile plus tolérante, capable de supporter les conditions très oligotrophes et occasionnellement sèches des sphaignes (KINGSTON, 1982).

LA TOURBIÈRE DU FLEUVE

La carotte présente 205 cm de tourbe assez fibreuse, d'un brun très foncé, assez décomposée, avec des débris de végétaux plus abondants vers la base. L'horizon compris entre 75 et 90 cm est plus riche en herbacées.

La flore fossile comprend 34 genres et 95 taxons, dont 38 apparaissent plus de trois fois le long du profil (fig. 3a). Un peu plus variée que celle de la tourbière précédente, elle comporte également deux zones de diatomées beaucoup plus nettes. Les deux zones traduisent probablement un milieu peu profond et légèrement acide (sous-zone 1a) évoluant progressivement (sous-zone 1b) vers une tourbière (zone 2).

Sous-zone 1a

Cette sous-zone (145 à 205 cm) est définie par l'association à *Cymbella aspera* et *Pinnularia* cf. *streptoraphe* accompagnés par *P. streptoraphe*, *Navicula semen*, *Stauroneis* aff. *phoenicenteron* et *Eunotia maior*. Les teneurs absolues en valves sont riches ($> 1 \times 10^6$ v./g), le niveau 195 cm atteignant $19,8 \times 10^6$ v./g. Assez curieusement, les diatomées de cette sous-zone sont moins bien conservées qu'ailleurs, et seules les valves à silification épaisse ont résisté à la dissolution. Cette mauvaise conservation, très zonale, est probablement liée à la nappe phréatique. Elle explique le petit nombre de taxons rencontrés (6 à 15, selon les niveaux).

L'interprétation de cette flore corrodée est donc délicate. Parmi les taxons fréquents, on notera ainsi la coexistence de taxons alcaliphiles (*Diploneis* aff. *oblongella*), indifférents (*N. semen*) ou acidophiles (*P. streptoraphe*). La plupart des taxons sont périphtiques, certains épiphytes et eutrophes (*C. aspera*), ce qui suggère un milieu immergé, peu profond et légèrement acide. Les teneurs en valves élevées et les fortes valeurs en Ca, K et Mg (tabl. II) confirment l'hypothèse: les premières impliquent une biomasse importante et les deuxièmes des conditions minérotrophes. Ces différentes données supposent un milieu franchement aquatique, ouvert, favorable aux diatomées. L'analyse du pollen révèle d'ailleurs très peu de sphaignes à la profondeur de 195 cm.

TABLEAU II

Teneurs en ions (ppm) d'échantillons de la tourbière du Fleuve

Profondeur (cm)	Teneur en ions (ppm)					
	Ca	Mg	Na	K	Fe	Cu
16	2058	1504	554	435	1795	25,3
31	2132	1486	478	156	1494	5,8
52	2216	1785	485	167	1032	6,9
72	3726	2231	552	126	1477	6,5
93	3683	2280	655	215	2034	7,0
101	4166	2191	579	156	2242	5,9
121	5419	2550	472	96	2539	5,5
131	8375	3853	427	117	4788	13,4
148-149	10410	4808	—	2946	6725	28,0
171	11990	5076	714	224	9030	78,6
193	15323	7140	4042	4284	15127	48,2

Sous-zone 1b

Cette deuxième sous-zone (120-145 cm) marque la transition vers la zone 2. Les teneurs en valves s'abaissent. Les taxons dominants de la sous-zone précédente disparaissent (à l'exception de *P. cf. streptoraphe*), tandis que ceux de la zone 2 apparaissent. Les teneurs des éléments géochimiques diminuent progressivement (tabl. II et fig. 3b) et l'observation du pollen montre une forte augmentation des sphaignes à la profondeur de 150 cm.

Zone 2

Comprise dans les 120 premiers centimètres, elle correspond à l'association à *Eunotia paludosa*, *Pinnularia* aff. *hilseana* et *P. subcapitata* accompagnés par *Hantzschia amphioxys*. Elle contraste avec la zone 1 par le pourcentage des formes aérophiles (fig. 3b) et le nombre de taxons typiquement aérophiles (*H. amphioxys*, *P. borealis*, *Navicula obsidialis*, *N. fossalis*, *Nitzschia terrestris*, *Melosira roeseana*). Par ailleurs, les formes acidophiles-acidobiontes dominent avec des pourcentages de 60-70%. Ces formes sont encore plus abondantes entre 60 et 40 cm, de même que dans le 30 cm supérieurs. Les teneurs en Ca, Mg et K indiquent des conditions nettement moins minérotrophes que dans la zone 1a (tabl. II et fig. 3b).

Toutefois, les variations substantielles des taxons dominants *P. subcapitata* et *E. paludosa* montrent que l'association de la zone 2 ne correspond pas nécessairement à des conditions écologiques stables. Ainsi, *P. subcapitata* devient occasionnel dans les 40 cm supérieurs, de concert avec une diminution légère du Ca. De même, *E. paludosa*, après une augmentation régulière, décroît légèrement aux niveaux de 68-70 cm et fortement à celui de 37 cm, au profit de sa variété *pumila*, de *P. borealis* et de *H. amphioxys* : ces fluctuations négatives résultent peut-être de conditions sub-aériennes plus marquées et plus sèches. Les teneurs en valves médiocres du niveau de 37 cm appuient l'hypothèse.

Il est possible qu'il y ait, en fait, une alternance de deux associations de diatomées : l'une à *E. paludosa*, *P. aff. hilseana* et *P. subcapitata*, l'autre à *E. paludosa* et *P. aff. hilseana*. Pour sa position à 10 cm de la surface, cette deuxième association pourrait être reliée à la pessière à sphaignes.

DISCUSSION

À l'exception de la sous-zone de la tourbière du Fleuve, tous les échantillons analysés contiennent une flore de diatomées peu diversifiée, représentative d'un milieu tourbeux, sub-aérien, plus ou moins humide, acide et oligotrophe. Les deux tourbières ne comptent cependant que 49 taxons communs, dont un seul, *E. paludosa*, est dominant. En outre, elles se différencient par leurs associations de diatomées. Compte tenu des sédiments et des deux groupements végétaux (pessière à sphaignes et tourbière à sphaignes) observés sur les si-

tes des sondages, l'existence d'une relation entre les associations de diatomées et les associations végétales paraît évidente. Les facteurs responsables de cette différenciation restent malaisés à déterminer. L'acidité, le trophisme et le régime hydrologique sont, sans doute, les plus marquants.

L'ACIDITÉ

L'écart entre les pH moyens des différents groupements végétaux de cinq tourbières ombrotrophes ne dépassent pas 2,6 unités (GAUTHIER et GRANDTNER, 1975). Aussi, l'acidité ne paraît pas, a priori, susceptible de contrôler les associations de diatomées. La discussion sur l'association à *Eunotia paludosa* var. *pumila* de la tourbière de Rivière-du-Loup conclut en ce sens. L'importance variable de *F. rhomboides* var. *saxonica* et de *H. amphioxys* permet de nuancer cette conclusion : le premier, taxon acidobionte, est beaucoup plus abondant dans la tourbière de Rivière-du-Loup ; le deuxième, tolérant mais de préférence alcaliphile-indifférent, obtient des pourcentages plus élevés dans la tourbière de Fleuve. On peut donc supposer une acidité un peu moins marquée dans cette dernière tourbière. Une meilleure connaissance de l'autoécologie des taxons permettrait d'observer les fluctuations des formes strictement acidobiontes, fait plus significatif que celles des formes acidobiontes et acidophiles.

LE TROPHISME

Selon certains auteurs scandinaves (DURIETZ, 1954 ; HOSIAISLUOMA, 1975 ; TOLONEN et HOSIAISLUOMA, 1978), les seuls taxons vraiment typiques des conditions ombrotrophes sont *Eunotia exigua*, *Navicula subtilissima* et, pour le sud-ouest de la Suède, *Frustulia rhomboides* var. *saxonica*, cette dernière indiquant ailleurs des eaux légèrement minérotrophes. Ces deux derniers taxons, ainsi que *Asterionella ralfsii* var. *americana*, taxon dystrophe, n'apparaissent que dans la tourbière de Rivière-du-Loup. Par comparaison, la tourbière du Fleuve devrait être qualifiée de légèrement minérotrophe, bien que GAUTHIER et GRANDTNER (1975) attribuent les divers groupements végétaux, y compris la pessière à sphaignes, à des conditions ombrotrophes. Les quelques données géochimiques de la tourbière du Fleuve (tabl. II) montrent des teneurs en Ca, K et Mg un peu plus élevées qu'à Rivière-du-Loup (tabl. I) mais comparables à celles que les auteurs pré-cités ont observé dans d'autres pessières à sphaignes. La question reste donc ouverte et mérite plus amples travaux. En revanche, les conditions très minérotrophes des 55 cm inférieurs (sous-zone 1a) de la tourbière du Fleuve sont bien reflétées par la flore de diatomées.

LE RÉGIME HYDROLOGIQUE

Les associations de diatomées et les teneurs en valves peuvent refléter le régime pluviométrique ou, tout au moins, le degré d'humidité, les milieux les plus humides étant les plus productifs et les mieux diversifiés. Ainsi, DIOT et BAUDRIMONT (1969) attribuent la rareté

des frustules d'un horizon d'une tourbière de Charente à un assèchement d'origine climatique. Plus récemment, GASSE (1978) a observé dans les sédiments d'une tourbière du mont Badda (Éthiopie) l'alternance de deux groupements de diatomées : le premier, représentatif de « conditions humides, acides et oligotrophes » se distingue, en outre, par l'abondance des formes aérophiles et des teneurs faibles ; le deuxième, plus abondant, indique un « milieu franchement aquatique, alcalin et plus riche en matière organique ». Onze cycles sont déterminés et l'auteur suppose, pour l'Holocène supérieur, des phases humides à tous les 400-450 ans.

Des modifications aussi importantes ou cycliques n'ont pas été relevées dans les sédiments étudiés. Seule la base de la tourbière du Fleuve, avec sa flore péryphérique moins acide et plus abondante qu'ailleurs, montre un milieu plus franchement aquatique. Les autres niveaux présentent des fluctuations dans les teneurs en valves ou dans les pourcentages de certains taxons principaux qu'il est difficile d'attribuer à des conditions locales ou régionales (pluviosité). Dans la tourbière du Fleuve, les diminutions de *P. subcapitata* et d'*E. paludosa* (voir résultats), de même que les faibles teneurs en valves (à 37 cm, puis entre 85 et 140 cm) traduisant peut-être des conditions plus sèches strictement locales. L'analyse palynologique du niveau 110 cm révèle, par exemple, une pessière à sphaignes dense, fermée, sans herbacées (P. Richard, comm. pers., 1983). Par contre, l'augmentation des teneurs dans les 20 cm supérieurs de la tourbière de Rivière-du-Loup s'est produite en milieu ouvert ; elle implique peut-être une forte croissance des sphaignes, très sensibles aux phases climatiques humides (AABY, 1976 ; BARBER, 1981).

CONCLUSIONS

Les sédiments des deux tourbières étudiées ont livré des flores de diatomées très caractéristiques de ces milieux, assez pauvres (moins de 100 taxons par tourbières), le plus souvent peu diversifiées, et rarement abondantes quant aux teneurs en valves. Il a été possible, néanmoins, de bien différencier, floristiquement, les deux tourbières et d'observer leur évolution paléocéologique. Celle de la tourbière du Fleuve se résume à une paludification progressive ayant conduit à un milieu tourbeux, probablement moins acide et oligotrophe (minérotrophie légère) que la tourbière de Rivière-du-Loup. Cette conclusion incertaine reflète l'imprécision des données disponibles sur l'autoécologie des diatomées dominantes de ces tourbières. Cette méconnaissance nous interdit, pour l'instant, de préciser la relation constatée entre les diatomées et les deux principales associations végétales (tourbière à sphaignes et pessière à sphaignes). Néanmoins, ces premières observations sur les diatomées permettent d'envisager de nouvelles perspectives quant à l'étude écologique et paléocéologique des nombreuses tourbières de l'est du Canada.

