

Reconstitution paléoécologique d'une tourbière littorale de l'estuaire du Saint-Laurent : analyse macrofossile et sporopollinique

Paleoecological Reconstruction of a Coastal Peat Bog from the St. Lawrence Estuary: Macrofossil, Pollen and Spore Analysis

Paläökologische Rekonstruktion eines Küsten-Torfmoors der mittleren Mündung des Sankt-Lorenz-Stroms: Makrofossil-, Sporen- und Pollenanalyse

Michelle Garneau

Volume 41, Number 1, 1987

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/032669ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/032669ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (print)

1492-143X (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Garneau, M. (1987). Reconstitution paléoécologique d'une tourbière littorale de l'estuaire du Saint-Laurent : analyse macrofossile et sporopollinique. *Géographie physique et Quaternaire*, 41(1), 109–125.
<https://doi.org/10.7202/032669ar>

Article abstract

The detailed analysis of a core (1,3 m long) taken from a peat bog along a *Spartina* salt marsh (Rivière-du-Loup county) allows for the reconstruction of the coastal area history from its beginning until the present. Studies of pollen, spores and macroremains are completed by microstratigraphical analysis of organic and mineral soils (thin sections). ¹⁴C dating establishes the age of the sequence. The results obtained will permit us 1) to understand the marsh sedimentary dynamics and its gradual peat bog transformation, 2) to ascertain the correspondance between the present topographic sequence and the studied time sequence. The observed changes may be connected with some larger scale phenomena such as climatic fluctuations, water level fluctuations or both.

RECONSTITUTION PALÉOÉCOLOGIQUE D'UNE TOURBIÈRE LITTORALE DE L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT: ANALYSE MACROFOSSILE ET SPOROPOLLINIQUE

Michelle GARNEAU, Laboratoire de paléoécologie et de palynologie Hugo de Vries, Université d'Amsterdam, Pays-Bas,
Département de phytologie et Centre d'études nordiques, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4.

RÉSUMÉ L'analyse détaillée d'une carotte (long. 1,30 m) prélevée dans une tourbière située à la marge d'un marais à spartines à l'Isle-Verte (comté de Rivière-du-Loup) permet de reconstituer l'environnement littoral du début de sa formation jusqu'à nos jours. L'étude sporopollinique et celle des macrorestes végétaux sont complétées par l'analyse microstratigraphique des séquences organiques et minérales (lames minces). Une série de datations ^{14}C en fixe le cadre chronostratigraphique. Les résultats obtenus permettent 1) de comprendre la dynamique sédimentaire du marais et sa transformation graduelle en une tourbière, 2) de vérifier la correspondance entre la toposéquence actuelle du littoral et la chronoséquence étudiée. L'interprétation des changements observés peut être rattachée à des phénomènes de plus grande échelle telles les fluctuations climatiques, celles du niveau marin ou les deux à la fois.

ABSTRACT *Paleoecological reconstruction of a coastal peat bog from the St. Lawrence Estuary: macrofossil, pollen and spore analysis.* The detailed analysis of a core (1,3 m long) taken from a peat bog along a *Spartina* salt marsh (Rivière-du-Loup county) allows for the reconstruction of the coastal area history from its beginning until the present. Studies of pollen, spores and macroremains are completed by microstratigraphical analysis of organic and mineral soils (thin sections). ^{14}C dating establishes the age of the sequence. The results obtained will permit us 1) to understand the marsh sedimentary dynamics and its gradual peat bog transformation, 2) to ascertain the correspondance between the present topographic sequence and the studied time sequence. The observed changes may be connected with some larger scale phenomena such as climatic fluctuations, water level fluctuations or both.

ZUSAMMENFASSUNG *Paläoökologische Rekonstruktion eines Küsten-Torfmoors der mittleren Mündung des Sankt-Lorenz-Stroms: Makrofossil-, Sporen- und Pollenanalyse.* Die detaillierte Analyse einer aus einem Torfmoor entnommenen Probe (1,30 m lang) am Rand eines *Spartina* Salz-Morastes bei l'Isle-Verte (Rivière-du-Loup) ermöglicht, die Küsten-Umwelt von Beginn ihrer Bildung bis in die heutige Zeit zu rekonstruieren. Die Untersuchung von Sporen, Pollen und Vegetationsmakroresten wird durch die mikrostratigraphische Analyse organischer und mineralischer Folgen (dünne Schnitte) vervollständigt. Eine Serie von ^{14}C Datierungen legen den chronostratigraphischen Rahmen fest. Die gewonnenen Ergebnisse erlauben, 1) die Sediment-Dynamik des Morasts und seine allmähliche Umformung in ein Torfmoor zu verstehen, 2) die Übereinstimmung zwischen der gegenwärtigen topographischen Folge der Küste und der untersuchten Zeit-Folge zu überprüfen. Die Interpretation der beobachteten Veränderungen kann in Verbindung mit Phänomenen größeren Maßstabs gebracht werden, wie klimatische Schwankungen, Wasserspiegelschwankungen oder beides gleichzeitig.

INTRODUCTION

La région de l'Isle-Verte, comté Rivière-du-Loup, est située sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent à environ 260 km en aval de la ville de Québec (fig. 1). Cette région a fait l'objet de plusieurs études, mais son contexte paléoécologique reste encore mal connu. En stratigraphie, les travaux de LOCAT (1978), MARTINEAU (1977), DIONNE (1972) et LEE (1963) ne touchent que très brièvement au secteur côtier. Seul BERTRAND (1984) a présenté le contexte géomorphologique passé et récent de l'actuelle frange côtière. LORTIE (1983), par l'étude des diatomées, a tenté une reconstitution paléoécologique de la tourbière du Fleuve à Cacouna, mais cette dernière est située à un niveau plus élevé (approx. 15 m) que le niveau actuel (0-4 m)¹.

Jusqu'à maintenant au Québec les travaux en palynologie ont été réalisés dans des lacs ou dans de grandes et profondes tourbières et orientés surtout vers une reconstitution régionale des milieux végétaux passés. Rares, voire inexistantes, sont les recherches axées sur la reconstitution locale détaillée d'un site à l'aide de l'intégration de différentes techniques (analyses sporopollinique, macrofossile et microstratigraphique). À l'image des travaux néerlandais suivant une telle approche (KUHR, 1985; VAN GEEL *et al.*, 1984, 1983, 1981; BAKKER et SMEERDIJK, 1982; PALS *et al.*, 1980, 1976; VAN GEEL, 1978, 1972), nous avons entrepris l'analyse détaillée d'une tourbière littorale de l'estuaire du Saint-Laurent.

Les objectifs de cette étude sont: 1) la reconstitution stratigraphique détaillée du milieu littoral à partir du début de sa formation (1990 ± 70 BP: âge maximal pour le début de la mise en place des sédiments intertidaux (BERTRAND, 1984)) jusqu'à nos jours, 2) la compréhension de la transformation graduelle du marais en une tourbière et 3) la vérification de l'hypothèse d'une correspondance entre la toposéquence actuelle et la chronoséquence étudiée.

LE MILIEU ÉTUDIÉ

La tourbière étudiée couvre une superficie d'environ deux kilomètres carrés. Elle est située au nord-ouest de la municipalité de l'Isle-Verte à une altitude moyenne de 4 m (3,8-4,2 m). Elle est délimitée au nord par la partie supérieure du marais littoral et entourée ailleurs par des champs agricoles (fig. 2). Sa position topographique ne lui permet plus d'être inondée par les marées (BERTRAND et GARNEAU, 1983). Cette tourbière, presque essentiellement boisée est ombrotrophe et caractérisée par un groupement forestier à épinette noire, à éricacée et à sphaigne (GARNEAU, 1984). À quelques endroits seulement, la strate arbustive est dominante en raison principalement de coupes forestières.

La tourbière est constituée d'un dépôt organique dont l'épaisseur varie de 30 à 60 cm. La tourbe s'est accumulée au-dessus d'horizons minéraux dont le plus bas est représenté par une surface d'argile glacio-marine. Un matériel fin du type

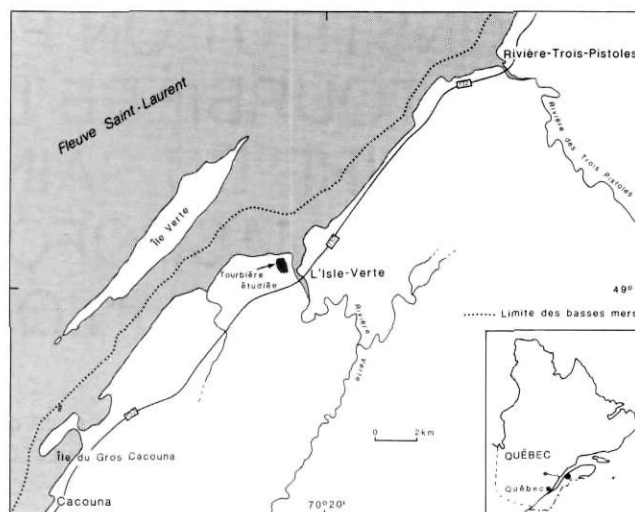


FIGURE 1. La région étudiée.

The study area.

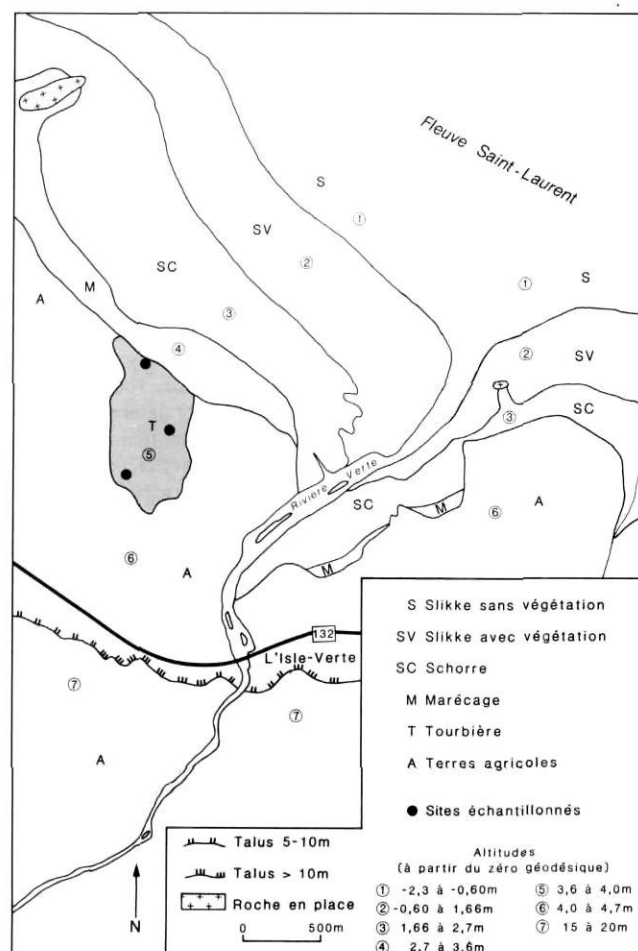


FIGURE 2. Localisation de la tourbière dans le secteur étudié.

The location of the peat bog in the study area.

1. Altitudes données à partir du zéro géodésiques (BERTRAND, 1984).

loam argileux ou loam argilo-sableux a été déposé ultérieurement sur cette surface argileuse favorisant l'édification d'un marais qui a évolué, sous des phénomènes d'isostasie ou d'eustasie, jusqu'au niveau actuel du littoral (BERTRAND, 1984).

La figure 3 présente le contexte général actuel du secteur côtier. Les résultats proviennent du travail de BERTRAND *et al.* (1983). On y reconnaît les principales grandes divisions définies en fonction de l'altitude et, par conséquent, des différents pourcentages de submersion annuelle. Le critère de topographie combiné au jeu des marées explique la répartition des sédiments, les processus pédologiques et le dynamisme de la végétation de cette frange littorale.

La section inférieure du marais intertidal (slikke) est caractérisée par des taux de submersion marégraphique élevés. Dans les parties les plus basses, les taux très élevés expliquent l'absence de végétation phanérogamique et l'abondance d'algues (surtout des fucacées) accrochées au matériel grossier déposé sur l'argile sous l'influence principalement de processus glaciels. Avec l'altitude, un groupement quasi monospécifique à spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*) succède à ces algues. C'est le seul groupement capable de coloniser ces grandes plaines inondées. Dans la partie supérieure de la slikke, les taux de submersion moins élevés favorisent une hausse de la compétition interspécifique et donc une plus grande diversité floristique. On note alors l'introduction de la salicorne d'Europe (*Salicornia europaea*), la spergulaire marine (*Spergularia marina*), le plantain maritime (*Plantago maritima*) et le troscart maritime (*Triglochin maritima*).

