

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ÉVALUATION DES CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX DE LA
BAIE D'HUDSON ET DU BASSIN DE FOXE AU COURS DES DERNIERS SIÈCLES, À
PARTIR DE TRACEURS PALYNOLOGIQUES ET MICROPALÉONTOLOGIQUES

MÉMOIRE PRÉSENTÉ COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCE DE LA TERRE

PAR
STÉPHANIE LADOUCEUR

JANVIER 2008

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je tiens spécialement à remercier ma directrice, le Dr. Anne de Vernal, professeure au département des sciences de la Terre et directrice du GEOTOP, pour ses judicieux conseils ainsi que pour sa confiance accordée tout au long de ce projet. Je tiens à remercier mes deux co-directeurs, le Dr. Guy Bilodeau, professeur associé au département des sciences de la Terre, pour m'avoir transmis ses connaissances sur les foraminifères ainsi que pour sa confiance et son support moral et le Dr. Michel Starr, chercheur à l'Institut Maurice-Lamontagne à Mont-Joli, pour son aide en mer ainsi que pour sa disponibilité lors de mon passage à Rimouski.

Je remercie également Taoufik Radi, pour ses commentaires critiques et pour ses mille et uns conseils, Maryse Henry pour son aide dans la détermination des dinokystes et le traitement des données (en particulier, les fonctions de transfert !), Julie Leduc pour m'avoir transmis sa passion pour les foraminifères et m'avoir aidé à leur identification ainsi que Bianca Fréchette pour la détermination des pollen et des spores. J'aimerais aussi remercier Bassam Ghaleb pour les analyses de ^{210}Pb ainsi que Jennifer Lynn McKay, Agnieszka Adamowicz et Jean-François Hélie pour leur contribution aux analyses géochimiques et isotopiques.

Je tiens également à remercier mes collègues et amis, Marie-Hélène Veilleux, Isabelle Delainey, Annie Rouleau ainsi que la « p'tite gang du week-end » pour leur appui et leurs encouragements.

Enfin, je remercie énormément ma famille, mon père, ma mère, ma soeurette et mon beau-frère Dave ainsi que ma belle-famille pour leur soutien moral. Un énorme merci à mon conjoint, Ludovic Pichette, pour ses encouragements, sa grande patience et ses petites attentions toujours là aux bons moments.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
RÉSUMÉ.....	ix
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I	
MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	4
1.1 Sites d'échantillonnages.....	4
1.2 Analyses micropaléontologiques.....	4
1.3 Analyses géochimiques et isotopiques.....	7
1.4 Source des données hydrographiques.....	8
1.5 Analyses multivariées.....	8
1.6 Fonctions de transfert	13
CHAPITRE II	
DISTRIBUTION DES PALYNOMORPHES DANS LES SÉDIMENTS DE SURFACE...	15
2.1 Résultats.....	15
2.1.1 Concentration et assemblages des dinokystes.....	15
2.1.2 Analyses multivariées.....	21
2.1.3 Distribution des assemblages.....	25
2.2 Discussion : hétérogénéité spatio-temporelle des échantillons « modernes » de surface.....	29
CHAPITRE III	
SÉRIE CHRONOLOGIQUE DU SUD DE LA BAIE D'HUDSON.....	32
3.1 Stratigraphie de la carotte.....	32
3.2 Contenu micropaléontologique de la carotte.....	32
3.2.1 Les assemblages de palynomorphes.....	32
3.2.2 Les assemblages de dinokystes.....	35