ANNEXE

REMARQUES TAXONOMIQUES ET AUTOÉCOLOGIQUES

La détermination des taxons est basée sur les ouvrages de HUSTEDT (1930 ; 1927-66), CLEVE-EULER (1951-55) et PATRICK et REIMER (1966, 1975). La liste des taxons observés est donnée au tableau III ainsi que la principale référence iconographique et l'autoécologie. Soixante-neuf taxons sont illustrés aux planches I à IV. Douze taxons, dominants ou d'écologie typique, sont décrits et commentés. La terminologie descriptive adoptée est celle d'ANONYMOUS (1975) et de ROSS *et al.* (1979). L'autoécologie s'appuie sur les observations de HUSTEDT (1937-39 ; 1927-66 ; 1957), CHOLNOKY (1968), SCHOEMAN (1973), SALDEN (1978), KALBE, VAN DER WERF et HULS (1957-74), de même que sur plusieurs publications relatives aux flores subaériennes ou tourbicoles. Suivant HUSTEDT (1937-39), les taxons sont qualifiés de :

Acidobionte : formes se rencontrant à des pH < 7, avec un développement optimal à des pH ≤ 5.5 ;

Acidophile : forme se rencontrant à des pH voisins de 7, mais se développant de façon optimale à des pH < 7 ;

Indifférente : forme dont le développement optimal se fait à un pH de 7 ;

Alcaliphile : forme se rencontrant à des pH voisins de 7, mais se développant de façon optimale à des pH > 7 ;

Alcalibionte : forme se rencontrant à des pH > 7.

1. *Asterionella ralfsii* var. *americana* Korner (pl. I, fig. 9,10). KORNER (1970 : 613, fig. 29-35)

Description. Valve dissymétrique avec l'une des extrémités beaucoup plus largement capitée que l'autre. Renflement médian variable, mais généralement presque aussi large que l'extrémité capitée. Stries très fines, 30-32 en 10 µm. Courts spicules marginaux souvent difficiles à bien distinguer, 12-13 en 10 µm. Dimensions : longueur 31-47 µm, renflement médian 1,4-3 µm, extrémité capitée large 3,5-4 µm. Apparaît en petit nombre (<2%) uniquement dans la tourbière de Rivière-du-Loup.

Taxonomie. KORNER (1970) offre une discussion détaillée de la taxonomie de ce genre. Les formes observées dans nos dépôts correspondent à sa variété *americana*, laquelle est synonyme (KORNER, *op. cit.*) de *A. ralfsii* W. Sm. *sensu* FOGED (1962) et PATRICK et REIMER (1966 : 160, pl. 9, fig. 5). Dans ce dernier cas, la synonymie est douteuse pour deux raisons : la forme décrite et illustrée par PATRICK et REIMER (*op. cit.*) n'a pas de renflement médian, d'où « a delicate appearance » (*op. cit.*) et ces auteurs ne signalent pas de spicules marginaux.

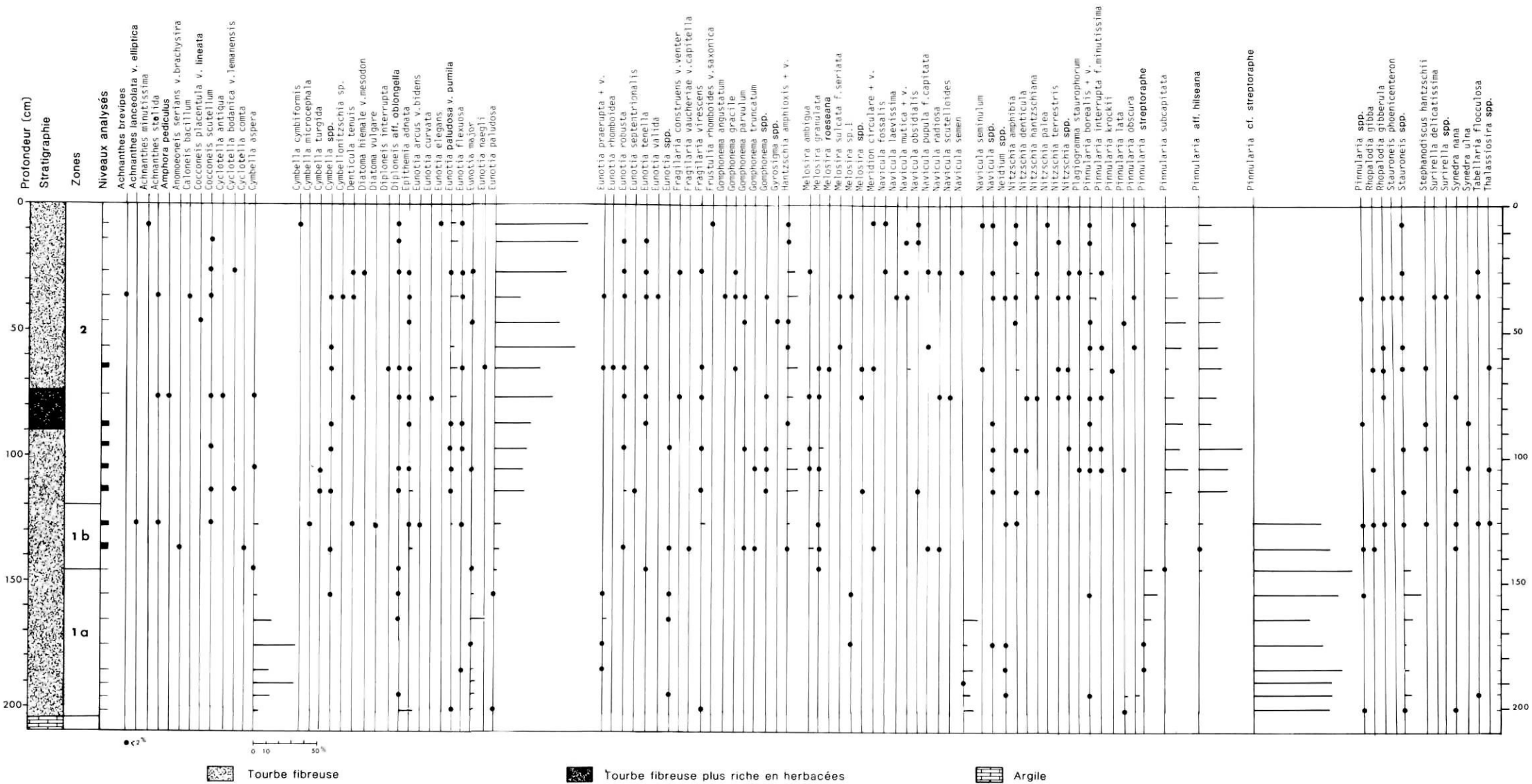


FIGURE 3a. Diagramme de la distribution verticale des diatomées de la tourbière du Fleuve.
 Diatom percentage diagram of the du Fleuve bog.

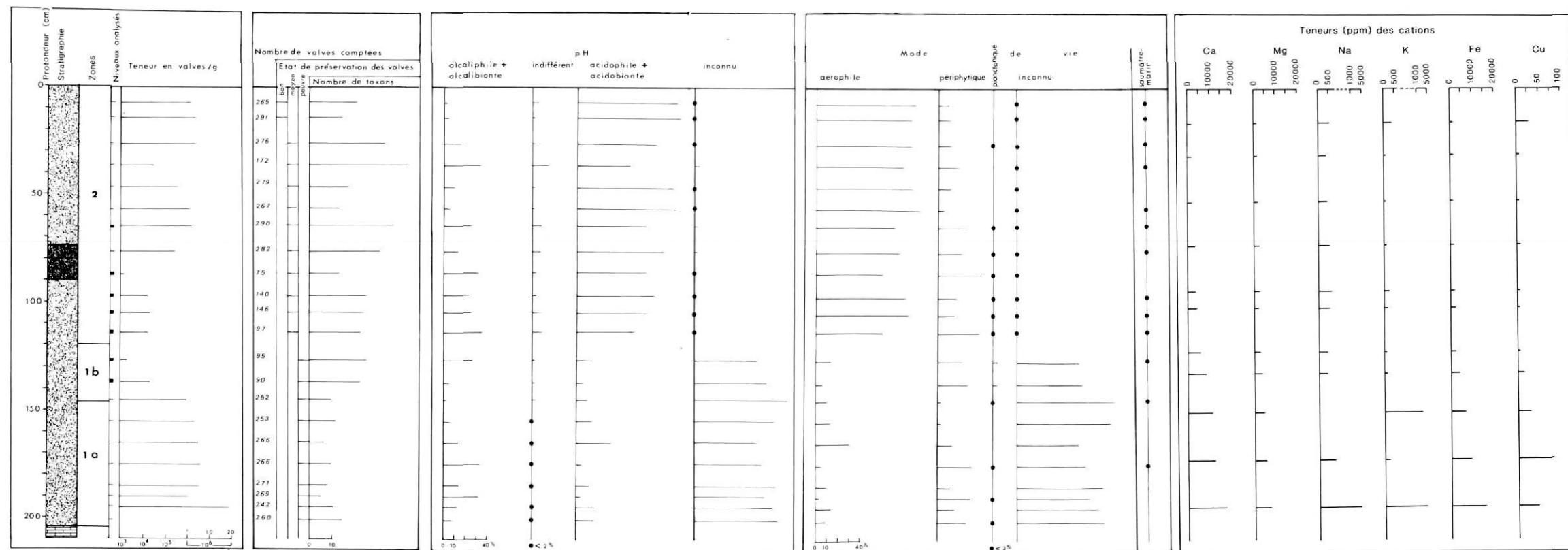


FIGURE 3b. Données paléo-écologiques diverses.
 Various paleoecological data.

Écologie. L'espèce est jugée oligotrophe-dystrophe et acidophile (ROSS, 1956; FOGED, 1962; PATRICK et REIMER, 1966; KORNER, 1970). Observée également dans l'eau d'expression de sphaignes de tourbières de Rivière-du-Loup et du Témiscouata.

2. *Eunotia paludosa* Grunow (pl. II, fig. 1 à 10). PETERSEN (1950: 8, pl. 1, fig. 14 à 21) CLEVE-EULER (1953, II: 107, fig. 441 a-d)

Description. Bord ventral légèrement concave. Bord dorsal un peu plus convexe, avec un épaississement silicieux notables près des extrémités. Forme généralement assez élancée, étroite, avec des bords presque parallèles pour les plus grandes valves, et un bord dorsal plus convexe pour les petites valves. Extrémités arrondies du côté ventral et légèrement capitées du côté dorsal. Longueur 11-39 μm , largeur 1,5-3 μm . Stries transapicales parallèles, 22-25 en 10 μm . Fréquent dans les sédiments tourbeux analysés.

Taxonomie. HUSTEDT (1927-66, II: 285, fig. 751 a-r) et PATRICK et REIMER (1966: 215, pl. 13, fig. 17, 18) placent en synonymie *E. paludosa* Grun. et *E. exigua* (Bréb. ex Kütz.) Rabh. PETERSEN (op. cit.) les sépare en se basant sur leur morphologie: «*E. paludosa* differs clearly from *E. exigua* by the valve being more lanceolate and less curved, and by having no sharp contractions before the apices», un critère retenu par CLEVE-EULER (op. cit.). Les formes les plus courantes de nos échantillons (pl. II, fig. 3, 4, 5) sont effectivement très différentes de l'*E. exigua* illustré par PATRICK et REIMER (op. cit.), mais certaines petites formes légèrement capitées (fig. 6, 7, 9) sont très voisines de l'*E. exigua* illustré par HUSTEDT (op. cit., fig. 751 g, h, i).

Écologie. *E. paludosa* est acibodionte (pH de 3,5 à 4,5), typique des tourbières à sphaignes (PETERSEN, op. cit.). Comme la plupart des auteurs ont adopté la synonymie *E. exigua/paludosa* d'HUSTEDT, ses caractères écologiques ne sont pas précisés. L'espèce est cependant fréquente sur les sphaignes actuelles de la région.

3. *Eunotia paludosa* var. *pumila* Cleve-Euler (pl. II, fig. 16 à 23). CLEVE-EULER (1953, II: 107, fig. 441 e, f)

Description. Bord ventral généralement concave, rarement chez les plus petites valves; bord dorsal convexe. Les deux bords sont généralement à peu près parallèles. Extrémités tronquées sur le côté ventral et capitées sur le côté dorsal. Longueur 16-29 μm , largeur 2-2,5 μm . Stries transapicales très fines (28-32 en 10 μm) et parallèles. Abondante dans les dépôts de la tourbière de Rivière-du-Loup.

Taxonomie. Taxon voisin d'*E. subtilissima* Berg (1939: 433, fig. 64) qui se distingue par une largeur moindre (1,5-2 μm), des extrémités très légèrement capitées, un bord ventral peu concave et une striation plus fine (+ 35 stries en 10 μm). Dans un autre travail, BERG (1945: 7, fig. 45) illustre un *E. subtilissima* plus long

(40 μm sur sa figure), fin, curviligne, mais toujours peu capitée.