Au-dessus de l'altitude de 1,66 m (schorre), le groupement à spartine alterniflore est remplacé par le groupement à spartine étalée (*Spartina patens*). Ce groupement est caractérisé par la présence de plusieurs nouvelles halophytes (*Festuca rubra*, *Puccinellia maritima*, *Glaux maritima*, *Potentilla Anserina*, *Limonium Nashii*, *Stellaria humifusa*) en plus de celles du groupement précédent dans la toposéquence.

La limite du secteur intertidal (marécage) est marquée par une diminution notable des halophytes au profit d'hygrophytes

représentées surtout par des graminées (*Spartina pectinata*, *Calamagrostis canadensis*), des cypéracées (*Carex paleacea*, *Carex Mackenziei*, *Scirpus rubrotinctus*) et quelques arbustes tels la spirée à feuilles larges (*Spiraea latifolia*) et le myrique baumier (*Myrica gale*). La partie supérieure du marécage est caractérisée par un couvert dense d'aulne rugueux (*Alnus rugosa*). Elle précède en altitude à la pessière à épinette noire.

La figure 3 montre, au niveau de la tourbière, l'emplacement des sites échantillonnés; les données de cette étude proviennent de l'analyse de la colonne marquée par une flèche.

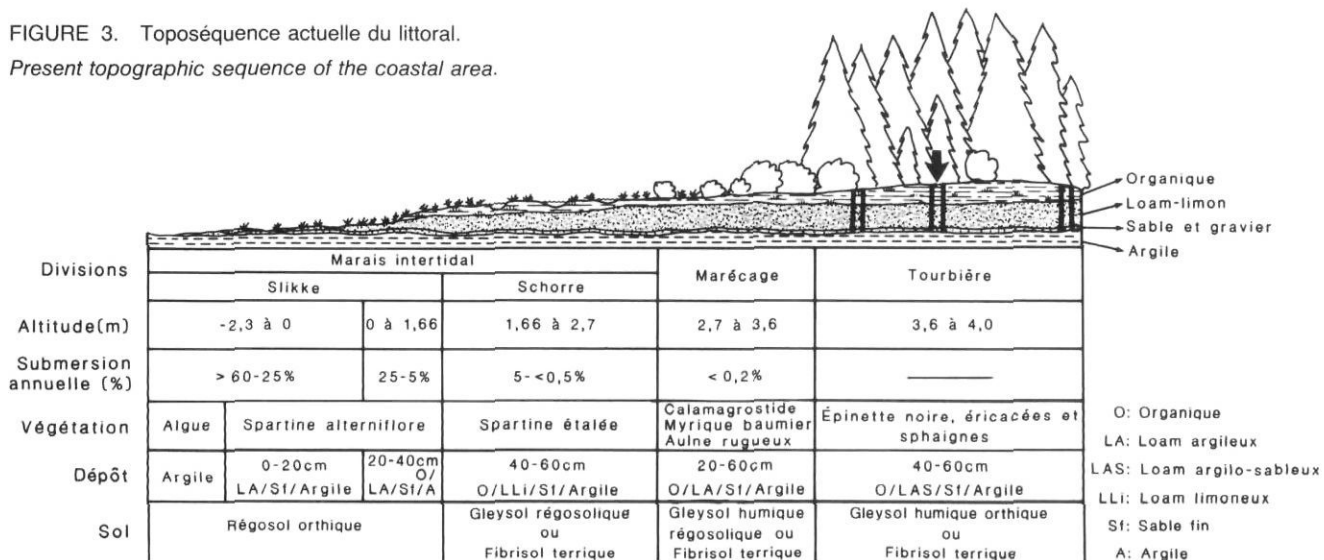
TECHNIQUES ET MÉTHODES

Après plusieurs sondages préliminaires avec la sonde Hiller, nous avons prélevé trois carottes de 10 cm de diamètre et de 130 cm de longueur à l'aide de la sonde Coûteaux (COÛTEAUX, 1962). Une fois en laboratoire, ces carottes ont été coupées verticalement en deux. Une première moitié fut tranchée en morceaux de 1 cm d'épaisseur et des échantillons de 1 cm³ et de 3 cm³ récoltés pour fins d'analyse sporopollinique d'une part et macrofossile d'autre part. La seconde moitié, coupée en tranches plus épaisses (10-15 cm), a été imprégnée de résine, ce qui a permis, une fois le matériel durci, le montage de lames minces pour l'analyse microstratigraphique. Des datations ¹⁴C ont été obtenues sur des horizons de 4 à 7 cm d'épaisseur récoltés lors du creusement de tranchées adjacentes aux sites de carottage.

Pour l'analyse sporopollinique, chaque centimètre cube est d'abord lavé à l'hydroxyde de potassium (KOH-10 %), contaminé avec un nombre connu de spores de *Lycopodium* en tablettes (STOCKMARR, 1971), tamisé, acétolysé, puis monté sur lame dans de la gélatine glycérocinée. Le problème de la différenciation entre les grains de *Lycopodium* ajoutés et ceux fossilisés ne se pose pas, car les grains des tablettes ont été acétolysés deux fois et ont donc une couleur jaune-brun très caractéristique (STOCKMARR, 1971). Sur chaque lame, le nombre de grains comptés est variable, la limite étant fixée à 300 grains d'espèces arboréennes. Une fois ce nombre

FIGURE 3. Toposéquence actuelle du littoral.

Present topographic sequence of the coastal area.



atteint, une vue d'ensemble de la lame est parcourue afin de noter la présence d'espèces rares et de retenir l'information qu'elles peuvent fournir pour l'interprétation paléocologique. Ces espèces sont représentées par des points noirs dans le diagramme.

Les résultats de l'analyse sporopollinique sont exprimés sur un diagramme de pourcentages confectionné à partir d'une somme pollinique regroupant l'ensemble des éléments locaux. Ce choix a été justifié par l'objectif principal de l'étude qui est la reconstitution locale et détaillée d'un site côtier.

Le traitement pour la préparation de l'analyse des macrorestes est plus simple et consiste à laver l'échantillon dans l'hydroxyde de potassium (KOH-5 %) puis de le tamiser à l'aide d'un tamis de 170 μm . Pendant l'analyse, les fossiles ont été comptés ou alternativement estimés en pourcentage de l'échantillon total. Le degré de décomposition du matériel organique ainsi que le contenu en matériel minéral a aussi été évalué en pourcentage par rapport au volume total de l'échantillon. Toutes ces valeurs sont exprimées telles quelles sur le diagramme.

Les techniques de préparation, de confection des diagrammes et la nomenclature adoptées pour ces analyses sont celles des travaux du laboratoire de palynologie et de paléocologie Hugo de Vries de l'université d'Amsterdam. Certains fossiles n'ont pas encore été identifiés et sont caractérisés en tant que « Types. » Les « Types » suivis d'un chiffre arabe proviennent principalement des travaux de VAN GEEL (1978, 1972). Lorsqu'un spectre est caractérisé seulement par une série de trois chiffres dont le 1^{er} est un chiffre romain (ex. I.4.2) ou d'un chiffre et d'une lettre (ex. I.B.), il exprime la présence d'un fossile n'ayant pas été identifié ni décrit dans les travaux antérieurs. Plusieurs de ces fossiles sont représentés aux planches I et II et ils sont tous décrits en annexe.

La préparation des lames minces est beaucoup plus raffinée. Elle a été faite à l'Institut des sciences de la Terre, Free University, d'après la méthode décrite par FITZPATRICK (1970). Une fois les échantillons coupés en tranches de 10 à 15 cm, on a procédé à leur déshydratation dans l'éthanol, au déplacement de ce dernier par l'acétone puis à l'imprégnation du matériel dans une résine de baume du Canada. Les échantillons ont ensuite été sablés, polis minutieusement, déposés sur une lame puis coupés avec une scie à diamant sur une épaisseur d'environ 25 μm . Le montage des lames a été fait avec la même résine que celle utilisée lors de l'imprégnation (JONGERIUS et HEINTZBERGER, 1975).

Les résultats obtenus sont exprimés sur des diagrammes de valeurs numériques ou d'estimation en pourcentage. Les analyses de microstratigraphie n'étant pas terminées, quelques exemples sont toutefois présentés afin de montrer les possibilités de cette technique.

RÉSULTATS

Les résultats de cette étude permettent une reconstitution paléocologique détaillée intégrant à des niveaux similaires une connaissance des micro- et macrofossiles ainsi que de

la microstratigraphie en milieu organique ou minéral. Les résultats obtenus sont présentés aux figures 4, 5 et 6; pour une raison pratique cependant ils n'ont pu être présentés sur un même diagramme mais ils sont intégrés lors de leur description. L'identification des différentes biozones a été établie en fonction des limites de discontinuités, caractérisant ainsi chaque zone avec un certain degré d'uniformité.

1) MICRO- ET MACROFOSSILES

ZONE I: 130 à 60 centimètres

Cette zone se caractérise par un fort contenu minéral (à la base: 90 % du volume total de l'échantillon) décroissant vers la surface. La quantité de matière organique et son degré de décomposition varient proportionnellement à ce contenu minéral.

Dans le diagramme pollinique, on note une représentation importante des espèces arboréennes dont l'épinette (*Picea mariana*, *P. glauca*), le bouleau (*Betula papyrifera*) et le hêtre (*Fagus grandifolia*). Les spectres révèlent aussi la présence locale de nombreuses espèces herbacées confirmée lors de l'analyse macrofossile: graminées, chénopodiacées, caryophyllacées, plantain (*Plantago* sp.). D'autres fossiles sont restreints à cette zone: les foraminifères, *Gloeotrichia* sp., *Botryococcus* sp., *Glomus* sp. ainsi que certains Types non identifiés tels I.60.3, I.88.5, I.F., I.G.

La zone I est divisée en 3 sous-zones: a) 130-100 cm, b) 100-84, c) 84-60 cm.

Sous-zone Ia:

Du point de vue pollinique, les espèces arboréennes sont dominées par le bouleau suivi de l'épinette et du pin (*Pinus strobus*, *P. divaricata*). On note des pourcentages élevés chez plusieurs espèces thermophiles telles la pruche (*Tsuga canadensis*), le hêtre, le chêne (*Quercus* spp.), le charme de Caroline (*Carpinus caroliniana*), l'ostryer (*Ostrya virginiana*) et l'orme (*Ulmus* spp.).

Cette sous-zone se distingue par la faible quantité de racines de monocotyles, de restes de graminées mais surtout par l'abondance des graines de salicorne d'Europe, de spergulaire marine et du Type I.60.3. Quelques autres Types: I.104.5, I.108.5, I.88.5, I.116.5 et I.100.4 sont limités à cette sous-zone.

Sous-zone Ib:

L'analyse macrofossile révèle une augmentation sensible des restes de graminées et des racines de monocotyles. Le nombre de graines de salicorne et de spergulaire a diminué à la faveur des graines de graminées s.l., de puccinellie et du troscart maritime. C'est à ce niveau que les foraminifères de type *Elphidium* sont les plus abondants.

Sous-zone Ic:

Les grains des espèces propres au milieu salin sont remplacés par une dominance de grains de graminées et de cypéracées. On note une légère augmentation du nombre de grains de composées tubuliflores ainsi qu'un maximum

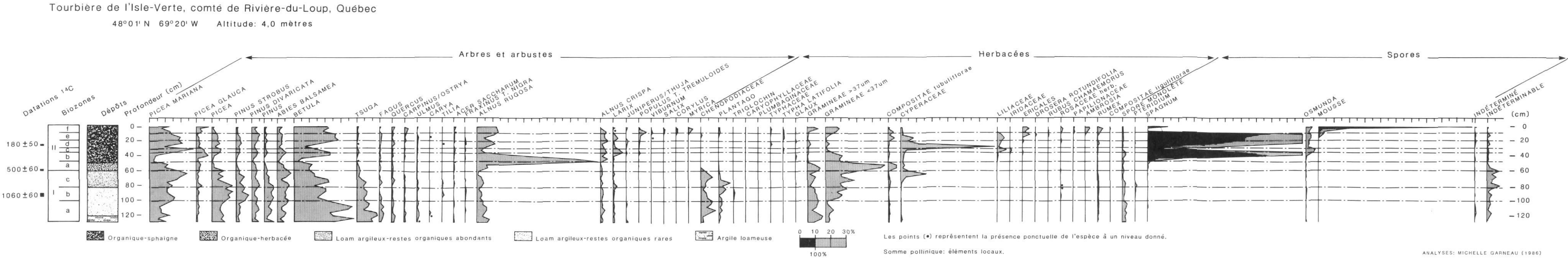


FIGURE 4. Diagramme de pourcentages polliniques.
Pollen percentage diagram.