3.2.3	Les assemblages sporo-polliniques.....	35
3.2.4	Les assemblages de foraminifères benthiques.....	38
3.2.5	$\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$ des tests de foraminifères.....	38
3.3	Discussion.....	41
3.3.1	Productivité primaire.....	41
3.3.2	Reconstitution des conditions hydrographiques.....	42
CHAPITRE IV		
	SÉRIE CHRONOLOGIQUE DU SUD OUEST DU BASSIN DE FOXE.....	45
4.1	Stratigraphie de la carotte.....	45
4.2	Contenu micropaléontologique de la carotte.....	45
4.2.1	Les assemblages de palynomorphes.....	45
4.2.2	Les assemblages de dinokystes.....	48
4.2.3	Les assemblages sporo-polliniques.....	48
4.2.4	Les assemblages de foraminifères benthiques.....	48
4.2.5	$\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$ des tests de foraminifères.....	52
4.3	Discussion: Reconstitution des conditions hydrographiques.....	52
CONCLUSIONS.....		56
BIBLIOGRAPHIE.....		58
ANNEXE		
TABLEAU DE COMPTAGE DES PALYNOMORPHES.....		63

LISTE DES FIGURES

FIGURE		PAGE
1.	Carte du réseau hydrographique de la baie d'Hudson et distribution de la salinité de surface durant l'été (juillet, août, septembre). Les valeurs de salinité sont issues d'une compilation de données enregistrées entre 1990 et 2001 (<i>World Ocean Atlas</i> , 2001).....	3
2.	Localisation des carottes boîtes 92028H-027 (☆) et MERICA-04/st.8 (★) et des échantillons de surface (pré-1990 ○ et post-2000 ●). Les flèches (→) illustrent la direction des courants de surface (adapté de Prinsenberg, 1986 et Drinkwater, 1990).....	5
3.	Profil de la température estivale (juillet, août, septembre) et de la salinité dans la colonne d'eau au site de carottage 92028H-027. Les barres horizontales correspondent à un écart type (1σ) autour de la moyenne. Les données acquises entre 1900 et 2001 sont compilées à partir du <i>World Ocean Atlas</i> (2001).....	11
4.	Profil de la température estivale (juillet, août, septembre) et de la salinité dans la colonne d'eau au site de carottage MERICA-04-08. Les barres horizontales correspondent à un écart type (1σ) autour de la moyenne. Les données acquises entre 1900 et 2001 sont compilées à partir du <i>World Ocean Atlas</i> (2001).....	12
5.	Abondance des palynomorphes marins (dinokystes.cm ⁻³) dans les sédiments de surface.....	16
6a.	Pourcentage des principales espèces de dinokystes autotrophes dans les sédiments de surface.....	17
6b.	Pourcentage des principales espèces de dinokystes hétérotrophes dans les sédiments de surface.....	18
7a.	Localisation des quatre différentes zones utilisées pour l'analyse comparative des échantillons de surface pré-1990 ○ et post-2000 ●.....	19
7b.	Diagramme résumé du pourcentage des espèces de dinokystes dans les échantillons de surface. Les zones correspondent à celles qui sont illustrées sur la figure 7a.....	20
8.	Résultats de l'analyse de redondance sur les échantillons pré-1990 (n=21): dispersion des taxons par rapport aux variables environnementales selon les axes 1 et 2 qui représentent respectivement 36,6 % et 16,8 % de la variance totale. Seulement les variables environnementales statistiquement significatives (P<0,05) sont présentées ici.....	23