Nos spécimens sont proches d'*E. paludosa* var. *pumila* Cleve-Euler (op. cit.) par les dimensions (13-22 μm $\times$ 1,5-3 μm), le nombre de stries (27-32 en 10 μm) et quelquefois la forme pour les plus petits spécimens (pl. II, fig. 21-23). La plupart, en effet, se distinguent par leur proportion plus élancée, plus longue et par leurs extrémités capitées-tronquées. Ce dernier caractère, très net, devrait d'ailleurs les rattacher à *E. exigua* (PETERSEN, 1950; BOCK, 1961: 326, pl. 1, fig. 12-16, 22-24; voir *E. paludosa*).

Écologie. *E. paludosa* var. *pumila* a été observé sur des mousses, en Lapponie, mais son autoécologie n'est pas connue. Le taxon observé dans nos sédiments est très abondant sur les sphaignes actuelles de la tourbière de Rivière-du-Loup. Ses caractéristiques écologiques sont vraisemblablement voisines de celles d'*E. exigua*. Ce dernier est acidobionte (pH 4,0 à 7,7), important surtout sur les sphaignes ou parfois dans les lacs oligotrophes (JORGENSEN, 1948). CHOLNOKY (1968) lui attribue un pH optimum de 5,2 à 5,3. Dans les tourbières finlandaises, ce taxon est typique des conditions ombrotrophes (DURIETZ, 1954; HOSIAILUOMA, 1978). Certains auteurs le qualifient volontiers de sphagnophile (PETERSEN, 1950). Il est possible que les coussins de sphaignes (*hummocks*) offrent un micro-habitat ombrotrophe spécifique (pH bas, assèchement périodique, trophisme faible) que ce taxon pourrait tolérer (KINGSTON, 1982).

4. *Eunotia tenella* (Grun.) Cleve (pl. II, fig. 30 à 36). PATRICK et REIMER (1966: 210, pl. 13, fig. 6)

Description. Bord ventral presque droit au centre, mais quelquefois très concave; épaississement silicieux très net, à mi-chemin entre les pôles et le centre. Bord dorsal plus convexe. Extrémités arrondies à tronquées sur le bord dorsal, nettement capitées sur le bord ventral. Longueur 18-31 μm , largeur 3,5-5 μm . Nombre de stries en 10 μm , 16 à 18 au centre, 18 à 20 aux extrémités. Fréquent surtout dans les sédiments de la tourbière du Fleuve.

Taxonomie. Les valves observées correspondent assez bien aux diagnoses de PATRICK et REIMER (op. cit.), de HUSTEDT (1927-66, II: 284) et de CLEVE-EULER (1953, II: 104) sauf sur quatre points: elles sont parfois plus larges (les trois auteurs donnent respectivement 2-4 μm , 3-4 μm et 2,8-3,5 μm), le bord ventral peut être très convexe, les extrémités des plus longs frustules sont parfois capitées-rostrées (un caractère typique d'*E. exigua*) et l'épaississement silicieux est net. Compte tenu du nombre de stries et du bord ventral généralement très peu concave, ce taxon a été nommé *E. tenella*.

Écologie. *E. tenella* est une espèce acidophile (PATRICK et REIMER, op. cit.; HUSTEDT, 1957) avec un pH optimum de 5,5-6,0 (CHOLNOKY, 1968). Elle est caractéristique des milieux acides et quelquefois aérophile

(BOURRELLY et MANGUIN, 1952). *E. tenella* est présente sur les sphaignes de la tourbière de Rivière-du-Loup.

5. *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* (Rabh.) de Toni (pl. IV, fig. 12, 13). HUSTEDT (1927-66, II : 729, fig. 1099a)

Description. Même description que HUSTEDT (*op. cit.*), à l'exception de quelques spécimens dont les dimensions (longueur 30 μm , largeur 8 μm) sont inférieures à celles qu'il mentionne (longueur 40-70 μm , largeur 12-20 μm). La même remarque vaut pour la forme *undulata* HUSTEDT (pl. II, fig. 27). Ces petites formes anormales sont peut-être le produit de conditions écologiques extrêmes. Fréquente dans la tourbière de Rivière-du-Loup, dans des pourcentages variables.

Écologie. Ce taxon vit dans des eaux acides, avec un pH optimum d'environ 6, selon CHOLNOKY (1968), mais d'autres auteurs le qualifient d'acibionte (HUSTEDT, 1957; MERILÄINEN, 1967; DAM *et al.*, 1981). BOURRELLY et MANGUIN (1952 : 54) observent qu'il s'agit d'une «forme halophobe, sténotope, très caractéristique des biotopes riches en acide humique de pH 4 à 6, fuyant les eaux alcalines ou minéralisées, aérophile et sphagnophile des rochers suintants et tourbières acides (...)». Elle peut être également épiphyte dans les lacs et étangs oligotrophes (ROUND, 1957). Dans les tourbières, elle indique des conditions ombrotrophes ou très légèrement minérotrophes (DURIETZ, 1954; HOSIAIS-LUOMA, 1978).

6. *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grunow (pl. IV, fig. 1). HUSTEDT (1930 : 394, fig. 749)

Description. Même description qu'HUSTEDT (*op. cit.*). Contrairement à SCHOEMAN (1973), nous n'avons pas observé de formes de transition et distingué, par conséquent, les formes *capitata* O. Müller et *major* Grunow. L'espèce et ses variétés sont fréquentes et occasionnelles dans les deux tourbières étudiées.

Écologie. *H. amphioxys* est une espèce cosmopolite très tolérante, qui s'observe fréquemment sur les sols (LUND, 1946; PETERSEN, 1935; BROADY, 1979). Elle est généralement alcaliphile (CHOLNOKY, 1968) ou encore indifférente (HUSTEDT, 1957), mais peut tolérer des pH aussi bas que 3,5 (VAN DER WERF et HULS, 1957-74). Ces derniers la jugent eutrophe. BOCK (1963) la considère comme une forme xérotique typique des mousses, donc capable de supporter des assèchements.

7. *Navicula subtilissima* Cleve (pl. III, fig. 13). PATRICK et REIMER (1966 : 483, pl. 46, fig. 4)

Description. Les spécimens observés sont conformes à la description de PATRICK et REIMER (*op. cit.*).

Écologie. Espèce typiquement acidophile (JORGENSEN, 1948). CHOLNOKY (1968) lui attribue un pH optimal d'environ 5,6. MERILÄINEN (1967) et DE GRAAF (1957) la classent comme acidobionte. Elle est fréquem-

ment associée aux *Eunotia* spp. et à *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* (HUSTEDT, 1927-66, III : 90), dans les eaux oligotrophes des tourbières. WARNCKE (1980) l'a fréquemment observé, mais en faibles pourcentages, comme forme aérophile. Avec *E. exigua*, elle serait l'une des seules diatomées vraiment typiques des milieux ombrotrophes des tourbières finlandaises (DURIETZ, 1954; HOSIAISLUOMA, 1978).

8. *Nitzschia terrestris* (Pet.) Hustedt (pl. IV, fig. 9 à 11). PETERSEN (1928 : 418, fig. 31). Synonyme : *N. vermicularis* var. *terrestris* HUSTEDT (1934 : 396)

Description. Valve de forme sigmoïde, très légèrement contractée au centre. Extrémités légèrement capitées. Dimensions : 40-52 μm $\times$ 4-5 μm . Stries transapicales peu visibles, 30-36 en 10 μm . Fibules très nets, 6-8 en 10 μm , le fibule central étant plus large. Espaces interfibulaires rectangulaires, longs. Rare dans les sédiments analysés.

Taxonomie. Les spécimens observés se rapprochent de *N. terrestris* (Pet.) Hustedt (PETERSEN, *op. cit.*) et de *N. parvula* var. *terricola* Lund (1946 : 97, fig. 14A-I), deux taxons très voisins qui paraissent ne se distinguer que par la forme allongée des espaces interfibulaires de *N. terrestris*, un caractère net sur la figure de PETERSEN (*op. cit.*). Dans ce cas, le *N. parvula* var. *terricola* illustré par REIMER (1970, pl. 1, fig. 7) devrait être rangé comme *N. terrestris*. On notera, par contre, que l'illustration de *N. terrestris* par HUSTEDT (1950, pl. 38, fig. 1-3) rend très mal ce caractère : les espaces interfibulaires sont larges et sub-arrondis. TYNNI (1980, fig. 184-186) illustre des *N. terrestris* similaires à nos spécimens.

Écologie. Les deux taxons sont aérophiles. *N. terrestris* est indifférent-alcaliphile (HUSTEDT, 1957 : 357).

9. *Pinnularia borealis* Ehrenberg (pl. IV, fig. 22). PATRICK et REIMER (1966 : 618, pl. 58, fig. 13)

Description. Même description que PATRICK et REIMER (*op. cit.*). L'espèce et ses variétés *rectangularis* Carlson et *lanceolata* Hustedt (pl. IV, fig. 20, 21) apparaissent assez régulièrement dans les sédiments des deux tourbières, mais toujours en faibles pourcentages.

Écologie. Avec *Hantzschia amphioxys*, c'est l'un des taxons aérophiles les plus courants (LUND, 1946; PETERSEN, 1935). Cosmopolite, il a été signalé sur des substrats très variés (mousses, rochers, boues, etc., cf. BROADY, 1979), mais préfère un pH circumneutre (HUSTEDT, 1957). Il est néanmoins fréquent dans des eaux acides de pH 4,0 à 6,5 (FOGED, 1977) et serait mésotrophe (VAN DER WERF et HULS, 1957-74).

10. *Pinnularia* aff. *hilseana* Janisch (pl. IV, fig. 2 à 8). PATRICK et REIMER (1966 : 595, pl. 55, fig. 5) HUSTEDT (1930 : 317, fig. 572). Synonyme : *P. subcapitata* var. *hilseana* (Janisch) O. Müller. CLEVE-EULER (1955. IV : 65, fig. 1090 n-r). Synonyme : *P. subcapitata* var. *hilseana* (Janisch) O. Müller. VAN DER WERF et HULS (1957-74. P.D.G. XVI, 110). Synonyme : *P. subcapitata* var. *hilseana* (Janisch) O. Müller. VAN HEUECK (1880) 1885 : 77,

TABLEAU III

*Inventaire taxonomique et autoécologie des diatomées fossiles
des tourbières de Rivière-du-Loup et du Fleuve*