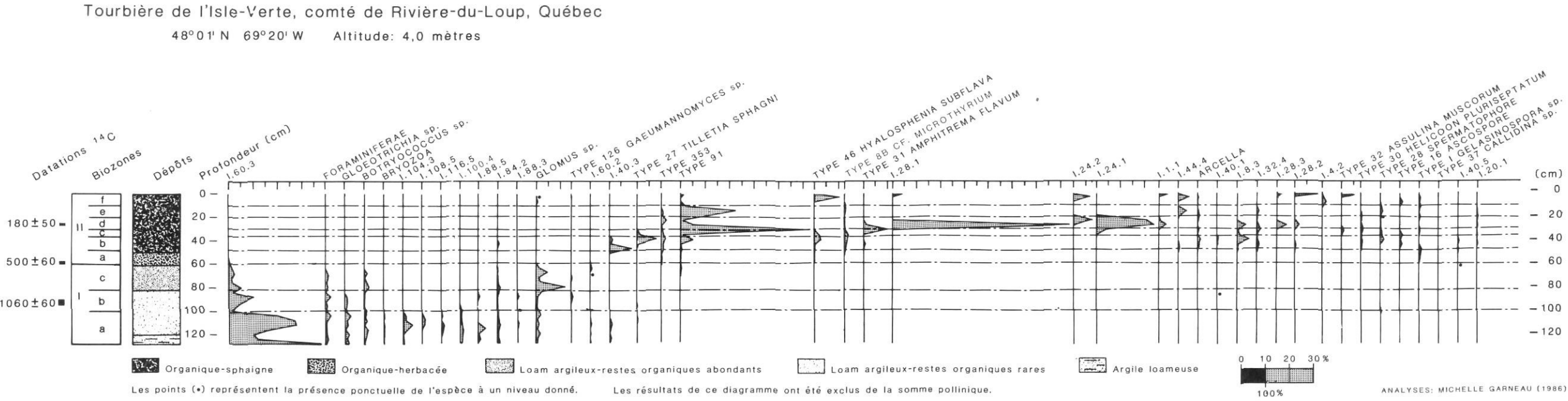


FIGURE 5. Diagramme de pourcentages microfossiles autres que le pollen.
Percentage diagram for microfossils other than pollen.

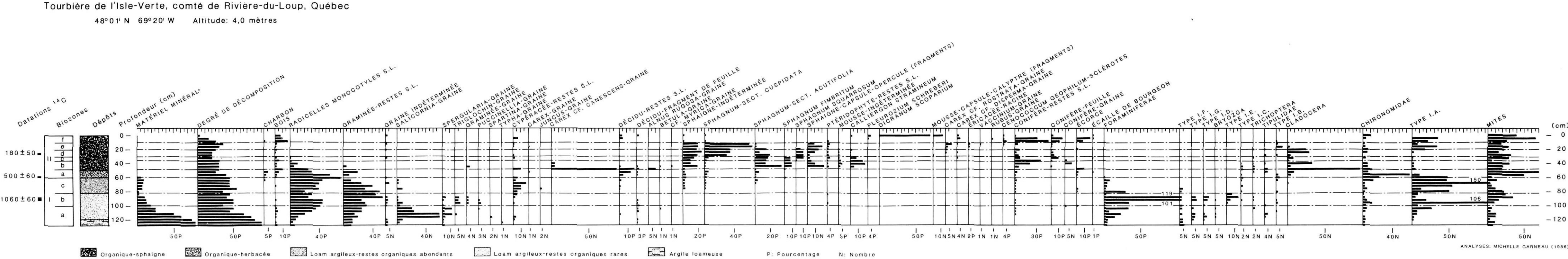


FIGURE 6. Diagramme macrofossile.
Macrofossil diagram.

de spores du zygomycète *Glomus* sp. La quantité de foraminifères a considérablement diminué.

Dans la partie supérieure de cette sous-zone, l'analyse macrofossile a dévoilé la présence de restes de sphaignes s.l. et d'espèces ligneuses s.l. combinés à des restes de salicorne (graines).

ZONE II: 60 centimètres à la surface

La zone II est caractérisée par un matériel essentiellement organique dont le degré de décomposition est faible. À tous les niveaux, on y trouve divers morceaux ligneux ainsi que des restes de bryophytes et de conifères s.l.

Les spectres sporopolliniques révèlent une plus grande diversité d'espèces. Le pourcentage des thermophiles arboréens (sauf *Carpinus/Ostrya*) a cependant diminué par rapport à la zone I.

La zone II est divisée en 6 sous-zones: a) 60-48 cm; b) 48-36 cm; c) 36-30 cm; d) 30-20 cm; e) 20-10 cm; f) 10 cm jusqu'en surface.

Sous-zone IIa:

La transition de cette sous-zone avec la sous-zone Ic est marquée par une diminution notable de grains d'espèces de milieu salin à la faveur d'une hausse de graminées (grains < 37 µm) et de composées tubuliflores. Les sphaignes sont peu abondantes; les insectes tels les chironomides et les mites y atteignent leurs valeurs les plus élevées.

Des charbons ont été trouvés dans la partie supérieure de cette sous-zone. Les spores du pyrénomycète *Gelasinospora* sp. confirment l'avènement d'un feu.

Sous-zone IIb:

Cette sous-zone est caractérisée par des maxima chez l'aulne rugueux (*Alnus rugosa*), les sphaignes de la section *Acutifolia*, le Type I.40.3 (spore d'ascomycète) et le branchiopode *Cladocera*.

L'analyse macrofossile des bryophytes confirme la présence de *Sphagnum fimbriatum* et *Calliergon stramineum*. *Carex* cf. *canescens* a pu être identifié chez les cypéracées. On note des pics chez les Types 27 (*Tilletia sphagni*), 28 (spermatophore de copepode), I.40.2 et I.8.3.

Sous-zone IIc:

L'analyse pollinique révèle une diminution des spores de sphaignes parallèlement à une augmentation du mélèze, des iridacées et des liliacées ainsi qu'à un maximum de spores d'*Osmunda* spp. et des Types 91, 46 (*Hyalosphenia subflava*) et 8B (ascomycète: cf. *Microthyrium*). Les restes de conifères sont abondants. Chez les sphaignes, *Sphagnum squarrosum* fait son apparition. La quantité d'hyphes augmente par rapport à la sous-zone précédente.

Sous-zone IId:

Les restes de conifères diminuent à la faveur d'une dominance des cypéracées et des sphaignes. *Carex* cf. *disperma* et *Carex* cf. *rostrata* ont pu être identifiés. Les sphaignes sont

surtout représentées par la section *Cuspidata*. Un retrait notable est observé chez les mousses.

Les Types I.28.1, I.24.1 et I.24.2 sont limités à ce niveau et le rhizopode *Amphitrema flavum* y atteint sa valeur maximale. Le volume d'hyphes a beaucoup diminué.

Sous-zone IIe:

Simultanément à une diminution du pollen de l'aulne rugueux apparaît une seconde augmentation de mélèze ainsi qu'une hausse des valeurs des cypéracées, des liliacées et des composées tubuliflores. *Sphagnum squarrosum* est maintenant absent et certaines espèces acidophiles de tourbière apparaissent dans le diagramme pollinique telles les éricacées et *Drosera rotundifolia*.

Sous-zone II f:

Du point de vue pollinique, cette sous-zone se distingue par la grande variété des espèces qui la composent autant dans la catégorie arboréenne qu'herbacée et par le côtoiement d'une combinaison d'espèces rudérales et cultivées telles *Rumex*, *Ambrosia*, composées liguliflores, papilionacées, etc.

La matrice de cet horizon de surface provient principalement des mousses *Dicranum scoparium*, *Pleurozium schreberi* et *Calliergon stramineum* dans laquelle sont accumulés de nombreux restes d'espèces conifériennes. Les hyphes de champignons sont abondants de même que les sclérotés de *Cenococcum geophilum*. Le contenu microfossile révèle aussi la présence de spores de *Gelasinospora* sp., du Type I.24.1 et du rhizopode *Hyalosphenia subflava*.

2) LAMES MINCES

Les analyses de lames minces fournissent une connaissance détaillée de la stratigraphie. Elles permettent de reconnaître des phases de sédimentation ou d'érosion dans le matériel minéral ou encore des phases d'accumulation ou de décomposition dans le matériel organique. Elles sont le reflet des conditions locales du milieu et donc un outil complémentaire aux analyses micro- et macrofossiles. Des exemples d'analyse microstratigraphique sont données aux figures 7 à 11 inclusivement.

Figure 7: À 71 cm de profondeur, section d'horizon peu ou pas lité où le matériel minéral est bien incorporé à l'organique. Le contenu minéral est représenté surtout par des particules fines: limons et argiles ($\leq 62,5 \mu\text{m}$). La matrice organique varie de l'état colloïdal aux restes de monocotyles dont la taille peut atteindre 10 mm (hors photo).

Dans cette section, on peut observer la présence de diatomées dont *Diploneis* sp. (LORTIE, comm. pers.) indiqué par une flèche. Dans le coin à gauche, un foraminifère de type *Elphidium* identifié lors de l'analyse macrofossile. Cette section d'horizon présente l'allure microstratigraphique de la partie supérieure d'un dépôt intertidal de marais (VAN STRAATEN, 1954).

Figure 8: À 60 cm de profondeur, la lame mince laisse voir dans la moitié inférieure de la photo, une portion d'horizon organique humique (Oh⁺) bioturbé où sont concentrées des spores du champignon endomycorrhizien *Glomus* sp. L'analyse

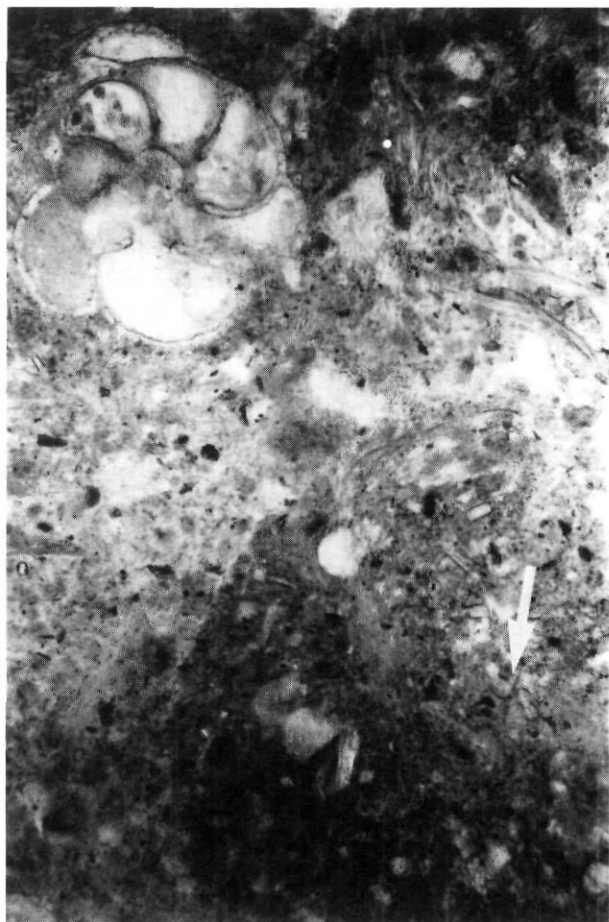


FIGURE 7. Section d'horizon organo-minéral à 71 cm de profondeur (79x).

Section of an organic-mineral horizon at a depth of 71 cm (79x).

microstratigraphique confirme donc les résultats obtenus par l'analyse microfossile où les champignons ont été rattachés à la sous-zone Ic.

Figure 9: Coupe transversale dans une tige de cypéracée observée à 60 cm de profondeur, témoignant de la présence locale de la famille à ce niveau.

Figure 10: À 20 cm de profondeur, le matériel, essentiellement organique et à texture mésique (Om), est composé de tourbe de sphaigne. Dans le bas de la photo, on reconnaît, en coupe transversale, des portions de feuilles raméales (*Sphagnum angustifolium* a été identifié pendant l'analyse macrofossile). À un plus fort grossissement, il est souvent possible d'identifier au moins la section à laquelle appartiennent ces sphaignes.

La flèche est pointée vers le rhizopode *Arcella* sp., un indicateur de conditions d'humidité élevée dans la tourbe. Les hyphes témoignent de l'envahissement fongique dans le matériel.

Figure 11: À 8 cm de la surface, tourbe de sphaigne fibrique (Of) composée principalement de *Sphagnum angustifolium* (d'après l'analyse macrofossile); en bas à droite, on remarque une coupe transversale dans un rameau feuillé.