9.	Résultats de l'analyse par correspondance sur les échantillons post-2000 (n=34): dispersion des taxons par rapport aux variables environnementales selon les axes 1 et 2 qui représentent respectivement 29,5 % et 15,4 % de la variance totale. Seulement les variables environnementales statistiquement significatives (P<0,05) sont présentées ici.....	24
10.	Résultats de correspondance canonique à partir de l'ensemble de données (échantillons pré-1990 et post-2000; n=55): dispersion des taxons par rapport aux variables environnementales selon les axes 1 et 2 qui représentent respectivement 33,9 % et 18,9 % de la variance totale. Seulement les variables environnementales statistiquement significatives (P<0,05) sont présentées ici.....	26
11a.	Illustration de la pondération des échantillons de surface par rapport aux axes 1 et 2 et distribution des zones d'assemblages 1 à 4 dans l'espace géographique (cf. figure 10). Chaque échantillon (pré-1990 ○ et post-2000 ●) est représenté par un numéro (cf. figure 11b).....	27
11b.	Pourcentage des principaux taxons de dinokystes dans les échantillons de surface (55 sites). Les barres blanches indiquent les échantillons pré-1990 et les barres noires, les échantillons post-2000. Les zones correspondent à celles définies sur la figure 11a.....	28
12.	Variation de la durée de la glace de mer entre 1954 et 2003 (<i>National Snow and Ice Data Center</i>) par région. Chaque région correspond à une des quatre zones définies sur la figure 11a.....	31
13.	Contenu géochimique et isotopique de la carotte boîte HU-92028H-027.....	33
14.	Abondance des palynomorphes marins et terrestres (dinokystes et pollen), rapport dinokystes/pollen, abondance des foraminifères benthiques (réseaux organiques et tests de foraminifères) de la carotte boîte 92028H-027. Les concentrations sont exprimées en valeur logarithmique.....	34
15.	Pourcentage des principaux taxons de dinokystes dans la carotte boîte 92028H-027.....	36
16.	Pourcentage de taxons sporo-polliniques par rapport à la somme pollinique dans la carotte boîte 92028H-027 et proportion de pollen de taxons non arborescents (PNA).....	37
17.	Pourcentage des principales espèces de foraminifères benthiques carbonatés et agglutinants, dans la carotte boîte 92028H-027.....	39
18.	Teneurs en $\delta^{18}\text{O}$ et en $\delta^{13}\text{C}$ des tests de <i>Islandiella norcrossi</i> et pourcentage de sables grossiers dans la carotte 92028H-027.....	40

19. Reconstitution des conditions de surface du sud est de la baie d'Hudson réalisée à partir de la méthode des meilleurs analogues. Le trait en caractère gras évoque la valeur la plus probable, calculée à partir de 5 analogues, et les traits fins indiquent les maximum et minimum possibles.....43
20. Contenu géochimique et isotopique de la carotte boîte MERICA-04/st.8.....46
21. Abondance des palynomorphes marins et terrestres (dinokystes et pollen), rapport dinokystes/pollen, abondance des foraminifères benthiques (réseaux organiques et tests de foraminifères) de la carotte boîte MERICA-04/st.8. Les concentrations sont exprimées en valeur logarithmique.....47
22. Pourcentage des principaux taxons de dinokystes dans la carotte boîte MERICA-04/st.8.....49
23. Pourcentage de taxons sporo-polliniques par rapport à la somme pollinique dans la carotte boîte MERICA-04/st.8 et proportion de pollen de taxons non arborescents (PNA).....50
24. Pourcentage des principales espèces de foraminifères benthiques carbonatés et agglutinants, dans la carotte boîte MERICA-04-08 ainsi que le pourcentage de foraminifères vivants.....51
25. Diagramme des teneurs en $\delta^{18}\text{O}$ et en $\delta^{13}\text{C}$ des tests de *Islandiella norcrossi* et pourcentage de sables grossiers dans la carotte MERICA-04/st.8.....53
26. Reconstitution des conditions de surface du sud du Bassin de Foxe réalisée à partir de la méthode des meilleurs analogues. Le trait en caractère gras évoque la valeur la plus probable, calculée à partir de 5 analogues, et les traits fins indiquent les maximum et minimum possibles.....54

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU	PAGE
1. Localisation des échantillons de surface, zone à laquelle ils appartiennent, type de prélèvement, température et salinité de surface ainsi que durée du couvert de glace par année, nombre de dinokystes comptés et concentration des dinokystes.....	9 et 10
2. Résultats des tests de Khi carré (χ^2) pour les zones A, B, C, D.....	22

RÉSUMÉ

Les hautes latitudes sont des zones particulièrement sensibles vis-à-vis des changements climatiques. En dépit de ses dimensions importantes à l'échelle de l'est du Canada, la baie d'Hudson est un bassin des hautes latitudes mal connu pour ce qui concerne les variations climatiques et hydrographiques à des échelles de temps séculaires ou millénaires. On a donc ainsi souhaité développer des séries chronologiques et biostratigraphiques afin d'évaluer les changements hydroclimatiques et de productivité au cours des derniers siècles dans la baie d'Hudson.