Liste taxonomique	Référence	Remarques écologiques		
		Salinité	Mode de vie	p H
ACHNANTHES				
<i>brevipes</i> Ag.	Hustedt, 1927-66, II: 424, fig.877	m	pe	alf
<i>lanceolata</i> v. <i>elliptica</i> (Breb.) Grun.	Hustedt, 1927-66, II: 410, fig.863 n-o	o	pe	i, alf
<i>minutissima</i> Kütz.	Patrick et Reimer, 1966: 253, pl.16/9-10	o	ep	i, alf
<i>stolidia</i> Krasske	Krasske, 1949: 78, pl.1/1-4	o	pe	ac?
AMPHORA				
<i>coffeiformis</i> (Ag.) Kütz.	Patrick et Reimer, 1975: 78, pl.14/11-12	o	pe	alf, i
<i>ovalis</i> v. <i>affinis</i> (Kütz.) Van H. ex de T.	Patrick et Reimer, 1975: 69, pl.13/3-4	hf	b	alf
<i>pediculus</i> (Kütz.) Grun.	Schoeman et Archibald, 1978, fig.1-38	o	ep	alf
<i>veneta</i> Kütz.	Patrick et Reimer, 1975: 73, pl.14/2 3	hp	pe	i, alf
ANOMOEONEIS				
<i>seriana</i> v. <i>brachysira</i> (Breb.ex Kütz.) Hust.	Patrick et Reimer, 1966: 379, pl.33/7-11	o	pe	ac
ASTERIONNELLA				
<i>formosa</i> Hass.	Patrick et Reimer, 1966: 159, pl.9/1-3	i	pl	alf
<i>rafsii</i> v. <i>americana</i> Korner	Korner, 1970: 613, fig.29-35	o	pl	alf
CALONEIS				
<i>alpestris</i> (Grun.) Cl.	Patrick et Reimer, 1966: 587, pl.54/9	i,hl	ae,pe	alf
<i>bacillum</i> (Grun.) Cl.	Hustedt, 1937-39: 292, pl.15/14-16	o,m	pe,a	alf
<i>silicula</i> (Ehr.) Cl.	Hustedt, 1930: 236, fig.362			
COCconeis				
<i>pediculus</i> Ehr.	Patrick et Reimer, 1966: 240, pl.15/3-4	o,m	ep	alf
<i>placentula</i> Ehr.	Patrick et Reimer, 1966: 240, pl.15/7	i	ep	alf,i
<i>placentula</i> v. <i>euglypta</i> (Ehr.) Cl.	Patrick et Reimer, 1966: 241, pl.15/8	i	ep	alf
<i>scutellum</i> Ehr.	Hustedt, 1927-66, II: 337, fig.796	m	ep	alf
CYCLotella				
<i>antiqua</i> W.Sm.	Hustedt, 1927-66, I: 349, fig.180	o	pl	ac
<i>bodanica</i> v. <i>lemanensis</i> O.Müller	Hustedt, 1927-66, I: 357, fig.185	o	pl	ac
<i>comta</i> (Ehr.) Kütz.	Hustedt, 1927-66, I: 355, fig.183	i	pl	alf
<i>striata</i> (Kütz.) Grun.	Hustedt, 1927-66, I: 344, fig.176	m	pl	alf,i
CYMBELLA				
<i>aspera</i> (Ehr.) H.Per.	Patrick et Reimer, 1975: 53, pl.10/2	i	ep	alf,i
<i>cymbiformis</i> Ag.	Patrick et Reimer, 1975: 54, pl.10/3,4	i	ep	alf,i
<i>diluviana</i> (Krasske) Florin	Patrick et Reimer, 1975: 23, pl.3/6-12	o	pe	ac
<i>minuta</i> Hilse ex Rabh.	Patrick et Reimer, 1975: 47, pl.8/1-4	o	ep	i
<i>microcephala</i> Grun.	Patrick et Reimer, 1975: 33, pl.4/12-13	i	pe	alf,i
<i>turgida</i> (Greg.) Cl.	Hustedt, 1930: 358, fig.660	o	ep	i,ac
CYMBELLONITZSCHIA				
<i>sp.</i>				
DENTICULA				
<i>tenuis</i> Kütz.	Patrick et Reimer, 1975: 172, pl.22/12-13	o	pe	i,ac
DIATOMA				
<i>anceps</i> (Ehr.) Kirchn.	Patrick et Reimer, 1966: 106, pl.2/1	o	pe	alf
<i>hiemale</i> v. <i>mesodon</i> (Ehr.) Grun.	Patrick et Reimer, 1966: 108, pl.2/8	o	pe	alf,ac
<i>vulgare</i> Bory	Patrick et Reimer, 1966: 109, pl.2/9	i	ep	alf,alb
DIPLONEIS				
<i>interrupta</i> (Kütz.) Cl.	Hustedt, 1927-66, II: 602, fig.1019a	m	pe	alf
<i>aff. oblongella</i> (Naegl. ex Kütz.) Ross	Patrick et Reimer, 1966: 413, pl. 38/8	o	pe	alf
EPITHEMIA				
<i>adnata</i> (Kütz.) Breb.	Patrick et Reimer, 1975:179, pl.24/3-4	o	ep	alf
EUNOTIA				
<i>arcus</i> v. <i>bidens</i> Grun.	Patrick et Reimer, 1966: 213, pl.13/12	o	ae	ac,i
<i>curvata</i> (Kütz.) Lagerst	Patrick et Reimer, 1966: 189, pl.10/4	i,hp	ep,pe,	i,ac
<i>denticula</i> (Breb.) Rabh.	Hustedt, 1927-66, II: 90, fig.757	o	a	ac
<i>elegans</i> Östr.	Patrick et Reimer, 1966: 211, pl.13/9	o	pe,a	ac,i
<i>paludosa</i> (exigua?) v. <i>pumila</i> Cleve-Euler	Cleve-Euler, 1953, II: 107, fig.441e,f	o	ae	ac
<i>exigua</i> v. <i>bidens</i> Hust.	Patrick et Reimer, 1966: 207, pl.12/14	hp	a,pe	ac,ab
<i>flemosa</i> Breb. ex Kütz.	Patrick et Reimer, 1966: 187, pl.10/1	o	ae	ac
<i>lunaris</i> v. <i>ventrosa</i> A. Berg	Cleve-Euler, 1953, II:89, fig.4121-non 412o	o		
<i>maior</i> (W.Sm.) Rabh.	Patrick et Reimer, 1966: 196, pl.11/5	o	pe,a	ac

<i>naegli</i> Migula	Patrick et Reimer, 1966: 190, pl.10/6	o	pe	ac
<i>paludosa</i> Grun.	Cleve-Euler, 1953, II: 107, fig.441a-d	o	ae	ac,ab
<i>praerupta</i> Ehr.	Patrick et Reimer, 1966: 193, pl.10/14	o	ae	ac
<i>praerupta v. bidens</i> (W.Sm.) Grun.	Patrick et Reimer, 1966: 194, pl.10/13	o, hp	ae	ac
<i>praerupta v. inflata</i> Grun.	Patrick et Reimer, 1966: 194, pl.10/15	o	ae	ac
<i>rhomboidea</i> Hust.	Hustedt, 1950: 435, pl.34/28, pl.36/34-41	o	pe, a	ac, ab
<i>robusta</i> Ralfs	Hustedt, 1927-66, II: 275, fig.740g	o	pe, a	ac
<i>septentrionalis</i> Øst.	Patrick et Reimer, 1966: 212, pl.13/10	o	pe, a	ac
<i>sierra v. diadema</i> (Ehr.) Patr.	Patrick et Reimer, 1966: 201, pl.12/3	o	pe, a	ac
<i>tenella</i> (Grun.) Hust.	Petersen, 1950: 12, pl.2/16-25	hp	ae	ac
<i>valida</i> Hust.	Patrick et Reimer, 1966: 192, pl.10/11	o	ae, pe	ac
<i>vanheurckii</i> Patr.	Patrick et Reimer, 1966: 210, pl.13/7	o	ae, pe	ac
<i>vanheurckii v. intermedia</i> (Krasske ex Hust.) Patr.	Patrick et Reimer, 1966: 211, pl.13/8	o	ae, pe	ac
FRAGILARIA				
<i>construens v. venter</i> (Ehr.) Grun.	Patrick et Reimer, 1966: 126, pl.4/8-9	o	pe, pl	alf
<i>leptostauron v. dubia</i> (Grun.) Hust.	Patrick et Reimer, 1966: 124, pl.4/3	o	pe	alf, i
<i>pinnata</i> Ehr.	Patrick et Reimer, 1966: 127, pl.4/10	o, i	pe	alf
<i>pinnata v. lancettula</i> Schum.	Patrick et Reimer, 1966: 128, pl.4/12	o, hf	pe	alf
<i>vaucheria v. capitellata</i> (Grun.) Patr.	Patrick et Reimer, 1966: 121, pl.3/16	o	pe	alf
<i>virescens</i> Ralfs.	Patrick et Reimer, 1966: 119, pl.3/7-9	o, hp	pe, a	i
FRUSTULIA				
<i>rhomboides v. saxonica</i> (Rabh.) de T.	Hustedt, 1927-66, II: 729, fig.1099a	o, hp	pe, a	ac, ab
<i>rhomboides v. saxonica f. undulata</i> Hust.	Hustedt, 1927-66, II: 729, fig.1099b	o	pe, a	ac
GOMPHONEMA				
<i>acuminatum</i> Ehr.	Patrick et Reimer, 1975: 113, pl.15/6	i	pe, a	alf
<i>angustatum</i> (Kütz.) Rabh.	Patrick et Reimer, 1975: 125, pl.17/17-19	o	pe, a	alf
<i>gracile</i> Ehr.	Patrick et Reimer, 1975: 131, pl.17/1-3	i	pe, a	i, alf
<i>parvulum</i> Kütz.	Patrick et Reimer, 1975: 122, pl.17/7-12	i	pe, a	i
<i>truncatum</i> Ehr.	Patrick et Reimer, 1975: 118, pl.16/3	o	pe, a	i
spp.				
GYROSIGMA				
sp.				
HANTZSCHIA				
<i>amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	Hustedt, 1930: 394, fig.747	e	ae	alf, i
<i>amphioxys f. capitata</i> O.Müller	Hustedt, 1930: 394, fig.748	e	ae	i
<i>amphioxys f. major</i> Grun.	Hustedt, 1930: 394, fig.749	e	ae	i
<i>robusta v. aequalis</i> Cleve-Euler	Cleve-Euler, 1952, V: 51, fig.1421t-u	o		
MASTOGLIOIA				
sp.				
MELOSIRA				
<i>ambigua</i> (Grun.) O.Müller	Hustedt, 1927-66, I: 256, fig.108	o	pl	i, alf
<i>granulata</i> (Ehr.) Ralfs	Hustedt, 1927-66, I: 248, fig.104a	o	pl	alf
<i>granulata v. curvata</i> Grun.	Van Heurck, 1885, pl. 87, fig. 18	o	pl	alf
<i>granulata v. angustissima</i> O.Müller	Hustedt, 1927-66, I: 250, fig.104a	o	pl	alf
<i>roeseana</i> Rabh.	Hustedt, 1927-66, I: 266, fig.112	o	ae	alf
<i>sulcata f. radiata</i> Grun.	Hustedt, 1927-66, I: 278, fig.119c	m	pl	alf
sp.1				
spp.				
MERIDION				
<i>circulare</i> (Grun.) Ag.	Patrick et Reimer, 1966: 113, pl.2/15	i	pe	alf
<i>circulare v. constrictum</i> (Ralfs.) Vautt	Patrick et Reimer, 1966: 114, pl.2/16	hp	pe, a	alf
NAVICULA				
<i>bryophila</i> Pet.	Hustedt, 1927-66, III: 91, fig.1237	hp	ae	ac
<i>fossalis</i> Krasske	Hustedt, 1927-66, III: 166, fig.1299	o	ae	
<i>gregaria</i> Donk	Patrick et Reimer, 1966: 467, pl.44/6	hp, e	pe	alf
<i>laevissima</i> Kütz.	Patrick et Reimer, 1966: 497, pl.47/13	o	b	ac, i
<i>mutica</i> Kütz.	Hustedt, 1927-66, III: 583, fig.1592a-f	o	ae, pe	i, alf
<i>mutica f. cohnii</i> (Hilse) Grun.	Hustedt, 1927-66, III: 583, fig.1582g-m	o	ae, pe	i
<i>neoventricosa</i> Hust.	Hustedt, 1927-66, III: 612, fig.1612	i	pe	
<i>oblonga</i> (Kütz.) Kütz.	Patrick et Reimer, 1966: 534, pl.51/6	i	pe	alf
<i>obsidialis</i> Hust.	Hustedt, 1927-66, III: 167, fig.1300	o	ae	
<i>pupula f. capitata</i> Skvort et Meyer	Hustedt, 1927-66, III: 121, fig.1254i-m	i	pe	i
<i>radiosa</i> Kütz.	Patrick et Reimer, 1966: 509, pl.48/15	i	pe	i
<i>scutelloides</i> W.Sm.	Patrick et Reimer, 1966: 450, pl.40/3	i	pe	alf
<i>semen</i> Ehr. emend. Donk	Patrick et Reimer, 1966: 460, pl.43/4	o	ae	ab
<i>seminulum</i> Hustedt	Hustedt, 1927-66, III: 242, fig.1367	i	pe	i
<i>sphenensis f. capitata</i> (Krasske) Hust.	Hustedt, 1927-66, III: 215, fig.1331e	o	ae	
<i>subtilissima</i> Cl.	Patrick et Reimer, 1966: 483, pl.46/4	o	ae	ae
<i>viridula v. avenacea</i> (Breb. ex Grun.) Van H.	Patrick et Reimer, 1966: 507, pl.48/18	hp	pe, b	alf
NEIDIUM				
spp.				
NITZSCHIA				
<i>amphibia</i> Grun.	Lange-Bertalot, 1976: 260, pl.1/22	i	pe, pl, a	alf, alb
<i>denticula</i> Grun.	Hustedt, 1930: 407, fig.780	o	pe, a	
<i>fonticola</i> Grun.	Lange-Bertalot, 1976: 270, pl.3/7-11	i	pe	alf, alb
<i>hantzschiana</i> Rabh.	Lange-Bertalot, 1976: 263, pl.2/14-21	hp	pe, a	alf
<i>hungarica</i> Grun.	Hustedt, 1930: 402, fig.766	hf, m	pe	alf
<i>palea</i> (Kütz.) W.Sm.	Lange-Bertalot, 1976: 271, pl.3/17-25	i	b, pl, a	i
<i>terrestris</i> (Pet.) Hust.	Hustedt, 1945-50: 404, pl.38/1-3	o	ae	i, ac