FIGURE 8. Matériel organique humique (Oh) bioturbé dans lequel on reconnaît des spores de *Glomus* sp. (flèche) (79x).

Glomus sp. spores (arrow) in bioturbated organic humic (Oh) material (79x).

Au centre, les agglomérats circulaires sont des excréments d'animaux décomposeurs attaquant les tissus végétaux.

DISCUSSION

Deux grandes unités stratigraphiques sont identifiées: une phase minérale correspondant au marais à spartines et une phase organique tourbeuse ayant évolué, sous l'influence de différents phénomènes (feu, accroissement de l'humidité) en une pessièrre à épinette noire et à sphaigne.

Le début de la sédimentation intertidale à l'Isle-Verte date d'environ 2000 ans BP (1990 ± 70 (UQ-560), BERTRAND, 1984). Ces sédiments récents reposent sur un dépôt d'argile glacio-marine mis en place pendant le Goldthwaitien I (DIONNE, 1977). Le relèvement isostatique subséquent a favorisé un abaissement relatif du niveau des eaux et déjà avant 7000 ans BP, le niveau Mic Mac (alt. 15-18 m) avait émergé (LEE, 1963).

Des études récentes effectuées sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent (DIONNE, soumis pour publ., 1985a, 1985b; DIONNE et LACOMBE, 1984) laissent croire que le niveau marin aurait atteint, il y a 7000 ans BP, la limite marine actuelle. Il aurait cependant continué à s'abaisser de 10 à 15 m au

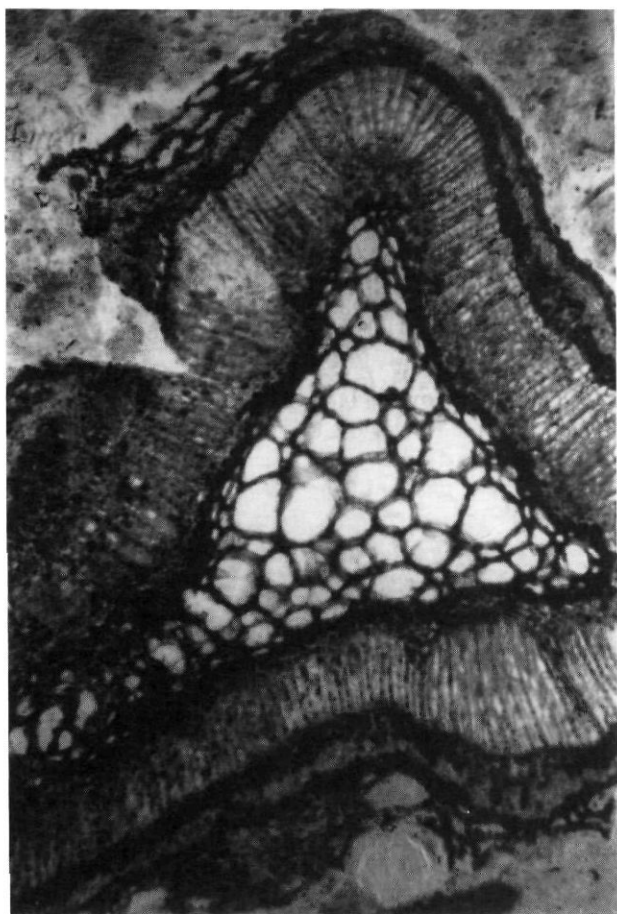


FIGURE 9. Tige de cypéracée en coupe transversale (79x).
Transversal cut of a Cyperaceae stem (79x).

cours d'une période d'environ 1000 ans. Des troncs d'arbres de *Picea* sp., *Larix* sp. et *Thuya* sp. aujourd'hui trouvés dans la zone intertidale confirment ce niveau. Ils sont datés à 6500 ± 100 BP (UQ-1015), 6150 ± 100 BP (UQ-1177) et 5950 ± 100 BP (UQ-1143) (DIONNE, soumis pour publ.).

Entre 7000 à 2500 ans BP, le niveau relatif de l'eau dans l'estuaire aurait fluctué par suite de réajustements isostatiques. L'érosion de la surface argileuse à partir de laquelle s'est développé le marais décrit dans cette étude correspondrait aux phases de transgression. Aucun indice stratigraphique de ces fluctuations n'a encore été obtenu à l'Isle-Verte. Cependant d'après les travaux de DIONNE (*op. cit.*) à Montmagny et près du Bic, la surface argileuse aurait été érodée pendant un épisode transgressif daté entre 6000 et 4500 ans BP. Le niveau marin se serait ensuite abaissé, suivi vers 3000 ans BP d'une seconde phase de transgression ou de stabilité relative ravivant la plate-forme et le talus de la terrasse Mic Mac (*op. cit.*).

Les sédiments récents déposés sur la surface d'érosion argileuse jusqu'à une altitude de 6-8 m correspondent à l'épisode Mitis (2500-2000 BP) (BERTRAND, 1984; DIONNE, 1977; LOCAT, 1977) et au début de la mise en place de la séquence étudiée.

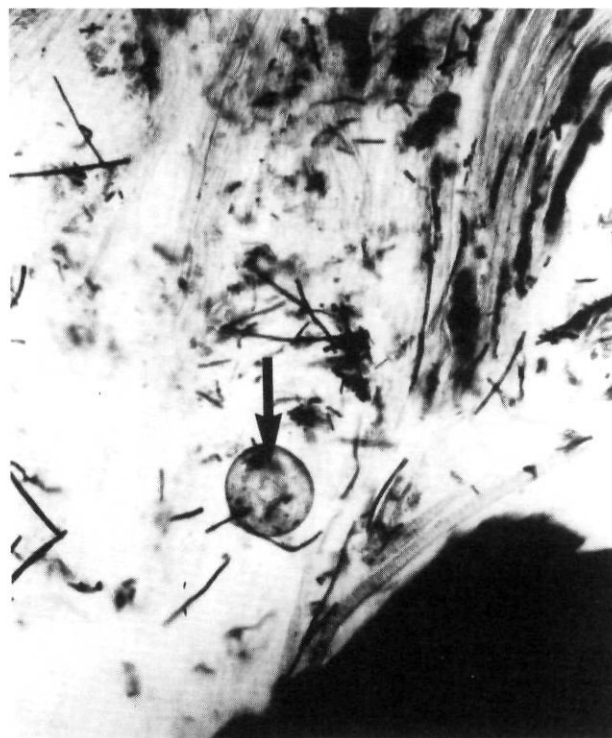


FIGURE 10. Tourbe de sphaigne mésique et rhizopode *Arcella* sp. (79x).
Mesic Sphagnum peat with the rhizopod *Arcella* sp. (79x).

Dans ce contexte stratigraphique, les techniques utilisées rendent possible la reconstitution détaillée du milieu d'abord intertidal se transformant vers 500 ans BP (500 ± 60 , UL-296) en une tourbière à sphaigne. Les changements observés peuvent être rattachés à une combinaison de facteurs variés dont le relèvement isostatique ou la sédimentation ou les deux.

À 130 cm de profondeur, la base de la séquence récente déposée sur l'argile possède une texture grossière de sables et graviers entremêlés de cailloux. Ce bas de plage remanié rappelle le faciès glaciaire caractéristique de la section inférieure du littoral actuel. À ce niveau et à cette époque de mise en place du marais, la végétation phanérogamique devait être peu dense et représentée surtout par les graminées en raison des taux de submersion trop élevés. Les algues *Gloeotrichia* sp. et *Botryococcus* sp. confirment ce caractère d'inondation. L'identification du Type I.60.3 pourra peut-être aider à préciser l'interprétation.

Avec le temps, la sédimentation aurait impliqué un exhaussement de la surface, donc une diminution des taux de submersion favorisant une plus grande diversification des espèces végétales. Cette diversité s'observe dans le diagramme pollinique par une hausse des grains de graminées, de chénopodiacées et de *Plantago* sp. ainsi que dans le diagramme macrofossile par l'abondance des graines de salicorne et de spergulaire (120-100 cm). Cet arrangement floristique et sédimentaire rappelle la partie supérieure de la slikke actuelle située à la limite du niveau moyen des hautes mers (BERTRAND et GARNEAU, 1983).

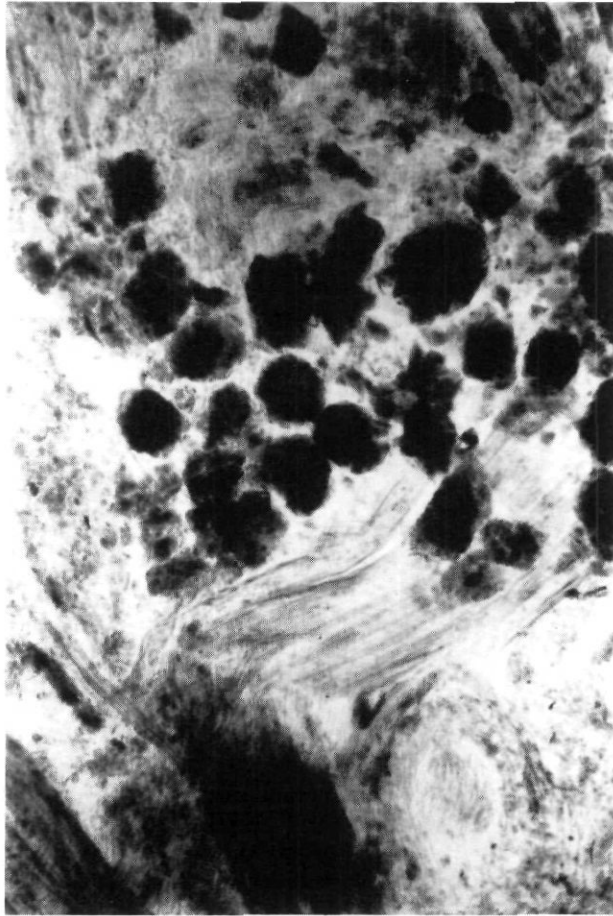


FIGURE 11. Tourbe de sphaigne fibrique et excréments d'animaux (79x).

Fibric Sphagnum peat and fecal pellets (79x).

On observe ensuite dans la séquence une diminution du contenu minéral à la faveur d'un accroissement du volume organique dans lequel ont été trouvés des restes de végétation variée rappelant la composition actuelle du schorre. Ce milieu probablement peu inondé semble avoir été un site propice pour le type *Elphidium* chez les foraminifères. Ce niveau, daté à partir d'un échantillon organique récolté entre 88 et 96 cm de profondeur (1060 ± 60 BP, UL-292), permet à l'aide de données déjà existantes (BERTRAND, 1984) de déduire un taux approximatif d'accumulation de 0,8 mm/an pendant ces mille premières années de sédimentation. Cette valeur ne diffère pas beaucoup de certains taux actuels calculés pour l'estuaire du Saint-Laurent (BERTRAND, 1984; DUBÉ, 1982). Ces résultats n'expriment cependant qu'une tendance générale en supposant que le rapport $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ (SUESS, 1970) ainsi que le taux de sédimentation n'auraient pas varié durant cette période.

Le niveau de 60 cm représente un seuil dans la séquence tant au point de vue stratigraphique qu'écologique et floristique. Deux dates ^{14}C le situent entre 710 ± 60 BP (UQ-602) (BERTRAND, 1984) et 500 ± 60 BP (UL-296). À ce niveau, le marais intertidal se serait transformé en une prairie arbustive adaptée à des conditions d'eau douce et évoluant sur un

substrat organique probablement très mal drainé. Au même moment, l'avènement d'un feu, confirmé par des charbons et des spores de *Gelasinospora* sp., serait survenu dans ce secteur côtier. Les analyses ne révèlent cependant que de faibles changements dans le milieu. Certes, le diagramme pollinique indique une hausse chez les graminées et les composés tubuliflores, mais l'ensemble des résultats rappelle plutôt l'actuelle prairie à *Calamagrostis canadensis* et à *Myrica gale* (GARNEAU, 1984). On a déjà relevé en surface de cette prairie certains individus de sphaignes eutrophes telle *Sphagnum squarrosum*, ce qui pourrait expliquer leur présence dans le diagramme.

Comme dans la toposéquence actuelle, une aulnaie semble avoir succédé à cette prairie arbustive. On le déduit par une hausse du pollen d'*Alnus rugosa* combiné aux graines de l'espèce trouvées pendant l'analyse macrofossile (entre 48 et 36 cm). Un chaton d'inflorescence d'aulne rugueux a même été trouvé à ce niveau dans une carotte étudiée précédemment (GARNEAU, 1986).