Des analyses micropaléontologiques, géochimiques et isotopiques ont été réalisées sur deux carottes de sédiments marins situées dans le sud est de la baie d'Hudson (HU-92028H-027) et le bassin de Foxe (MERICA-04-08). Des mesures de ^{210}Pb indiquent une vitesse de sédimentation de $0,26 \text{ cm.an}^{-1}$ dans la carotte du sud est de la baie d'Hudson et de $0,1 \text{ cm.an}^{-1}$ dans celle du bassin de Foxe.

Dans le sud est de la baie d'Hudson, les concentrations de palynomorphes et les assemblages de dinokystes évoquent une augmentation de la productivité primaire au cours du dernier siècle. La reconstitution des conditions hydrographiques de surface indique un optimum thermique à la fin du 19^e siècle, début du 20^e siècle. De plus, les assemblages de foraminifères benthiques et leur composition isotopique indiquent une augmentation de la salinité dès les années 1960, dans la couche d'eau de fond. Dans le bassin de Foxe, en revanche, les différents traceurs semblent indiquer des conditions stables tant en surface qu'en profondeur.

Des analyses palynologiques ont été réalisées sur des sédiments de surface provenant de 55 stations échantillonnées lors de missions réalisées entre les années 1987 et 2005. Les échantillons de surface nous permettent d'évaluer les différences de la répartition spatiale des assemblages de dinokystes dans la baie d'Hudson, dans le détroit d'Hudson et dans le bassin de Foxe entre les années 1980 et 2000. L'abondance des palynomorphes dans les sédiments de surface varie entre 200 et 42 000 kystes.cm⁻³, les concentrations les plus élevées se situant dans la zone sud est de la baie d'Hudson où les flux de dinokystes semblent plus élevés dans les années 1980 que dans les années 2000. Les assemblages de dinokystes montrent une forte dominance des taxons hétérotrophes (*Brigantedinium* spp., *Islandinium minutum*, *Islandinium? cezare* et *Selenopemphix quanta*) associés à de faibles températures et à une durée saisonnière élevée de la couverture de glace de mer dans le bassin de Foxe et le détroit d'Hudson tandis que les taxons autotrophes (*Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites elongatus*, *Spiniferites ramosus*, *Spiniferites* spp., *Impagidinium pallidum* et *Pentapharsodinium dalei*) dominant dans le sud est de la baie et sont associés à des températures plus élevées et à une forte productivité. Le centre ouest de la baie se caractérise par des assemblages de dinokystes indiquant des conditions plus clémentes et une productivité plus élevée dans les années 1980 que dans les années 2000.

Mots clés : Baie d'Hudson, palynologie, dinokystes, foraminifères benthiques.