PINNULARIA				
<i>borealis</i> Ehr.	Patrick et Reimer, 1966: 168, pl.58/13	o	ae,b	i,ac
<i>borealis</i> v. <i>lanceolata</i> Hust.	Hustedt, 1943: 186, fig.44	o	ae,b	i,ac
<i>borealis</i> v. <i>rectangularis</i> Carlson	Patrick et Reimer, 1966: 629, pl.58/14	o	ae,b	i,ac
<i>gibba</i> Ehr.	Hustedt, 1930: 327, fig.600	i	pe	ac
<i>intermedia</i> (Lag.) Cl.	Patrick et Reimer, 1966: 617, pl.58/10	o	ae,pe	ac,i
<i>interrupta</i> f. <i>minutissima</i> Hust.	Hustedt, 1930: 317, fig.573b	o	pe	i
<i>krockii</i> Grun.	Hustedt, 1930: 319, fig.580	hf	pe	i
<i>lata</i> (Breb.) Rabh.	Patrick et Reimer, 1966: 619, pl.59/1-2	hp	pe,a	ac
<i>microstauron</i> (Ehr.) Cl.	Patrick et Reimer, 1966: 597, pl.55/12	e	pe	i
<i>obscura</i> Krasske	Patrick et Reimer, 1966: 617, pl.58/9	o	ae,pe	i,ac
<i>streptoraphe</i> Cl.	Patrick et Reimer, 1966: 639, pl.64/4	o	pe,b,a	ac
<i>subcapitata</i> Greg.	Patrick et Reimer, 1966: 596, pl.55/10	o	ae,pe	i,ac
<i>viridis</i> (Nitz.) Ehr.	Patrick et Reimer, 1966: 639, pl.64/5	o	pe,a	i,ac
aff. <i>hilseana</i> Janisch	Patrick et Reimer, 1966: 595, pl.55/5	o	a, pe	ac
cf. <i>streptoraphe</i> Cl.	Patrick et Reimer, 1966: 639, pl.64/4	o	pe, a	ac
spp.				
PLAGIOGRAMMA				
<i>staurorhorum</i> (Greg.) Heiberg.	Hustedt, 1927-66, II: 110, fig.635	p	b	alf
RHOPALODIA				
<i>gibba</i> (Ehr.) O.Müller	Patrick et Reimer, 1975: 189, pl.28/1	hf	pe	alb
<i>gibba</i> v. <i>ventricosa</i> (Kütz.) H.M.Per.	Patrick et Reimer, 1975: 190, pl.28/4	o,m	ep	alf
<i>gibberula</i> (Ehr.) O.Müller	Patrick et Reimer, 1975: 191, pl.28/6	e	ep	i,alf
STAURONEIS				
<i>borrichii</i> f. <i>subcapitata</i> (Peters.) Hust.	Hustedt, 1927-66: 803, fig.1151c-e	o	ae	alf
<i>phoenicenteron</i> v. <i>gracilis</i> Dippel	Patrick et Reimer, 1966: 359, pl.29/3	o	pe,b	i
cf. <i>phoenicenteron</i> (Nitz.) Ehr.)	Patrick et Reimer, 1966: 359, pl. 29/1,2			
STEPHANODISCUS				
<i>hantzschii</i> Grun.	Hustedt, 1927-66, I: 370, fig.194	o	pl	alf,lb
SURIELLA				
<i>delicatissima</i> Lewis	Cleve-Euler, 1955, IV: 119, fig.1560	o	pe	i
spp.				
SYNEDRA				
<i>nana</i> W.Sm.	Hustedt, 1927-66, II: 211, fig.703	i	pe,pl	i,ae
<i>ulna</i> (Nitz.) Ehr.	Patrick et Reimer, 1966: 149, pl.7/2	o	pl	alf,i
TABELLARIA				
<i>flocculosa</i> (Roth.) Kütz.	Patrick et Reimer, 1966: 104, pl.1/4-5	hp	pl,pe,a	ac
THALASSIOSIRA				
spp.		m	pl	

Salinité: oligohalobe (o); halophile (hf); halophobe (hp); indifférent (i); mésosalobe (m); polyhalobe (p); euryhalin (e)

Mode de vie: aérophile (ae); aérophile facultative (a); benthique (b); épiphyte (ep); périphtique (pe); planctonique (pl)

p H: alcalibionte (alb); alcaliphile (alf); indifférent (i); acidophile (ac); acidobionte(ab)

pl. Suppl. A, fig. 11). Synonyme: *Navicula Hilseana* (Janisch) O. Müller.

Description. Valve de forme linéaire, avec extrémités sub-capitées. Aire centrale très légèrement concave, ce qui donne à la valve un contour bi-ondulé très discret et caractéristique. Stries (12-14 en 10 μ m) très convergentes aux extrémités, radiantes au centre. Aire axiale très étroite aux pôles, puis s'élargissant progressivement jusqu'à former un bandeau; sur quelques valves, ce bandeau porte des stries sur l'un de ses côtés (pl. IV, fig. 7), et pour deux valves, sur les deux côtés (fig. 8). Raphé subcomplexe; fissures terminales nettes, en « hameçons », tournées dans la même direction. Longueur 30-52 μ m, largeur 5-6,5 μ m.

Deux statuts, a et b, ont été observés et placés sous le même taxon à cause de la présence de formes de transition. Le statut a (pl. IV, fig. 2-4) possède des extrémités plus capitées, est plus long (39-52 μ m) et plus élancé que le statut b, plus court (30-39 μ m) et plus large (pl. IV, fig. 5-8). Fréquents surtout dans la tourbière du Fleuve. Le statut a ne diffère de *P. hilseana* que par une aire axiale légèrement plus large. Le statut b diffère plus

nettement par ses proportions un peu trop larges (PATRICK et REIMER, *op. cit.* donnent 5 μ m). Il est possible qu'il s'agisse d'une forme subcapitée de *P. subcapitata* Gregory, une espèce très polymorphe pour HUSTEDT (e.g., 1949: 101, pl. 8, fig. 6 à 15). BOCK (1961, fig. 56-63) illustre ce concept et ses figures 60-62 correspondent bien au statut a.

Écologie. Ce taxon a été relevé dans l'eau d'expression des sphagnes des tourbières de la région. Nous l'avons considéré comme aérophile (au moins facultatif) et acidophile. *P. hilseana* vit dans des eaux acides, généralement des tourbières (PATRICK et REIMER, *op. cit.*). Elle est acidophile (HUSTEDT, 1957: 307) et préfère des eaux plus ou moins stagnantes, oligotrophes à dystrophes (VAN DER WERF et HULS, *op. cit.*).

11. *Pinnularia subcapitata* Gregory (pl. III, fig. 20 à 22) PATRICK et REIMER (1966: 596, pl. 55, fig. 10)

Description. PATRICK et REIMER (*op. cit.*) indiquent que l'espèce varie de capitée à sub-capitée (*idem*, pl. 55, fig. 8, 9 et 10). La plupart des valves observées ici

sont à peine capitées. Ce taxon est souvent abondant dans les sédiments de la tourbière du Fleuve.

Écologie. Cette espèce périphtyque est considérée comme indifférente (circumneutre) par la plupart des auteurs (e.g. HUSTEDT, 1937-39, 1957; FOGED, 1974, 1979, 1981). CHOLNOKY (1968) lui attribue cependant un pH optimum de 5, 5-5, 8, et FOGED (1977) l'a relevé le plus souvent dans des eaux de pH 4, 0-6, 5.

12. *Pinnularia streptoraphe* Cleve (pl. III, fig. 29). PATRICK et REIMER (1966: 639, pl. 64, fig. 4)

Description. Les valves observées correspondent bien à la description de PATRICK et REIMER (*op. cit.*). Elles n'apparaissent qu'à la base de la tourbière du Fleuve. Dans les mêmes sédiments, on peut observer de nombreuses grandes valves corrodées dont il ne subsiste que le raphé complexe et de larges côtés (4-5 en 10 μ m) très légèrement radiantes. Elles sont identifiées sous le nom de *P.* cf. *Streptoraphe* et distinguées dans le diagramme (fig. 3a).

Écologie. Espèce acidophile, fréquentant les lacs, étangs et tourbières (PATRICK et REIMER, *op. cit.*; HUSTEDT, 1957). Elle peut être également aérophile.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été effectué au Laboratoire d'études des diatomées, à l'École normale de Fontenay-aux-Roses (France): nous remercions très sincèrement sa directrice, Mme F. Gasse, pour l'appui qui nous a été accordé. Nous adressons également nos remerciements à Mme L. Runel pour la confection des lames, à Mlle C. Duprillot pour les tirages des clichés et les diagrammes, à Mme H. Jetté pour l'analyse pollinique, à M. G. Frumignac pour le dessin des figures et à M. D. Chabot pour son assistance sur le terrain. M. P.J.H. Richard a bien voulu commenter quelques associations polliniques et l'Institut de recherches sur les terres (Ottawa) nous a fourni, par l'entremise de M. H. Diné, les analyses géochimiques. MM. G. Martineau, L. Chauvin et P. Buteau, tous trois du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, nous ont communiqué diverses informations et facilité le travail sur le terrain. Nous remercions enfin les membres du comité de lecture, en particulier MM. A. Cardinal et R. Gauthier.

Cette recherche a été réalisée grâce à une subvention du gouvernement français (accord France-Québec) et de l'E.N.S. de Fontenay-aux-Roses, France.

RÉFÉRENCES

- AABY, B. (1976): Cyclic climatic variations in climate over the past 5500 years reflected in raised bogs, *Nature*, n° 263, p. 281-284.
- ANREP, A. (1917): *Recherches sur les tourbières et l'industrie de la tourbe au Canada; 1911-12*, Ministry of Mines, Canada, Publication n° 267, 47 p.
- (1923): Investigation of peat bogs in Quebec, *Geological Survey of Canada, Summary Report*, year 1922, part D, p. 13-18.
- (1927): Investigation of peat bogs in Quebec, *Geological Survey of Canada, Summary Report*, year 1926, part C, p. 73-76.
- 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, *Proceedings, Nova Hedwigia*, Beihefte 53, p. 323-354.
- AUER, V. (1930): Peat-bogs in southeastern Canada, *Geological Survey of Canada, Memoir* 162, 32 p.
- BARBER, K. C. (1981): *Peat stratigraphy and climatic changes. A paleoecological test of the theory of cyclic peat bog regeneration*, Balkema Publ., Rotterdam, 219 p.
- BERG, A. (1939): Some new species and forms of the genus *Eunotia* Ehr. 1837, *Botaniska Notiser*, 1939, p. 423-462, 5 pl.
- (1945): Diatomen von der Sophia — Expedition in Jahre 1883, *Arkiv für Botanik*, Band 32A, n° 1, p. 1-34, 4 pl.
- BOCK, W. (1961): Algen aus den Mooren der Hohen Rhön. Lebendige Tradition, 400 Jahre Humanistisches Gymnasium im Würzburg, p. 319-333, 1 pl.
- (1963): Diatomen extrem trockener Standorte, *Nova Hedwigia*, Band 5, p. 199-256, 2 pl.
- (1970): Felsen und Mauer als Diatomeenstandorte, in GERLOFF, J., CHOLNOKY, B. J. (édit.), *Diatomaceae II*, *Nova Hedwigia*, heft 31, p. 395-442, 3 pls.
- BOURRELLY, P. et MANGUIN, E. (1952): *Algues d'eau douce de la Guadeloupe et dépendances*, Centre national de la recherche scientifique, Société d'édition d'enseignement supérieur, Paris, 281 p., 31 pl.
- BRADBURY, J. P. (1975): Diatom stratigraphy and human settlement in Minnesota, *Geological Society of America, Special Paper*, n° 171, 74 p., 6 pl.
- BROADY, P. A. (1979): The terrestrial algae of Signy Island, South Orkney Islands, *British Antarctic Survey, Scientific Report*, n° 98, 117 p.
- BRUGAM, R. B. (1980): Postglacial diatom stratigraphy of Kirchner marsh, Minnesota, *Quaternary Research*, vol. 13, p. 133-146.
- CHOLNOKY, B. J. (1968): *Die Ökologie der Diatomeen in Binnengewässern*, Cramer-Lehre, 699 p.
- CLEVE-EULER, A. (1951-55): Die diatomeen von Schweden und Finnland, *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademien 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 p., fig. 295-483 (Teil II); 1953, 4(5): 255 p., fig. 484-970 (Teil III); 1955, 5(4): 232 p., fig. 971-1317 (Teil IV).
- COLINGSWORTH, R. F., HOHN, M. H. et COLLINS, G. B. (1968): Post-glacial physico-chemical conditions of Vestabury Bog, Montcalm County, Michigan, based on diatom analysis, *Michigan Academy of Sciences, Arts and Letters, Papers* n° 1966, vol. 52, p. 19-30.
- DAM VAN, H., SUURMOND, G. et BRAACK ter C. J. F. (1981): Impact of acidification on diatoms and chemistry of Dutch moorland pools, *Hydrobiologica*, vol. 83, p. 425-455.