À cette époque, le milieu aurait été humide et eutrophe si l'on en juge par l'abondance des graines de *Carex* cf. *canescens* et du branchiopode Cladocera. Ces conditions sont confirmées par la présence de sphaignes dominées par *Sphagnum fimbriatum* (section *Acutifolia*) et de mousses telle *Calliergon stramineum*. *Tilletia sphagni* (Type 27), le Type 28 et *Arcella* sp. renforcent ce caractère d'humidité et parfois même d'inondation temporaire. Dans plusieurs études, *Tilletia sphagni* a même été trouvé en présence de sphaignes semi-aquatiques comme *Sphagnum cuspidatum* (VAN GEEL, 1978).

Avec le temps, un couvert forestier peu dense exprimé par l'augmentation des restes de conifères (principalement *Larix* et *Picea*) aurait succédé à l'aulnaie. Le caractère humide et eutrophe se serait maintenu comme l'indique l'abondance des grains de liliacées et d'iridacées ainsi que la présence de *Sphagnum squarrosum*. Une hausse du nombre de rhizopodes *Hyalosphenia subflava* amorcée dans la sous-zone précédente caractérise ce niveau et signale des perturbations dans la croissance de la tourbe (36-30 cm).

Conséquemment à un type de perturbation non encore identifié, il serait survenu une augmentation du taux d'humidité ou un déficit dans les conditions de drainage comme en témoignent la présence du rhizopode *Amphitrema flavum* (VAN GEEL, 1978) et la réapparition du branchiopode Cladocera dans le sédiment (30-20 cm). Le phénomène aurait occasionné une ouverture dans le couvert végétal (diminution de restes de conifères) où les cypracées (principalement *Carex* cf. *rostrata* et *Carex* cf. *disperma*) et les sphaignes auraient été fortement représentées. Le caractère ouvert de la tourbière est signalé par l'abondance des spores de sphaignes dont la sporulation est favorisée par le plein ensoleillement (LÉVESQUE *et al.*, 1978). Les espèces eutrophes de la section *Acutifolia* commencent à être remplacées par certaines de la section *Cuspidata*. Une datation ^{14}C a été obtenue pour ce niveau (28-24 cm), soit 180 ± 50 ans BP (UL-293). Cette phase humide correspond à la phase à *Typha latifolia* définie précédemment (GARNEAU, 1986).

TABLEAU I
Datations au radiocarbone

Auteur	N° labo.	Âge ^{14}C BP	Matériau	Profondeur	Lieu
DIONNE (1986)	UQ-1015	6500 $\pm$ 100	Bois	surface-nmm*	Montmagny
DIONNE (1986)	UQ-1177	6150 $\pm$ 100	Bois	surface-nmm	Montmagny
DIONNE (1986)	UQ-1143	5950 $\pm$ 100	Bois	surface-nmm	Montmagny
BERTRAND (1984)	UQ-560	1990 $\pm$ 70	Coquillages	1,6 m	Isle-Verte
GARNEAU (1986)	UL-292	1060 $\pm$ 60	Restes d'herbacées	96-88 cm	Isle-Verte
BERTRAND (1984)	UQ-602	710 $\pm$ 60	Bois	55 cm	Isle-Verte
GARNEAU (1986)	UL-296	500 $\pm$ 60	Restes d'herbacées	64,5-59 cm	Isle-Verte
GARNEAU (1986)	UL-293	180 $\pm$ 50	Tourbe de sphaigne	28-24 cm	Isle-Verte

* Niveau moyen des mers; alt. 0 m (0 géodésique)

Plus récemment, les conditions d'humidité auraient diminué; les espèces forestières telles que *Picea*, *Betula*, *Abies* et *Pinus* sont plus fortement représentées dans le diagramme pollinique et la quantité de Cladocera est plus faible. Le pourcentage d'hyphes de champignons décomposeurs est plus élevé (20 %) indiquant une activité plus intense. Le milieu se serait appauvri, comme l'exprime la disparition de *Sphagnum squarrosum*. On commence à reconnaître dans les spectres polliniques, le cortège floristique actuel de la tourbière avec les éricacées, *Drosera rotundifolia* et *Rubus chamaemorus* (20-10 cm).

Une combinaison de pollen d'espèces rudérales et cultivées se côtoient dans l'horizon de surface. Ces espèces témoignent d'activités anthropiques locales ou régionales tels le déboisement forestier ou l'agriculture. Les activités récentes de drainage ont favorisé un assèchement de la surface expliquant l'abondance d'hyphes de champignons (35 %) ainsi que des sclérotés de *Cenococcum geophilum* à même les racines d'éricacées. La réapparition d'*Hyalosphenia subflava* et des spores de *Gelasinospora* sp. indiquent respectivement une tourbe perturbée et asséchée.

CONCLUSION

Du point de vue stratigraphique, on a pu reconnaître la transformation d'un marais en une tourbière. Cependant, tous les processus mis en cause n'ont pas été clairement identifiés.

Les facteurs de sédimentation et de relèvement isostatique favorisent une diminution de l'influence marine et une adaptation du milieu à des conditions saumâtres puis dulcicoles (GARNEAU, 1984). On s'interroge encore sur la transformation

de cette succession en une tourbière à sphaigne plutôt qu'en un site mieux drainé. Peut-être qu'un facteur de topographie locale combiné à des conditions climatiques plus humides en seraient la cause (PAYETTE, soumis pour publ.).

La chronoséquence détectée dans la partie inférieure de la carotte (130-60 cm) concorde avec la toposéquence actuelle du secteur intertidal. Ce résultat traduit l'absence de fluctuation majeure du niveau marin au cours de cette période récente. Des travaux effectués dans d'autres régions démontrent cependant qu'il n'en est pas toujours ainsi (SCHOUTE, 1984; VAN DE PLASSCHE, 1982; ROELEVELD, 1974; MORZADEK-KERFOURN, 1974; KEENE, 1971; EMERY *et al.*, 1965).

La transformation d'un marais salé intertidal en un marécage d'eau douce semble s'être produit aussi tel qu'on le reconnaît en surface actuellement (GARNEAU, 1984).

C'est dans la séquence tourbeuse qu'on a identifié certaines discordances: d'abord l'absence de la phase humide mésoeutrophe à *Larix* (sous-zone IIc), ensuite, l'enregistrement d'une détérioration des conditions de drainage vers 200 ans BP dans deux sections différentes. Celle-ci correspondrait soit à un changement climatique, c'est-à-dire à une augmentation de l'humidité dans l'atmosphère ou encore à une légère augmentation du niveau marin influençant le niveau de la nappe phréatique, soit simplement à une conséquence anthropique du déboisement au début de la colonie. Cette seconde hypothèse est toutefois peu plausible, car les analyses nous révèlent un milieu forestier humide et tourbeux peu favorable pour des coupes à une époque où le niveau de la terrasse Mitis était presque essentiellement boisé (MICHAUD, 1978).

Une approche intégrée pour des études de reconstitution paléocéologique fournit donc beaucoup d'information sur l'évolution du développement local d'un milieu. L'expérience montre cependant que l'identification des fossiles doit être faite à un niveau de détail approprié. On pense, par exemple, aux mites ou aux chironomides dont la distribution s'étend tout au long du diagramme et dont on ne peut tirer d'information pertinente. Les Types inconnus devront aussi être identifiés, car ils n'ont actuellement qu'une valeur biostratigraphique.

REMERCIEMENTS

Je tiens d'abord à remercier le personnel du laboratoire Hugo de Vries de l'Université d'Amsterdam aux Pays-Bas (Prof. Dr. Ivan der Hammen, Dr. B. van Geel, M^{mes} E. J. Beglinger et A. L. Philip, M. B. J. de Vries) pour leur encadrement scientifique et technique pendant les analyses ainsi que monsieur J. P. Pals du Département d'archéologie pour l'identification des graines dans les échantillons. Prof. Dr. W. Roeleveld et Dr. Th. J. Schoute du Département des sciences de la Terre (Free University, Amsterdam) ont aussi contribué au démarrage de ces premières analyses. Je ne peux passer sous silence la collaboration des membres du Centre d'études nordiques de l'Université Laval à Québec pour leur appui intellectuel et matériel (Dr. Serge Payette, Dr. Jean-Claude Dionne, Dr. Guy Lortie, Dr. Michel Allard, M. Ivan Grenier, M^{mes} Françoise Pfalzgraf et Andrée Lecours) ainsi que l'aide précieuse du personnel du laboratoire de palynologie de l'Université de Montréal (M. Alayn Larouche, M^{mes} Johanne Parent et Nicole Morasse). Enfin je remercie M^{me} Suzanne Blouin pour la dactylographie du texte.

Cette étude a été rendue possible grâce aux subventions obtenues par le ministère de l'Éducation des Pays-Bas, Gulf Canada et F.C.A.R., Québec.

RÉFÉRENCES

- BAKKER, M. et SMEERDIJK, D. G. (1982): A palaeoecological study of a Late Holocene section from «Het IJperveld», Western Netherlands, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 36: 95-163.
- BERTRAND, P. (1984): *Le secteur côtier Cacouna-Isle-Verte: géomorphologie et classification des sols*, Thèse M.A., Dép. géographie, Univ. Laval, Québec, non publiée, 268 p.
- BERTRAND, P. et GARNEAU, M. (1983): Les Phases Écologiques des marais littoraux de Cacouna-Isle-Verte, *Annales de l'ACFAS*, 51: 126.
- BERTRAND, P., GARNEAU, M. et JURDANT, M. (1983): *Carte écologique du secteur côtier Cacouna-Isle-Verte et notice explicative*, Service canadien de la faune, Environnement Canada, 86 p.
- BORRADAILE, L. A., EASTHAM, L. E. S., POTTS, F. A. et SAUNDERS, J. T. (1963): *The Invertebrata*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 820 p.
- CHAPMAN, V. J. (1961): *The Algae*, Macmillan, Londres, 472 p.
- CHAUBAL, R., SHARMA, G. D., et MISHRA, R. R. (1982): Vesicular-arbuscular mycorrhiza in subtropical aquatic and marshy plant communities, *Proceedings of the Indian Academy of Science (Plant Sciences)*, 91: 69-77.
- COÛTEAUX, M. (1962): Notes sur le prélèvement et la préparation de certains sédiments, *Pollen et spores*, 4(2): 317-322.
- DIONNE, J.-C. (1972): *Le Quaternaire de la région Rivière-du-Loup/Trois-Pistoles, côte sud du Saint-Laurent, Québec*, Environnement Canada, Centre de recherches forestières des Laurentides, Rapport d'information Q-F-X-27, 95 p.
- (1977): La mer de Goldthwait au Québec, *Géographie physique et Quaternaire*, 31(1-2): 61-80.
- (1985a): Observations sur le Quaternaire de la rivière Boyer, côte sud de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec, *Géographie physique et Quaternaire*, 34(1): 35-46.
- (1985b): Evidence of a low sea level in the St. Lawrence estuary during the Holocene, *Geological Association of Canada, Annual Meeting, Program with Abstracts*, vol. 10, p. 14.
- (soumis pour publ.): Holocene relative sea level fluctuations, Saint-Lawrence estuary, Québec, Manuscrit, 12 p.
- DIONNE, J.-C. et LACOMBE, J. (1984): Fluctuations du niveau marin dans l'estuaire du Saint-Laurent au cours de l'Holocène, 5^e Congrès de l'AQQUA, Sherbrooke, Programme et Résumés, p. 26.
- DUBÉ, M. (1982): *Dynamique sédimentaire des estrans de Kamouraska*, Thèse M. Sc., Dép. génie civil, Univ. Laval, Québec, non publiée, 159 p.
- EMERY, K. O., WIGLEY, R. L. et RUBIN, M. (1965): A submerged peat deposit off the Atlantic coast of the United States, *Limnology and Oceanography*, 10: 97-102.
- FITZPATRICK, E. A. (1970): A technique for the preparation of large thin sections in unconsolidated materials, in *Micromorphological techniques and applications*, Osmond and P. Bullock, Agricultural Research Council, Soil Survey, Harpenden, U.K., Technical Monograph, n° 2, p. 3-13.
- FREY, D. G. (1964): Remains of animals in Quaternary lake and bog sediments and their interpretation, *Archiv fuer Hydrobiologie, Beiheft* 2: 1-114.
- FRITSCH, F. E. (1961): *The structure and reproduction of the algae*, Volume I, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 791 p.
- GARNEAU, M. (1984): *Cartographie et phyto-écologie du territoire côtier Cacouna-Isle-Verte*, Thèse M.A., Dép. géographie, Univ. Laval, non publiée, 388 p.
- (1986): Stratigraphie et reconstitution paléocéologique d'un marais à spartines, Isle-Verte, Québec, Poster, 54^e Congrès de l'ACFAS.
- GRASSÉ, P.-P. (1951): *Traité de Zoologie*, Anatomie, Systématique, Biologie, Tome X, fascicule I et II, Masson, Paris, 1948 p.
- (1960): *Traité de Zoologie*, Anatomie, Systématique, Biologie, Tome V, Masson, Paris, 2219 p.
- GOLUBIC, S. (1976): Taxonomy of extant stromatolite building cyanophytes, in *Stromatolites*, Developments in Sedimentology, n° 20, Elsevier, New York, 113-126.
- GROSPIETSCH, T. (1972): *Wechseltierchen (Rhizopoden)*, Einführung in die Kleinlebewelt, Kosmos-Verlag, Stuttgart, 80 p.
- HUGUES, T. E. (1959): *Mites or the Acari*, Athlone Press, Univ. of London, London, 225 p.
- JONGERIUS, A. et HEINTZBERGER, G. (1975): *Methods in soil micromorphology. A technique for the preparation of large thin sections*, Soil Survey Papers, n° 10, Soil Survey Institute, Wageningen, The Netherlands, 49 p.