INTRODUCTION

La baie d'Hudson est une vaste mer intérieure, d'une superficie de 800 000 km² (e.g., Prinsenberg, 1984; Saucier *et al.*, 2004) et dont la profondeur n'excède pas 250 mètres (Leslie, 1963, 1964; Martini, 1986; Bilodeau *et al.*, 1990; Saucier *et al.*, 2004). Il s'agit d'un bassin alimenté en eaux douces par de nombreuses rivières, surtout localisées dans le sud, qui représentent un débit de 23 000 m³/s (Déry *et al.*, 2005; figure 1). Par ailleurs, la baie d'Hudson se caractérise par la pénétration d'eaux atlantiques, via le détroit d'Hudson, et d'eaux arctiques via l'archipel de l'Arctique Canadien. Ainsi les masses d'eau de la baie d'Hudson résultent d'un mélange entre 3 pôles rendant compte de forts gradients de salinité du sud vers le nord et d'une forte stratification verticale. En été, la baie d'Hudson se caractérise par une pycnocline située entre 5 et 25 mètres de profondeur (Bursa, 1968; Prinsenberg, 1984; Roff et Legendre 1986). Sous la pycnocline, les eaux profondes de la baie enregistrent de faibles températures d'environ -1,5 °C (Barber, 1968; Bilodeau *et al.*, 1990) et une salinité variant entre 30 et 33,7 psu (Grainger, 1968; Pett et Roff, 1982). En surface, la température peut atteindre 12 °C en été dans le secteur sud (Barber, 1968; Roff et Legendre, 1986; *World Ocean Atlas*, 2001). La salinité enregistre un fort gradient latitudinal et de la côte vers le large. Elle est maximale dans le centre et le nord est de la baie où elle atteint près de 30 psu (Grainger, 1968; Barber, 1968 ; Prinsenberg, 1986). En hiver, le refroidissement de surface entraîne la formation d'un couvert de glace de mer pendant près de 8 mois par année. Le gel de l'eau de surface et le développement de glace de mer s'accompagne de la formation de saumure et d'un mélange vertical des masses d'eau. Les masses d'eau sont animées d'un courant cyclonique et les temps de séjour sont de l'ordre de l'année en surface (Prinsenberg, 1986; Saucier *et al.*, 2004) et de 4 à 14 ans en profondeur (Pett et Roff, 1982). La baie d'Hudson est ainsi un milieu épicontinental dépendant fortement des conditions hydrologiques et climatiques régionales.

Dans le cadre de la présente étude, nous visons à retracer l'histoire hydrographique et climatique de la baie d'Hudson et du bassin de Foxe au cours des derniers siècles, à partir de l'analyse micropaléontologique de sédiments carottés par boîte dans le sud est de la baie (HU-92028H-027) ainsi que dans le sud ouest du bassin de Foxe (MERICA-04-08) (figure

2). On a utilisé principalement les assemblages de dinokystes qui sont bien préservés dans le sédiment et constituent de bons traceurs des conditions hydrographiques de surface. Les dinokystes permettent en effet de reconstituer les températures et salinités estivales et la durée du couvert de glace de mer (de Vernal *et al.*, 2001, 2005). On a également utilisé les assemblages de foraminifères benthiques comme traceurs des conditions de fond ainsi que la composition isotopique de leur test carbonaté qui livre des informations complémentaires sur la salinité et la température de la masse d'eau qu'ils occupent (*e.g.*, Shackleton, 1974; Hillaire-Marcel *et al.*, 2001).