- DIGERFELDT, G. (1972): The post-glacial development of the Ranviken Bay in Lake Immeln. I. The history of the regional vegetation. II. The water-level changes, *Geologiska Föreningens i Stockholm Föreläsningar*, vol. 96, p. 3-32.
- DIONNE, J.-C. (1977): La mer de Goldthwait au Québec, *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 31, n^{os} 1-2, p. 61-80.
- DIOT, M.-F. et BAUDRIMONT, R. (1969): Zonation paléoclimatique d'une tourbière de Charente: étude des pollens et des diatomées, *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, Série D*, vol. 269, p. 20-23.
- DURIETZ, E.G. (1954): Die Mineralbodenwasserzeigergrenze als Grundlage einer natürlichen Zweiteilung der Nord- und Mitteleuropäischen Moore, *Vegetatio*, vol. 5-6, p. 571-585.
- EVANS, J. H. (1958): The survival of freshwater algae during dry period. Part I, An investigation of the algae of five small ponds, *Journal of Ecology*, vol. 46, p. 149-167.
- FOGED, N. (1962): Notes on diatoms. III. *Asterionella ralfsii*, *Botaniska Tidsskrift*, vol. 55, p. 289-295, 3 fig.
- (1964): Freshwater diatoms from Spitzbergen, *Tromsø Museum Skrifter*, vol. 11, 204 p., 22 pl.
- (1974): Freshwater diatoms in Iceland, *Bibliotheca Phycologica*, Band 15, 192 p., 36 pl.
- (1977): Freshwater in Ireland, *Bibliotheca Phycologica*, Band 34, 124 p., 48 pl.
- (1979): Diatoms in New Zealand, the North Island, *Bibliotheca Phycologica*, Band 47, 130 p., 48 pl.
- (1980): Diatoms in Oland, Sweden, *Bibliotheca Phycologica*, Band 49, 193 p., 48 pl.
- (1981): Diatoms in Alaska, *Bibliotheca Phycologica*, Band 53, 317 p., 46 pl.
- FUSEY, M.P. (1948): Contribution à la flore algologique du Jura. I. La florule algologique de la tourbière de Frasne (Doubs), *Revue générale de Botanique*, vol. 55, p. 1-22.
- GASSE, F. (1978): Les diatomées d'une tourbière (4040 m) d'une montagne éthiopienne: le Mont Badda, *Revue algologique*, Nouvelle série, vol. 13, n^o 2, p. 105-149, 14 pl., 3 tabl.
- GAUTHIER, R. (1971): *Étude de cinq tourbières du Bas Saint-Laurent. 1: écologie; 2: tourbe litière*, Ministère des Richesses naturelles du Québec, Service des gîtes minéraux, Étude spéciale, n^o 10, 25 p., 2 cartes.
- GAUTHIER, R. et GRANDTNER, M. (1975): Étude phytosociologique des tourbières du Bas Saint-Laurent, Québec, *Naturaliste canadien*, vol. 102, p. 109-153.
- GIRARD, H. (1947): *La tourbe au Québec, son origine, sa répartition et son emploi*, Ministère des Richesses naturelles du Québec, Rapport géologique, n^o 31, 52 p.
- GRAAF, DE F. (1957): The microflora of a quaking bog in the nature reserve «Hut Hol» near Kortenhoef in the Netherlands, *Hydrobiologia*, vol. 9, p. 210-217.
- HOSIAISLUOMA, V. (1975): Muddy peat algae of Finnish raised bog, *Annales Botanici Fennici*, vol. 12, p. 63-73.
- HUBERT, C. (1973): *Région de Kamouraska, La Pocatière, St-Jean-Port-Joli*, Ministère des Richesses naturelles du Québec, Rapport géologique, n^o 151, 204 p., 15 fig., cartes n^{os} 1751, 1752 et 1753.
- HUSTEDT, F. (1927-66): Die Kieselalgen, in RABENHORST, 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 Portig/Leipzig. Johnson reprint (1968), New York.
- (1930): Bacillariophyta (diatomae), in PASCHER (édit.), *Die Süsswasser Flora Mitteleuropas*, heft 10, 466 p., 975 fig. G-Fischer, Jean.
- (1934): Die Diatomeenflora von Poggenpahls Moor bei Dötlingen in Oldenburg, *Abhandlungen und Vorträgen der Bremen Wissenschaftlichen Gesellschaft*, Jahrgang 8/9, p. 362-403.
- (1937-39): Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra, *Archiv für Hydrobiologie*, Supplement, Band 15: 131-177, pl. 9-12; 187-295, pl. 13-20; 393-506, pl. 21-28; 638-790, pl. 36-43; Bd. 16: 1-155; 274-394.
- (1943): Die Diatomeenflora einiger Hochgebirgseen der Landschaft Davos in den Schweizer Alpen, *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, Band 43, p. 124-197, 225-280.
- (1949): Süsswasser. Diatomeen aus den Albert-National Park in Belgisch-Kongo. *Exploration du Parc National Albert, Mission H. Damas (1935-36)*, vol. 8, 99 p., 16 pl.
- (1950): Die diatomeenflora norddeutscher Seen V-VII. Seen in Mecklenburg Lauenburg und Nordost-deutschland, *Archiv für Hydrobiologie*, Band 43, p. 329-458, pl. 21-41.
- (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. 181-440, 1 pl.
- JORGENSEN, E. (1948): Diatom communities in some Danish lakes and ponds, *Det Kongelige Danske Videnskabskabernes Selskabs, Biologiske Skrifter*, Band 5, n^o 2, 140 p., 3 pl.
- KALBE, L. (1973): *Kieselalgen in Binnengewässern. Diatomeen*, A. Ziemsen Verlag Wittenberg Lutherstadt, 206 p., 37 pl.
- KINGSTON, J.C. (1982): Association and distribution of common diatoms in surface samples from northern Minnesota peatlands, in HÅKANSSON, H., GERLOFF, H. (édit.), *Diatomaceae III*, festschrift Niels Foged, *Nova Hedwigia*, heft 73, p. 133-146.
- KORNER, H. (1970): Morphologie und Taxonomie der diatomeengattung, *Asterionella*, *Nova Hedwigia*, heft 20, p. 557-724.
- LAJOIE, J. (1971): *Région des lacs Prime et des Baies*, Ministère des Richesses naturelles du Québec, Rapport géologique, n^o 139, 85 p., 1 carte.
- LONGE-BERTALOT, H. (1976): Eine Revision zur Taxonomie der *Nitzschia lanceolata* Grunow. Die «Klassischen» bis 1930 beschriebenen Süsswasserarten Europas, *Nova Hedwigia*, heft 28, p. 283-307, 10 pl.
- (1980): New species combinations and synonyma in the genus *Nitzschia*, *Bacillaria*, vol. 3, p. 41-78, 13 pl.
- LASALLE, P., MARTINEAU, G. et CHAUVIN, L. (1977): *Morphologie, stratigraphie et déglaciation dans la région de Beauce — Monts Notre-Dame — Parc des Laurentides*, Ministère des Richesses naturelles du Québec, D.P.V. 516, 22 p., 1 carte.

PLANCHES I à IV. Les diatomées fossiles des tourbières de Rivière-du-Loup et du Fleuve. RL et FL désignent les tourbières de Rivière-du-Loup et du Fleuve. La position stratigraphique des échantillons est indiquée entre parenthèses (profondeur en cm). Échelle: 10 μ m.

Fossils diatoms from the Rivière-du-Loup and du Fleuve bogs. RL and FL represent the Rivière-du-Loup and the du Fleuve bogs. Stratigraphic level of samples is given between brackets (depth in cm). Scale: 10 μ m.

PLANCHE I

- 1 – *Melosira sulcata* fo. *radiata* Grun. (RL-105)
- 2 – *Melosira roeseana* Rabh. (FL-64)
- 3 – *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (FL-136)
- 4,16 – *Thalassiosira* spp. (RL-523, RL-75)
- 5 – *Eunotia naegeli* Migula. (RL-165)
- 6 – *Synedra nana* W. Smith. (RL-200)
- 7 – *Diatoma vulgare* Bory. (FL-126)
- 8 – *Fragilaria virescens* Ralfs. (FL-126)
- 9,10 – *Asterionella ralfsii* var. *americana* Korner (RL-125, 324)
- 11 – *Melosira* sp. 1 (RL-115)
- 12 – *Diatoma hiemale* var. *mesodon* (Ehr.) Grun. (FL-26)
- 13 – *Eunotia* sp. (RL-75)
- 14 – *Eunotia praerupta* var. *bidens* (W. Smith) Grun. (FL-64)
- 15 – *Eunotia praerupta* var. *inflata* Grun. (FL-36)
- 17 – *Eunotia rhomboidea* Hust. (FL-66)
- 18 – *Eunotia vanheurckii* Patr. (RL-100)
- 19 – *Eunotia septentrionalis* Öst. (RL-75)
- 20 – *Eunotia elegans* Öst. (FL-7)
- 21 – *Eunotia denticula* (Bréb.) Rabh. (RL-324)
- 22 – *Eunotia lunaris* var. *ventrosa* Å Berg. (RL-105)
- 23 – *Eunotia praerupta* Ehr. (FL-165)

Échelle: a) 13; b) toutes sauf 13.

PLANCHE II

- 1 à 10 – *Eunotia paludosa* Grun. (RL-50, 40,5; FL-7)
- 11 – *Amphora pediculus* (Kütz.) Grun. (RL-424)
- 12 – *Eunotia vanheurckii* var. *intermedia* (Krasske ex Hust.) Patr. (FL-5)
- 13 – *Eunotia exigua* var. *bidens* Hust. (RL-103)
- 14 – *Cocconeis placentula* Ehr. (RL-180)
- 15 – *Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehr.) Cleve. (FL-181)
- 16 à 23 – *Eunotia paludosa* var. *pumila* Cleve-Euler (RL-10, 1, 34, 20; FL-20; RL-180, 105)
- 24 – *Cocconeis pediculus* Ehr. Valve sans raphé. (FL-181)
- 25 – *Cocconeis pediculus* Ehr. Valve avec raphé. (FL-181)
- 26 – *Eunotia robusta* Ralfs. (RL-95)
- 27 – *Frustular rhomboides* var. *saxonica* fo. *undulata* Hust. (RL-95)
- 28 – *Eunotia flexuosa* Bréb. ex Kütz. (actuel, RL)
- 29 – *Eunotia maior* (W. Smith) Rabh. (FL-165)

- 30-36 – *Eunotia tenella* (Grun.) Hust. (RL-105, 95, 125, 75, 125; FL-145)

Échelle: a) 11; b) toutes sauf 11, 26, 29; c) 26, 29.