- KEENE, H. W. (1971): Postglacial submergence and salt marsh evolution in New Hampshire, *Maritime Sediments*, 7: 64-68.
- KUHRY, P. (1985): Transgression of a raised bog across a coversand ridge originally covered with an oak-lime forest. Palaeoecological study of a Middle Holocene local vegetational succession in the Amtsven (northwest Germany), *Review of Palaeobotany and Palynology*, 44: 303-353.
- LANIER, L., JOLY, P., BONDOUX, P. et BELLEMÈRE, A. (1978): *Mycologie et pathologie forestières*, Tome I, Mycologie forestière, Masson, Paris, 487 p.
- LEE, H. A. (1963): *Géologie de la région de Rivière-du-Loup/Trois-Pistoles (dépôts meubles)*, Commission géologique du Canada, Étude 61-32, 2 p.
- LÉVESQUE, M., RICHARD, P. et DINEL H. (1978): Analyse pollinique et micromorphologique de deux tourbes du sud-ouest du Québec, *Canadian Journal of Soil Sciences*, 58: 525-528.
- LOCAT, J. (1977): L'émersion des terres dans la région de Baie-des-Sables/Trois-Pistoles, Québec, *Géographie physique et Quaternaire*, 31(3-4): 297-306.
- (1978): *Le Quaternaire de la région de Baie-des-Sables/Trois-Pistoles*, Ministère des Richesses naturelles du Québec, D.P.V. 605, 64 p.
- LORTIE, G. (1983): Les diatomées fossiles de deux tourbières ombrotrophes du bas Saint-Laurent, Québec, *Géographie physique et Quaternaire*, 37(2): 159-177.
- 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.
- MICHAUD, R. (1978): *L'Isle-Verte vue du large*, Leméac, Montréal, 354 p.
- MORZADEC-KERFOURN, M. T. (1974): *Variation de la ligne de rivage au Quaternaire. Analyse pollinique de dépôts organiques littoraux*, Mémoire de la Société géologique et minéralogique de Bretagne, Rennes, n° 17, 208 p.
- MURRAY, J. W. (1971): *An atlas of British recent foraminiferids*, Heinemann, Londres, 244 p.
- PALS, J. P. et VAN GEEL, B. (1976): Rye cultivation and the presence of cornflower (*Centaurea cyanus* L.), *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek*, 26: 199-204.
- PALS, J. P., VAN GEEL, B. et DELFOS, A. (1980): Palaeoecological studies in the Klokkeweel bog near Hoogkarspel (Prov. of Noord-Holland), *Review of Palaeobotany and Palynology*, 30: 371-418.
- PAYETTE, S. (soumis pour publ.): Cyclic autogenic succession: evidence from a subarctic *Sphagnum* bog, Manuscrit, 14 p.
- PENNAK, R. W. (1978): *Fresh-water invertebrates of the United States*, John Wiley and Sons, New York, 803 p.
- ROELEVELD, W. (1974): *The Groningen coastal area. A study in Holocene geology and lowland physical geography*, Dissertation Free University, Amsterdam, 133 p.
- SCHOUTE, J. F. T. (1984): *Vegetation horizons and related phenomena. A palaeoecological-micromorphological study in the younger coastal Holocene of the Northern Netherlands (Schildmeer Area)*, Strauss and Cramer, Hirschberg, West Germany, 270 p.
- STOCKMARR, J. (1971): Tablets with spores used in absolute pollen analysis, *Pollen et spores*, 13(4): 615-621.
- SUESS, H. E. (1970): Bristlecone-pine calibration of the radiocarbon time-scale 5200 B.C. to the present, Nobel Symposium, n° 12, *Radiocarbon, Variations and Absolute Chronology*, p. 303-311.
- VAN DE PLASSCHE, O. (1982): *Sea-level change and water-level movements in the Netherlands during the Holocene*, Mededelingen Rijks Geologische Dienst, vol. 36, 93 p.
- VAN GEEL, B. (1972): Palynology of a section from the raised peat bog «Wietmarshor Moor» with special reference to fungal remains, *Acta Botanica Neerlandica*, 21(3): 261-284.
- (1978): A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cor-mophytes and animals, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 25: 1-120.
- VAN GEEL, B., BOHNCKE, S. J. P. et DEE, H. (1981): A palaeoecological study of an upper Late Glacial and Holocene sequence from «de Borchert», the Netherlands, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 31: 367-448.
- VAN GEEL, B., HALLEWAS, D. P. et PALS, J. P. (1983): A Late Holocene deposit under the Westfriese Zeedijk near Enkhuizen (Prov. of Noord-Holland, the Netherlands): palaeoecological and archeological aspects, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 38: 269-335.
- VAN GEEL, B., DE LANGE, L. et WIEGERS, J. (1984): Reconstruction and interpretation of the local vegetational succession of a Late Glacial deposit from Usselo (the Netherlands), based on the analysis of micro- and macrofossils, *Acta Botanica Neerlandica*, 33(4): 535-546.
- VAN STRAATEN, L. M. J. V. (1954): Composition and structure of recent marine sediments in the Netherlands, *Leidse Geologische Mededelingen*, 19: 1-110.
- WEBSTER, J. (1980): *Introduction to Fungi*, Cambridge University Press, Cambridge, 669 p.
- WILLIAMS, N. E., WESTGATE, J. A. WILLIAMS, D. D., MORGAN, A. et MORGAN, A. V. (1981): Invertebrate fossils (Insecta: Trichoptera, Diptera, Coleoptera) from the Pleistocene Scarborough Formation at Toronto, Ontario, and their paleoenvironmental significance, *Quaternary Research*, 16: 146-166.

ANNEXE I

DESCRIPTION, INTERPRÉTATION ET
ILLUSTRATION DES PRINCIPAUX TYPES
IDENTIFIÉS À PARTIR DE LA LITTÉRATURE

Une série de Types identifiés à partir des travaux néerlandais (VAN GEEL *et al.*, 1984, 1983, 1981; PALS *et al.*, 1980; VAN GEEL, 1978, 1972) sont brièvement décrits et plusieurs de ceux-ci sont illustrés à la planche I.

Type I: *Gelasinospora* sp. (planche I,1)

Selon VAN GEEL (1978, 1972), le pyrénomycète *Gelasinospora* sp. est une espèce principalement carbonicole qui s'accommode aussi de conditions sèches dans la tourbe. Des spores ont été trouvées à différents niveaux dans la section tourbeuse, mais les plus abondants correspondent aux minces horizons de charbon (48 et 56 cm).

Type 8B: cf. *Microthyrium* (planche I,8B)

Ascomarque trouvé isolément sur les lames de microfossiles. VAN GEEL (1978) mentionne des variations morphologiques dépendant de l'espèce hôte. Pendant l'analyse macrofossile, ce genre a surtout été trouvé sur les épidermes de cypéracées et de joncaginacées.

Type 16A: Ascospore (planche I,16A)

VAN GEEL *et al.* (1981) et VAN GEEL (1978) ont décrit cette ascospore sans identifier le champignon. Ils ont mentionné sa préférence pour les habitats de tourbe de sphaigne mésotrophe et sous des conditions relativement sèches. Elle serait reliée à la présence de graminées dans la végétation locale.

Type 27: *Tilletia sphagni* (planche I,27)

Une tourbe de sphaigne combinée à des conditions d'humidité élevée constitue un milieu propice à la venue de *Tilletia sphagni*. L'analyse macrofossile révèle la présence de *Sphagnum fimbriatum* simultanément à un maximum de spores du Type 27.

Type 28: Spermatophore de copepode (planche I,28)

Probablement des spermatophores de différentes espèces (VAN GEEL, 1978) de crustacés de la classe des copepodes. Ils indiquent des conditions d'inondation temporaire.

Type 30: *Helicoon pluriseptatum* (planche I,30)

Conidie trouvée en faible quantité dans la partie tourbeuse (tourbe de sphaigne) et non perturbée de la section.

Type 31: *Amphitrema flavum* (planche I,31)

Il existe une relation directe entre ce rhizopode et les conditions d'humidité et d'oligotrophie élevées. Le maximum d'*Amphitrema flavum* se situe dans la sous-zone IId là où dominent les cypéracées et les sphaignes (section Cuspidata).

Type 32: *Assulina muscorum* (planche I,32)

Les exigences de ce rhizopode le limitent à la partie tourbeuse (mousses et sphaignes) de la section (GROSPIETSCH, 1972).

Type 37: *Callidina angusticollis*

Ce lorica de rotifère a été trouvé en faible quantité et concentré à un niveau où les conditions d'humidité sont élevées dans la tourbe de sphaigne (sous-zone IId).

Type 46: *Hyalosphenia subflava* (planche I,46)

D'après VAN GEEL (1978), ce rhizopode est un indicateur de perturbation dans la tourbe. On le trouve à deux niveaux dans la section. Le premier, entre 35 et 40 cm, daterait d'environ 200 ans

BP, alors que le second, dans les dix premiers centimètres, correspondrait à des événements du XX^e siècle.

Type 91

Ce type de microfossile sphérique a été mentionné par VAN GEEL (1978). Ce dernier n'a cependant pu expliquer les fluctuations dans le diagramme. Trois pics du Type 91 ressortent dans la zone II de la section.

Type 126: *Gaeumannomyces* sp. (planche I,126)

VAN GEEL *et al.* (1983) et PALS *et al.* (1980) ont rattaché ce champignon (ordre diaporthales, sous-classe eupyrénomycètes (LANIER *et al.*, 1978)) aux épidermes de *Carex*. L'analyse macrofossile ne nous a pas permis d'en faire autant. Cet hyphopode lobé a été observé uniquement dans la zone I de la carotte.

Type 146: *Gloeotrichia* sp. (planche I,146)

Algue bleue filamenteuse de la famille des rivulariacées (classe cyanophycées) décrite par VAN GEEL *et al.* (1983). Elle est aquatique et alcalinophile.

Les cyanophycées sont parmi les plus vieux fossiles; elles ont déjà été décrites dans des formations sédimentaires telles que les stromatolites de 3 milliards d'années (GOLUBIC, 1976). Des études récentes au laboratoire Hugo de Vries (université d'Amsterdam) ont montré que ces microfossiles sont aussi abondants dans les dépôts holocènes et tardi-glaciaires. Ils sont de bons indicateurs des conditions marines passées.

Type 352: *Arcella* sp. (planche I,352)

Rhizopode d'eau douce fréquent dans les mares. En forme de disque, sa taille est variable (30-250 µm) (PENNAK, 1978). Il est concentré seulement dans la partie tourbeuse de la section et en plus forte densité aux niveaux où l'humidité est plus élevée.

Type 353

À partir du travail de FREY (1964), VAN GEEL *et al.* (1981) ont reconnu les cocons des vers plats non parasites de la classe des turbellariés (ordre rhabdocoela). Différents taxons ont été groupés sous ce Type. On les rencontre principalement dans la partie tourbeuse où l'humidité est élevée.

Botryococcus sp. (planche I, Botryo.)

La plupart des espèces du genre *Botryococcus* sont des algues planctoniques d'eau douce à caractère méso-eutrophe. L'espèce observée dans cette étude est cependant concentrée dans la zone I de la section; son habitat en est donc un salin ou saumâtre.

De la famille des Botryococcaceae, cette algue occupe des positions taxonomiques variées selon les auteurs à cause de la morphologie

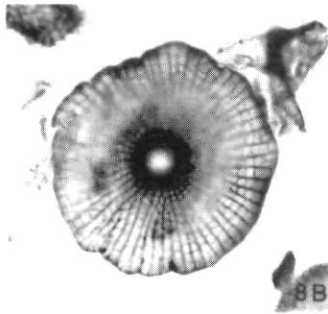
PLANCHE I. Illustration des principaux Types identifiés à partir de la littérature (échelle: 40 µm)

Pictures of the main Types identified from the literature (scale: 40 µm).

1) Spore de pyrénomycète — *Gelasinospora* sp.; 8B) Ascospore — cf. *Microthyrium*; 16A) Ascospore non identifiée; 27) Spore — *Tilletia sphagni*; 28) Spermatophore de copepode; 30) Conidie — *Helicoon pluriseptatum*; 31) Rhizopode — *Amphitrema flavum*; 32) Rhizopode — *Assulina muscorum*; 46) Rhizopode — *Hyalosphenia subflava*; 126) Hyphopode — *Gaeumannomyces* sp.; 146) Algue cyanophycée — *Gloeotrichia* sp.; 352) Rhizopode — *Arcella* sp.; Botryo.) Algue xanthophycée — *Botryococcus* sp.; Bryozoa) Statoblaste de Bryozoa; Foram.) Foraminifera — Type *Elphidium*; Glomus) Spores de zygomycète — *Glomus* sp.; Mite) Mite — Acari; Chiron.) Tête de larve — Chironomidae; Clado.) Carapace de branchiopode — Cladocera. Échelle (40 µm): a) Mite, Chiron., Clado.; b) Bryozoa, Foram.; c) 8B, 352; d) 30,31,32,46,146, Botryo., e) 16A,27,28, Glomus; f) 1, 126.



1



8B



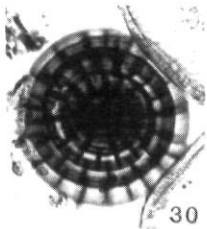
16A



27



28



30



31



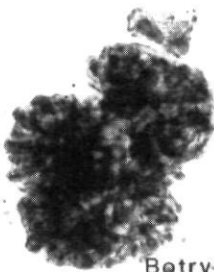
32



46



126



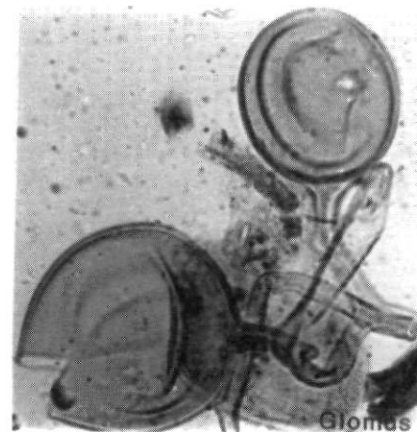
Betryo.



Foram.



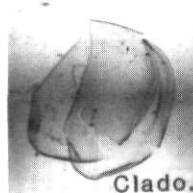
146



Glomus



Bryozoa



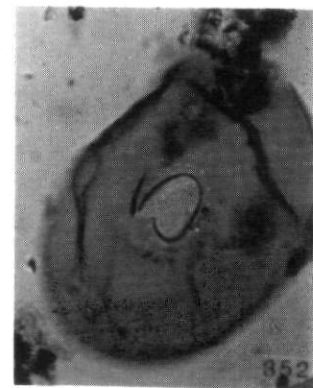
Clado.



Chiron.



Mite



852

a _
b _
c _
d _
e _

f _

de sa paroi, de la nature exacte de son contenu cellulaire, de sa pigmentation, etc. Depuis 20 ans, on s'entend pour la classer dans les Xanthophyceae (CHAPMAN, 1961; FRITSCH, 1961).

Statoblaste de Bryozoa (planche I, Bryozoa)

Dans la classe des bryozoaires, les espèces de la sous-classe des phylactolènes sont exclusivement d'eau douce et ont une méthode de propagation particulière en phase de reproduction asexuée, soit la formation de statoblastes (GRASSÉ, 1960). Leur morphologie est très variable et très utile en taxonomie. Ce statoblaste appartiendrait au genre *Plumatella* (VAN GEEL *et al.*, 1981). Il est étrange cependant d'avoir trouvé ce fossile dans la partie inférieure de la section, là où prévalaient des conditions saumâtres ou salines.

Foraminifera (planche I, Foram.)

Rhizopode marin benthique probablement du type *Elphidium* caractérisant les estuaires et les lagons hypo-salins (BAKKER et SMEERDIJK, 1982) mais pouvant aussi être trouvé dans les eaux intertidales peu profondes des régions côtières (MURRAY, 1971).

Glomus sp. (planche I, Glomus)

Champignon zygomycète appartenant à l'ordre des mucorales (famille Endogonaceae (WEBSTER, 1980)). Ce genre groupe des espèces endomycorrhiziennes dont certaines, comme celles de cette étude, sont spécifiques aux hygrophytes de marais (CHAUBAL *et al.*, 1982).

Mite (planche I, Mite)

Mite Acari du groupe des Oribatei (VAN GEEL, 1978), sous-ordre des sarcoptiformes (HUGHES, 1959). Ce sous-ordre groupe des espèces se nourrissant principalement à partir de restes de végétaux. Les Oribatei sont trouvées en grand nombre dans l'humus, les mousses, l'écorce des arbres, etc.

Une identification plus poussée de ces mites serait nécessaire pour l'interprétation paléoécologique, car de tels fossiles ont été observés et comptés tout au long de la section. À certains niveaux, leur fréquence est très élevée.

Chironomidae (planche I, Chiron.)

Tête de larve de moucheron de la famille des chironomides (ordre Diptera) (WILLIAMS *et al.*, 1981). Comme pour les mites, une identification plus fine serait nécessaire, car ces larves ont été trouvées à presque tous les niveaux de la carotte.

Les chironomides sont communs partout près des eaux et leurs larves sont souvent aquatiques (GRASSÉ, 1951).

Cladocera (planche I, Clado.)

Carapace de branchiopode du sous-ordre Cladocera. De la classe des crustacés, ce sous-ordre groupe des espèces aquatiques d'eau douce vivant dans les mares ou les dépressions humides (BORRADAILE *et al.*, 1963). Ces fossiles sont concentrés dans la zone II avec un maximum dans la sous-zone IIb.

Tipulidae

Tête de larve de tipulides concentrée dans la partie tourbeuse (tourbe de sphaigne) et humide de la section. Quelques fossiles ont aussi été trouvés dans la partie minérale à des profondeurs de 90 centimètres et plus.

Il sera nécessaire de préciser l'identification de ces insectes afin de déterminer si les individus dans le matériel minéral sont locaux ou s'ils ont été déplacés par des eaux courantes. En général, les tipulides cherchent les lieux frais, humides ou aquatiques des prairies, des bois et des forêts (GRASSÉ, 1951).

Trichoptera

Les fossiles trouvés sont des frontoclypéus de larves d'insectes de l'ordre des trichoptères. Ces larves sont le plus souvent des aquatiques d'eau douce (PENNAK, 1978). D'après WILLIAMS *et al.* (1981), le type de frontoclypéus trouvé pourrait appartenir au genre *Asynarchus*. Leur distribution dans la carotte coïncide sensiblement avec celle des tipulides.

ANNEXE II

DESCRIPTION ET ILLUSTRATION DES TYPES NON IDENTIFIÉS ET SPÉCIFIQUES À CETTE ÉTUDE

Certains fossiles n'ayant pu être identifiés à partir de la littérature sont cependant suffisamment caractéristiques au point de vue morphologique et biostratigraphique pour être décrits dans ce travail. Plusieurs de ceux-ci sont illustrés à la planche II. Nous espérons vivement que l'identification de ces inconnus pourra être faite ultérieurement.

Type I.1.1 (planche II, 1.1)

Spore de champignon quadrangulaire, de teinte foncée, brun rougeâtre et opaque. Dimensions: 18,4-19,2 µm long. et 10,7-12,3 µm larg. Ces spores sont unicellulaires, aplaties latéralement et marquées d'un sillon transversal sur tout le côté d'une paroi. Elles ont été trouvées à deux niveaux (sous-zones II d et II f) dans la partie tourbeuse de la section.

Type I.4.2

Petite spore sphérique, diam. 15 µm enveloppée par une périne ayant un aspect réticulé. Cette spore a été observée avec ou sans hyphe suspenseur. Elle est concentrée dans les horizons supérieurs de la carotte (sous-zone II f).

Type I.8.3 (planche II.8.3)

Probablement spore de sordariacée de teinte brun rosé, opaque. Dimensions: 16,1-20,7 × 9,2-10,7 µm. À une extrémité, présence d'un pore saillant dont les parois se dédoublent pour former un vestibule. Ouverture: 0,7-1,5 µm.

Ce type de spore a été rencontré dans toute la section tourbeuse, mais en quantité plus abondante là où le taux d'humidité est élevé.

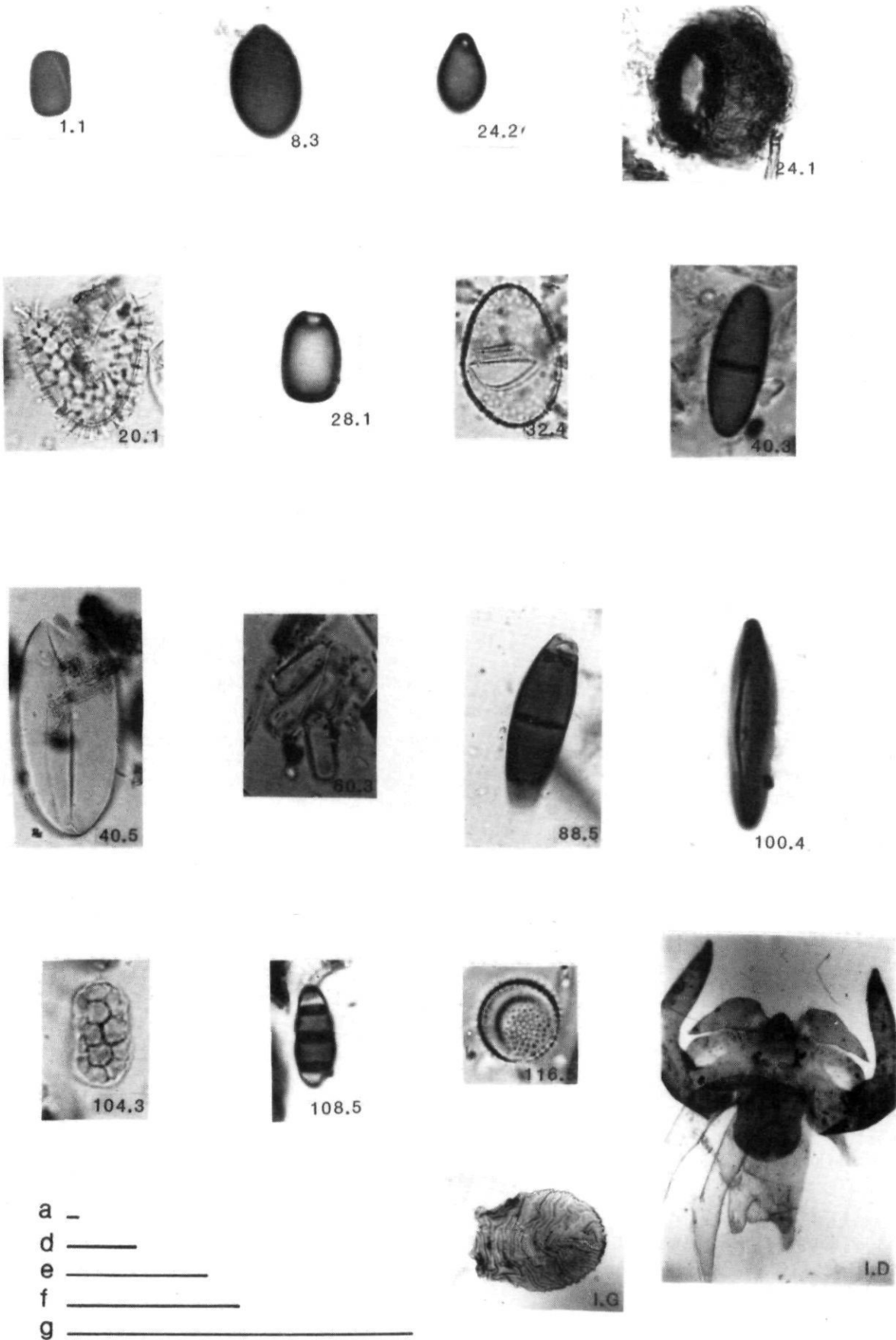
Type I.20.1 (planche II, 20.1)

Microfossile hyalin, oblong, d'origine inconnue (45-47,2 × 19,2-20,7 µm). Les parois sont caractérisées par des protubérances en forme de T (hauteur moyenne 4,5 µm), reliées entre elles pour former un réseau dont le diamètre des mailles atteint 6,1-6,9 µm

Planche II. Illustration des principaux Types non identifiés et spécifiques à cette étude (échelle: 40 µm).