PLANCHE III

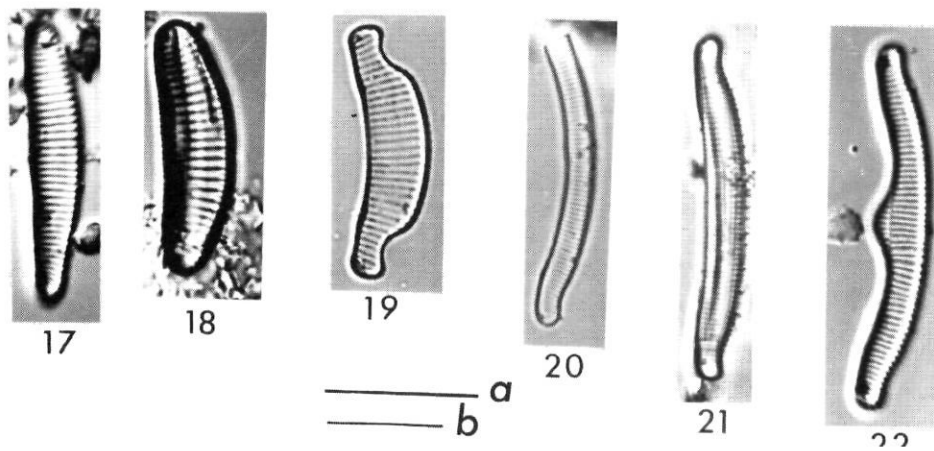
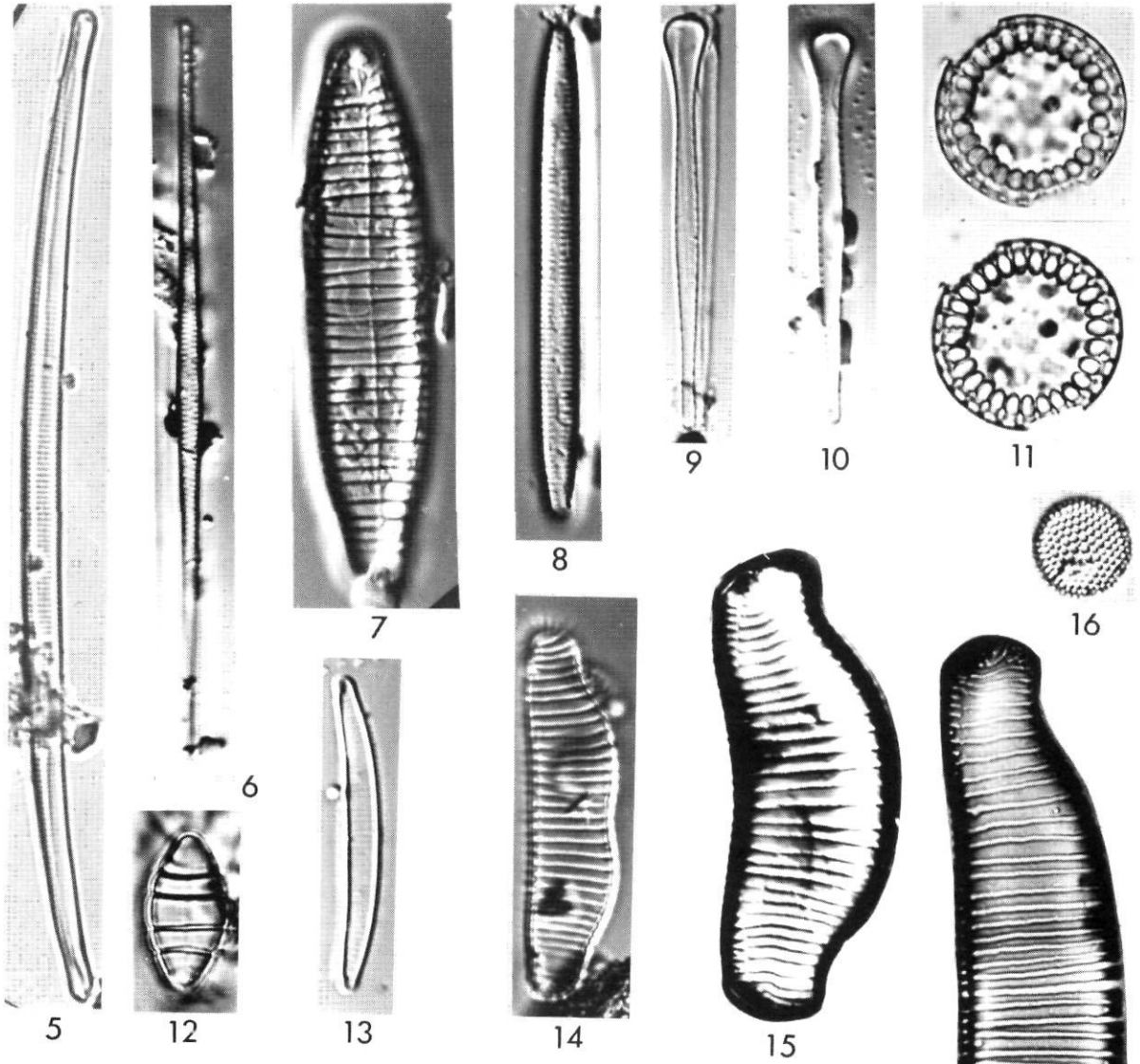
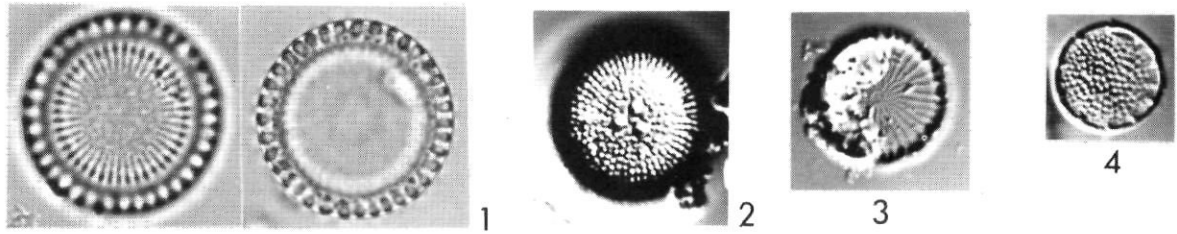
- 1 – *Cymbella aspera* (Ehr.) H. Per. (FL-165)
- 2 – *Pinnularia gibba* Ehr. (FL-15)
- 3,4 – *Navicula obsidialis* Hust. (FL-7)
- 5 – *Navicula recondita* Hust. (FL-113)
- 6 – *Navicula fossalis* Krasske. (FL-15)
- 7,11,12 – *Navicula* aff. *minima* Grun. (RL-105,95,115)
- 8 – *Pinnularia krockii* Grun. (RL-40)
- 9 – *Navicula* sp. (FL-64)
- 10 – *Navicula neoventricosa* Hust. (FL-6)
- 13 – *Navicula subtilissima* Cleve (RL-380)
- 14 – *Stauroneis borrichii* fo. *subcapitata* (B. Pet.) Hust. (RL-40)
- 15 – *Navicula mutica* Kütz. (RL-115)
- 16,17 – *Navicula mutica* fo. *cohnii* (Hilse) Grun. (RL-155,95)
- 18 – *Navicula söhrensensis* fo. *capitata* (Krasske) Hust. (RL-15)
- 19 – *Pinnularia* aff. *microstauron* (Ehr.) Cleve. (RL-30)
- 20,21,22 – *Pinnularia subcapitata* Greg. (FL-141,164,16,46)
- 23 – *Rhopalodia gibberula* (Ehr.) O. Müller. (RL-125)
- 24 – *Caloneis bacillum* (Grun.) Cleve. (FL-34)
- 25,26 – *Pinnularia interrupta* fo. *minutissima* Hust. (FL-26,5)
- 27 – *Pinnularia obscura* Krasske (actuel)
- 28 – *Anomoeneis serians* var. *brachysira* (Bréb. ex Kütz.) Hust. (FL-136)
- 29 – *Pinnularia streptoraphe* Cleve. (FL-155)
- 30 – *Navicula semen* Ehr. emend. Donk. (FL-175)

Échelle: a) 3 à 7, 9, 11, 12, 16 à 18; b) 2, 8, 10, 13, 14, 15, 19 à 28; c) 1, 30; d) 29.