Pictures of the main non-identified Types specific to this study (scale: 40 µm).

1.1) Spore de champignon; 8.3) ? Spore de sordariacée; 20.1) Microfossile d'origine inconnue; 24.1) Fructification de champignon; 24.2) ? Spore de sordariacée; 28.1) Spore de champignon; 32.4) Microfossile d'origine inconnue; 40.3) Spore d'ascomycète; 40.5) ? *Spirogyra* sp.; 60.3) Spore; 88.5) Ascospore; 100.4) Spore; 104.3) Agglomération de cellules; 108.5) Ascospore; 116.5) Spore de ? champignon; I.D) Invertébré non identifié; I.G) Invertébré non identifié. Échelle (40 µm): a) I.D, I.G; d) 40.5; e) 1.1, 20.1, 24.1, 32.4, 60.3, 88.5; f) 8.3, 24.2, 40.3, 104.3, 108.5, 116.5; g) 28.1, 100.4



Un fossile semblable a déjà été décrit par BAKKER et SMEERDIJK (1982). Ce fossile très caractéristique a été observé à différents niveaux de la section tourbeuse.

Type I.24.1 (planche II,24.1)

Fructification de champignon de forme sphérique (diam. 46,2 à 57,7 μm). Ressemblant un peu à une urne, ce fossile est muni d'une large ouverture (diam. 20,7-23,8 μm) à bords saillants (épaisseur des bords 5,3-6,9 μm).

Ce Type a été observé en abondance dans la sous-zone IId. Un rapport pourrait peut-être s'établir entre ces fructifications et les spores du Type I.28.1.

Type I.24.2 (planche II,24.2)

Probablement spore de sordariacée de couleur brun rosé opaque. La forme est asymétrique rappelant légèrement celle d'une poire. Long. 10,7-12,9 μm , larg. 6,9-8,4 μm . L'extrémité la plus large est caractérisée par une partie aplatie et légèrement proéminente (larg. 2,5-3,2 μm). L'autre extrémité est terminée par un pore enfoncé (diam. 0,7-1,2 μm).

Ce type de spore a été trouvé aux deux mêmes niveaux que le Type I.1.1.

Type I.28.1 (planche II,28.1)

Spore de champignon de forme légèrement triangulaire, brun foncé, opaque. Dimensions: 7,7-9,2 μm long. $\times$ 5,3-6,1 μm larg. La partie la plus étroite est terminée par un pore légèrement enfoncé (1,5-2,0 μm) où les parois semblent s'épaissir.

Dans la sous-zone IId, un grand nombre de ces spores ont été comptées.

Type I.28.2

Probablement encore une spore de sordariacée, de teinte foncée, brun rougeâtre et opaque. De forme allongée, sa taille varie de 31,5-33,8 μm . Chaque extrémité est terminée par un pore. Sur l'extrémité la plus arrondie, le pore paraît tronqué (diam. 2,3-3,0 μm). Sur l'autre extrémité, le pore est proéminent et les parois semblent vestibulées. La dimension de ce pore est de 3,0 à 4,0 μm dans sa partie la plus large.

De pareilles spores sont concentrées dans la section tourbeuse et plus abondantes vers la surface.

Type I.28.3

Ascospore brun hyaline à extrémités légèrement effilées. Dimensions: 22,3-23,1 $\times$ 6,9-7,7 μm , triseptée avec une constriction à chaque septum (long. 5,3-6,1 μm). Cette spore est observée à des niveaux similaires aux Types I.24.2 et I.1.1.

Type I.32.4 (planche II,32.4)

Autre microfossile inconnu, hyalin blanchâtre, oblong: 39,1-42,5 μm excluant les protubérances épineuses à la surface (hauteur: 1,5-2,0 μm). Quelques fois, une ouverture en demi-cercle (15,5 μm long. $\times$ 10 μm larg.) orne la paroi.

Comme le Type I.20.1, ce microfossile a été observé tout au long de la section tourbeuse.

Type I.40.1

Encore un microfossile hyalin blanchâtre d'origine inconnue. Long. 42-46 μm , larg. 26,9-28,4 μm , caractérisé en surface par un pattern de petites crêtes triangulaires et interconnectées (haut. 3,8-4,6 μm) alternant avec des creux dont la taille atteint 3,0-3,8 μm

Ce fossile est confiné à un niveau où les conditions d'humidité sont élevées (sous-zone IIb) simultanément au Type 27 (*Tilletia spha-*

gni), Type 28 (spermatophore de copepode) et au rhizopode *Arcella* sp.

Type I.40.3 (planche II,40.3)

Spore d'ascomycète brunâtre hyalin allongée (long. 25,4-26,9 μm , larg. 9,2-10,8 μm) 1-septum, sans constriction et caractérisée par la présence d'un très petit pore (diam. 0,5-1,0 μm) à chaque extrémité.

Ce Type est rencontré en abondance dans la sous-zone IIb et atteint son maximum simultanément au maximum d'*Alnus rugosa*.

Type I.40.5 (planche II,40.5)

Spore ellipsoïdale, 75-85 μm long. avec un sillon longitudinal ouvert qui l'encerclé souvent en totalité. D'après VAN GEEL (comm. pers.), ces spores ressemblent à *Spirogyra*, une algue bleue de l'ordre des zygnématocées indiquant des conditions d'inondation temporaire par des eaux relativement eutrophes. Des observations ultérieures seront nécessaires pour confirmer l'identification.

Ce fossile est concentré dans la sous-zone IIb, là où les conditions d'humidité sont effectivement très élevées.

Type I.44.4

Spore brun foncé opaque, allongée et septée avec les côtés légèrement convexes. Dimensions: 26,9-28,5 $\times$ 6,9-7,7 μm avec un pore (diam. 2,3-5,0 μm) à chaque extrémité. Un sillon (long. 23,1-23,8 μm) orne la paroi.

Spore trouvée dans la partie tourbeuse de la section et en plus grand nombre vers la surface.

Type I.60.2

Spore de champignon, sphérique, sans pore ni sillon mais avec un genre de péridome la recouvrant. Diam. moy.: 18 μm excluant l'enveloppe. Sans distribution préférentielle dans la section.

Type I.60.3 (planche II,60.3)

Spore quadrangulaire hyaline et sans ornementation. Long. 20-30 μm , larg. 7,5-10 μm . Trouvées généralement de façon isolée mais parfois aussi agglomérées, ces spores sont abondantes dans la zone I surtout entre 100-130 μm

On pense que ces spores peuvent être en relation avec *Gloeotrichia* sp.

Type I.84.2

Chapelet de spores de champignons pas très caractéristique. Long. totale variant de 40 à 80 μm . Dimensions de chaque cellule: 9-10 μm long et 11-13 μm large.

Ce Type n'a pas vraiment de distribution caractéristique, mais il est plus abondant dans la zone I.

Type I.88.3

Spore de champignon 2-4 septées. Long. 16,5-21 μm , larg. cellule apicale, 13 μm . Les cellules supérieures (vers l'apex) sont brun foncé, opaques. Les cellules basales sont hyalines, la dernière étant tronquée et correspondant au point d'attache du mycélium.

Ces spores sont observées dans la partie minérale de la section.

Type I.88.5 (planche II,88.5)

Ascospore triseptée à parois convexes. Long. 45-53 μm , larg. 6,9-14,6 μm avec de légères constriction à chaque septum. Long. septum: 7,0-16,9 μm . Les cellules du centre sont brun foncé et celles des bouts hyalines et souvent endommagées. Ce Type ressemble au Type 121 de PALS *et al.* (1980) où il atteint son maximum dans les dépôts de lac.

La distribution de cette ascospore coïncide avec celle du Type I.88.3.

Type I.100.4 (planche II,100.4)

Spore fusiforme, brun foncé, opaque et non septée avec un côté convexe et l'autre aplati, ornementé d'un sillon (long. moy. 14,5 µm). Dimensions moy.: 28,5 µm long, 5,5 µm larg., avec les extrémités arrondies et les parois épaissies.

Ce type de spore est concentré entre 96 et 130 cm de profondeur. Il ressemble au Type 117 présenté par PALS *et al.* (1980) trouvé dans l'argile marine. Les auteurs mentionnent un transport de ce fossile par des agents externes (vent, eau), car il parasite généralement les restes d'espèces arborescentes décidues.

Type I.104.3 (planche II,104.3)

Agglomération de cellules hyalines plus ou moins circulaires ou ayant parfois la forme d'un cœur, long. 5-8 µm, larg. 4-8 µm. La taille de l'agglomération est variable en longueur: de 23-27 µm jusqu'à 40 µm. La largeur est plus constante: 14-16 µm, constituée généralement de deux rangées de cellules.

Ce fossile a été trouvé à des niveaux inférieurs à 100 cm.

Type I.108.5 (planche II,108.5)

Ascospore brunâtre triseptée à extrémités arrondies et hyalines. Long. totale: 23-26 µm. Présence d'une constriction à chaque septum (dimension 6-9 µm).

Cette spore est aussi limitée à la partie inférieure de la carotte (100-130 µm).

Type I.116.5 (planche II,116.5)

Spore de champignon sphérique, de teinte très pâle, 24-28 µm diam. Surface échinulée, longueur des épines (0,50-0,80 µm) réparties uniformément sur le corps. Présence d'un sillon en forme de S dont la long. moy. est de 30-35 µm.

Ce Type est limité à la partie inférieure de la carotte. Il rappelle le Type 128 décrit par VAN GEEL *et al.* (1983) trouvé dans des milieux aquatiques méso- ou eutrophes.

Type I.A

Capsule plutôt sphérique (0,57 mm long. × 0,45-0,50 mm larg.) probablement d'origine animale dont la seule caractéristique est d'avoir une ouverture circulaire de 0,17 mm diam. à un des bouts et un très petit pore (27,5 µm diam.) à l'autre bout.

Ce Type a été trouvé à tous les niveaux de la section mais en plus forte densité dans la zone I.

Type I.B

Sous ce Type ont été groupées toutes les ailes d'insectes trouvées lors de l'analyse macrofossile. Ces ailes appartiennent en majorité aux coléoptères. Leurs dimensions moyennes varient de 0,95 à 1,7 mm long. et de 0,4 à 0,7 mm large.

Une identification plus poussée de ces fossiles sera nécessaire pour connaître leur signification paléocologique.

Type I.C

Différents fragments velus de pattes d'insectes, 0,5 à 0,8 mm long. × 0,35 à 0,5 mm large. Ces fossiles sont concentrés dans la partie tourbeuse et à des niveaux où le taux d'humidité semble élevé. Demandent une identification plus précise.

Type I.D (planche II,I.D)

Ce fossile rappelle une carapace de petit crustacé. La longueur du corps varie de 0,67 à 0,85 mm et la largeur de 0,85 à 1,5 mm incluant les appendices arqués de chaque côté. La forme est très caractéristique: le corps large possède à la partie avant deux genres de petites pattes (les appendices arqués) d'environ 0,65 mm de longueur qui le longent et le dépassent vers l'arrière de 0,15 à 0,2 mm.

Ce Type a été trouvé dans la partie inférieure de la section, à 90 centimètres de profondeur et plus.

Type I.E

Fossile ressemblant à un aile avec une partie basale plutôt carrée (moy. 0,5 mm large × 0,4 mm haut) servant probablement de point d'attache avec le corps. La seconde partie est allongée (0,95-1 mm long. × 0,33-0,43 mm large), arquée et légèrement renflée dans la partie supérieure avant de se terminer en pointe.

Ce fossile a été observé seulement dans la sous-zone Ib de la carotte.

Type I.F

Forme tubulaire très caractéristique avec un «tronc» principal des ramifications secondaires alternes ou groupées. Dimensions générales: longueur moy. de l'ensemble 0,7-1 mm, le «tronc»: 0,5-0,57 mm long. × 0,35-0,5 mm large et chaque ramification a une largeur variant de 0,16 à 0,25 mm.

Selon VAN GEEL (comm. pers.), ces fossiles constitueraient l'habitat de certains petits animaux marins et il serait très utile de les identifier.

Type I.G (planche II,I.G)

Invertébré oblong mais plat (0,47-0,62 mm long. × 0,32-0,4 mm large) ayant une extrémité arrondie et l'autre aplatie. La surface du corps est caractérisée par un pattern composé d'une superposition de plis verticaux et horizontaux ondulés et est marquée de petites perforations (diam. 2,5-4,6 µm).

Ce Type inconnu est concentré dans la sous-zone Ia de la section.