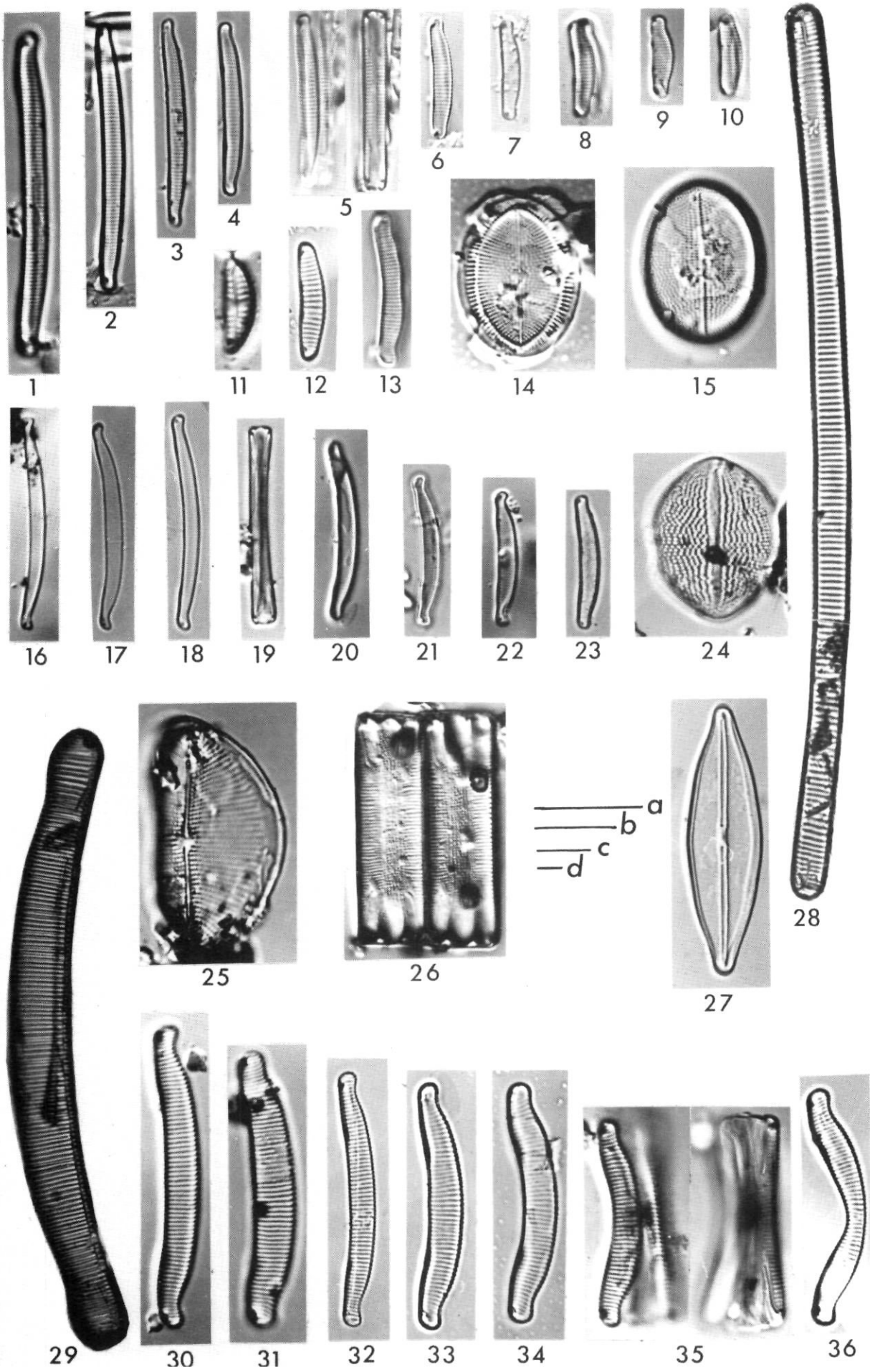
PLANCHE IV

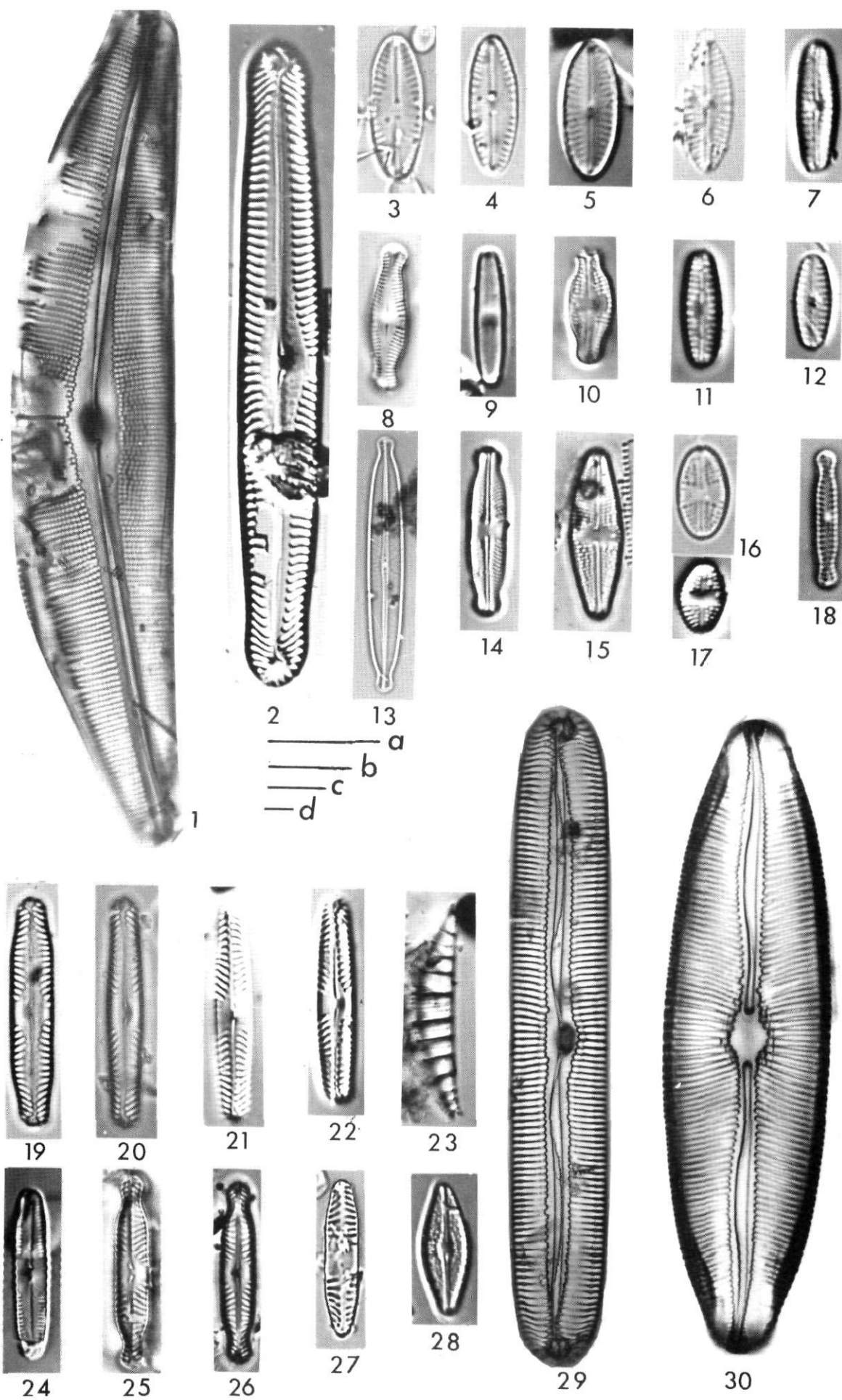
- 1 – *Hantzschia amphioxys* Grun. (FL-26)
- 2 à 8 – *Pinnularia* aff. *hilseana* Janisch (actuel, FL-26,103, actuel, FL-56, 141)
- 9,11 – *Nitzschia terrestris* (Pet.) Hust. (FL-14,181)
- 10 – *Nitzschia hantzschiana* Rabh. (RL-155)
- 12 – *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* fo. *undulata* Hust. (RL-125)
- 13 – *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* (Rabh.) De Toni. (FL-181)
- 14 – *Pinnularia lata* (Bréb.) Rabh. (FL-195)
- 15,16 – *Nitzschia amphibia* Grun. (RL-180,115)
- 17 – *Nitzschia* aff. *palea* (Kütz.) W. Smith. (FL-75)
- 18 – *Hantzschia* aff. *robusta* var. *aequalis* Cleve-Euler. (FL-5)
- 19 – *Cymbellonitzschia* sp. (FL-34)
- 20 – *Pinnularia borealis* var. *lanceolata* Hust. (actuel, RL)
- 21 – *Pinnularia borealis* var. *rectangularis* Carlson. (RL-95)
- 22 – *Pinnularia borealis* Ehr. (FL-155)

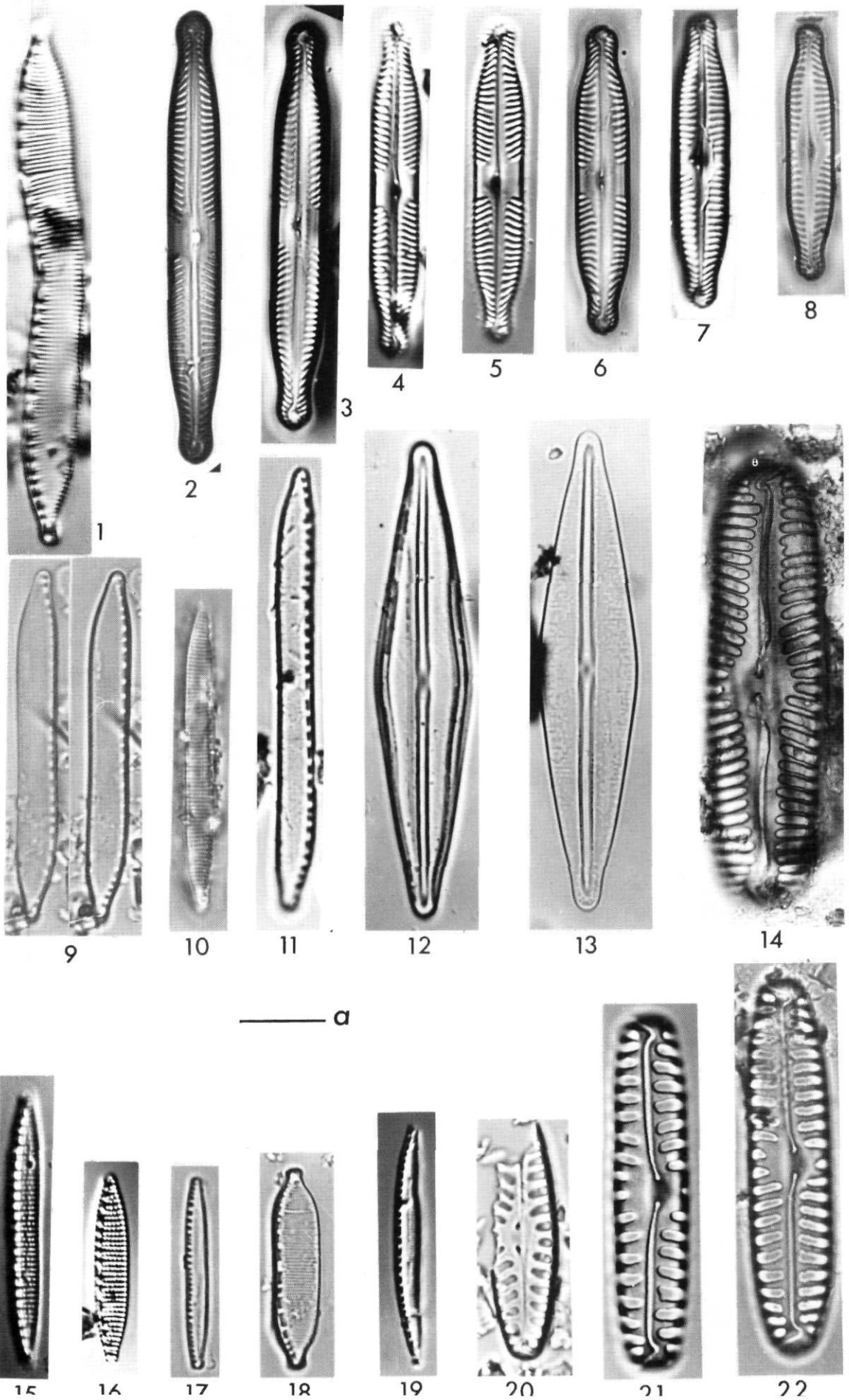
Échelle: a) toutes.



a
b







- 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.
- (1963): Field trip guide for the Friends of the Pleistocene, 26th Annual Meeting, Rivière-du-Loup, Québec, *Geological Survey of Canada*, unpublished report, 29 p. 7 fig.
- LORTIE, G. (1981): *Les diatomées des dépôts quaternaires, marins, tourbeux et lacustres de Rivière-du-Loup/Témiscouata (Québec): taxonomie et paléoécologie*, Thèse de doctorat d'Université, Université de Paris VI, 240 p., 22 pl.
- LUND, J.W.C. (1946): Observations on soil algae. The ecology, size and taxonomy of British soil diatoms. Part 2, *New Phytologist*, vol. 45, n° 1, p. 56-110, 18 pl.
- McATEE, W. L. (1930): Seeds from peat bogs in southeastern Quebec, *Geological Survey of Canada*, Memoir, n° 162, p. 18-32.
- MARTINEAU, G. (1977): *Géologie des dépôts meubles de la région de Kamouraska-Rivière-du-Loup*, Ministère des Richesses naturelles du Québec, D.P.V. 545, 17 p., 1 carte.
- MERILÄINEN, J. (1967): The diatom flora and the hydrogen-ion concentration of the water, *Annales Botanici Fennici*, vol. 4, p. 51-58.
- PATRICK, R. (1946): Diatoms from Patschke Bog, Texas, *Notulae Naturae*, Academy of Natural Sciences of Philadelphia, n° 170, 7 p., 3 fig.
- PATRICK R. et REIMER, C.W. (1966): *The diatoms of the United-States*, vol. 1, Academy of Natural Sciences 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.
- PETERSEN, J. B. (1928): I. *The aerial algae of Iceland. The Botany of Iceland*, J. Frimodt, Copenhagen, vol. 2, pl. 2, p. 325-447.
- (1935): Studies on the biology and taxonomy of soil algae, *Danske Botanisk Arkiv*, vol. 8, n° 9, p. 1-183.
- (1950): Observations on some small species of *Eunotia*, *Danske Botanisk Arkiv*, vol. 14, n° 1, p. 2-19, 2pl.
- POTZGER, J.E. (1953): Nineteen bogs from southern Quebec, *Canadian Journal of Botany*, vol. 31, p. 383-401.
- POTZGER, J. E. et COURTEMANCHE, A. (1956): A series of bog across Quebec from the St-Lawrence Valley to James Bay, *Canadian Journal of Botany*, vol. 34, p. 473-500.
- REIMER, C.W. (1970): Some diatoms (Bacillariophyceae) from Cayler Prairie, in GERLOFF, J., CHOLNOKY, B. J. (édit.), *Diatomaceae*, II, *Nova Hedwigia*, heft 31, p. 215-249, 2 pl.
- RISI, J., BRUNETTE, C. E., SPENCE, D. et GIRARD, H. (1953): *Étude chimique des tourbes du Québec. III. Tourbière de Lanoraie, comtés de Berthier et de Joliette; IV. Tourbière de Farnham, comtés de Missisquoi et d'Hiberville; V. Tourbière de Rivière-du-Loup, comté de Rivière-du-Loup*, Ministère des Richesses naturelles du Québec, Rapport préliminaire, n° 282, 41 p.
- ROSS, R. (1956): Notulae diatomologicae. I, II, *Annals Magazine of Natural History*, série 12, vol. 9, p. 76-80.
- ROSS, R., COX, E.J., KARAYEVA, N.I., MANN, D.G., PADDOCK, P. D. B., SIMONSEN, R. et SIMS, P. A. (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, *Nova Hedwigia*, heft 64, p. 511-533.
- ROUND, F. E. (1957): The distribution of Bacillariophyceae on some littoral sediments of the English Lake district, *Oikos*, vol. 8, n° 1, p. 5-37.
- SALDEN, N. (1978): Beiträge zur Ökologie der Diatomeen (Bacillariophyceae) der Süßwasser, *Decheniana*, Beihefte 22, p. 1-238.
- SCHMIDT, A. et al. (1874-1959): *Atlas der Diatomaceen* Kunde, Reisland, Leipzig., 472 pl.; pl. 1-213, SCHMIDT, A.; pl. 213-216, SCHMIDT, M.; pl. 217-240 (1900-1901), FRICKE, F.; pl. 241-244 (1903), HEIDEN, H.; pl. 245-246 (1904), MÜLLER, O.; pl. 247-256 (1904-05), FRICKE, F.; pl. 257-264 (1905-06), HEIDEN, H.; pl. 265-268 (1906), FRICKE, F.; pl. 269-472 (1911-1959), HUSTEDT, F.
- SCHOEMAN, F. R. (1973): *A systematical and ecological study of the diatom flora of Lesotho with special reference to the water quality*, National Institute of Water Research, Council for Scientific and Industrial Research, Pretoria, 355 p., 10 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. et GERSONDE, R. (1978): Diatoms and silicoflagellates, in *Micropalontological counting methods and techniques*. An exercise of an eight meter section of the Lower Pliocene of Capo Rossello, Sicily, *Utrecht Micropaleontological Bulletin*, n° 17, p. 121-176, 9 pl.
- TOLONEN, K. et HOSIAISLUOMA, V. (1978): Chemical properties of surface water in Finnish ombrotrophic mire complexes with special reference to algal growth, *Annales Botanici Fennici*, vol. 15, p. 55-72.
- TYNNI, R. (1980): Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen, *Geological Survey of Finland*, Bulletin, n° 312, 93 p., 20 pl.
- VAN DER WERF, A. et 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. (1885).
- WARNCKE, E. (1980): Spring areas: ecology, vegetation and comments on similarity coefficients applied to plant communities, *Holarctic Ecology*, vol. 3, p. 233-300.
- WUTHRICH, M. et MATTHEY, W. (1977): Les diatomées de la tourbière du Cachot (Jura neuchâtelois). I. Étude systématique, *Société neuchâteloise des Sciences Naturelles*, Bulletin, vol. 100, p. 45-60.
- (1978): Les diatomées de la tourbière du Cachot (Jura suisse). II. Association et distribution des espèces caractéristiques, *Schweizerische zeitschrift für Hydrologie*, vol. 40, n° 1, p. 87-103.