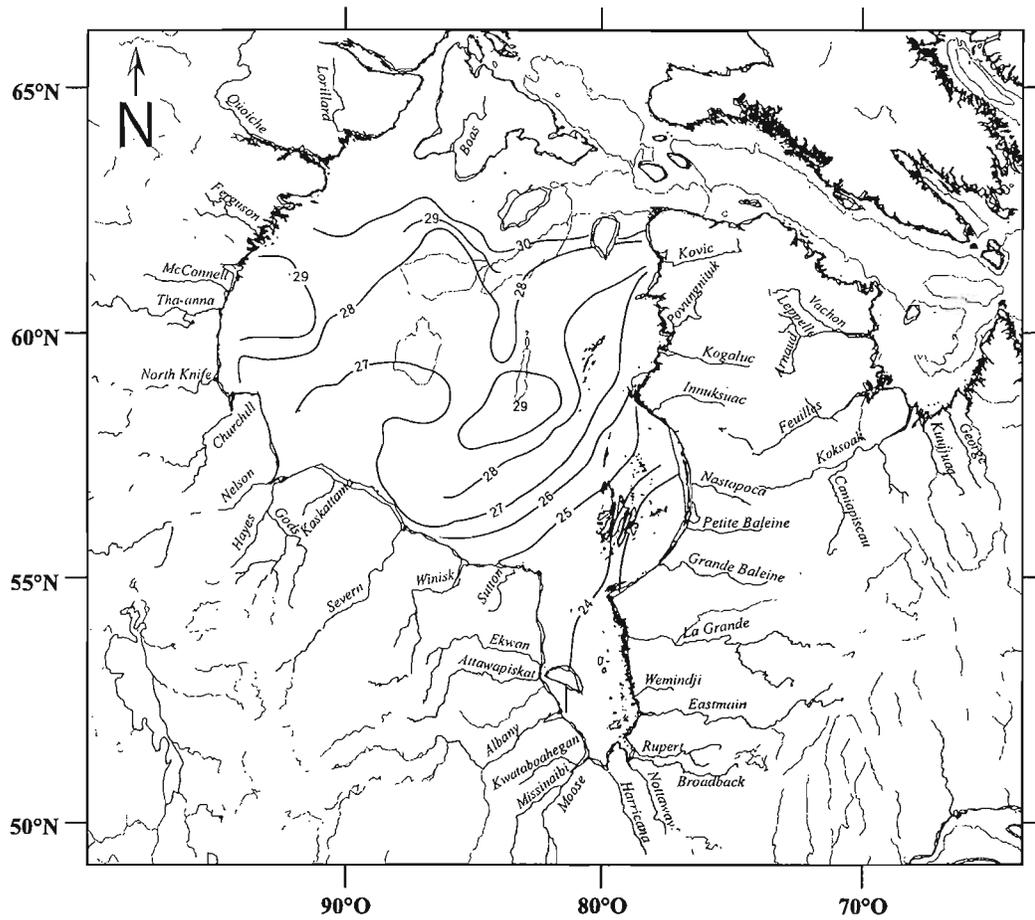


Figure 1. Carte du réseau hydrographique de la baie d'Hudson et distribution de la salinité de surface durant l'été (juillet, août, septembre). Les valeurs de salinité sont issues d'une compilation de données enregistrées entre 1990 et 2001 (*World Ocean Atlas*, 2001).

CHAPITRE I

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1 Sites d'échantillonnage

La carotte boîte HU-92028H-027 (HU27) a été prélevée en 1992 à l'aide d'un carottier à boîte sous une profondeur d'eau de 79 m (55°15.79' N, 77°53.45' O). Elle se situe dans le sud est de la baie d'Hudson, en aval de l'estuaire de la Grande Rivière de la Baleine (figure 2). La carotte boîte MERICA-04-08 (M08), située dans le sud du bassin de Foxe, a été prélevée en 2004 à l'aide d'un carottier à boîte sous une profondeur d'eau de 430 m (65°08.30' N, 81°20.30' O) (figure 2). La carotte boîte HU27, d'une longueur de 41 cm, a été sous échantillonnée selon des intervalles de 1 cm et la carotte boîte M08, d'une longueur de 34 cm, a été sous échantillonnée selon des intervalles de 2 cm aux fins d'analyses palynologiques (dinokystes, pollen et spores, réseaux organiques de foraminifères), microfaunistiques (foraminifères benthiques), géochimiques (carbone organique, azote totale, carbonate de calcium) et isotopiques ($\delta^{13}\text{C}$ du carbone organique, $\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$ dans foraminifères benthiques). De plus, 55 échantillons de surface provenant de la partie sommitale de carottes boîtes récoltées dans la baie d'Hudson, dans le détroit d'Hudson et dans le bassin de Foxe au cours des 20 dernières années (1987 à 2005), ont fait l'objet d'analyses palynologiques afin d'établir le patron de distribution des palynomorphes marins en relation avec les paramètres physico-chimiques des eaux de surface (figure 2; tableau 1). Les données ont été intégrées à la base de données de référence des assemblages de dinokystes qui est archivée au GEOTOP (*cf.* de Vernal *et al.*, 2005; http://www.unites.uqam.ca/geotop/monographie_n940/eng/index.shtml).

1.2 Analyses micropaléontologiques

Le mode de préparation des échantillons de sédiment pour l'analyse palynologique a été effectué en suivant le protocole décrit par de Vernal *et al.* (1999). Dans un premier temps, 5 cm³ de sédiments humides ont été mesurés par déplacement d'eau et pesés après mise à sec. Un premier tamisage à 10 μm et 106 μm a été réalisé afin d'éliminer toutes les

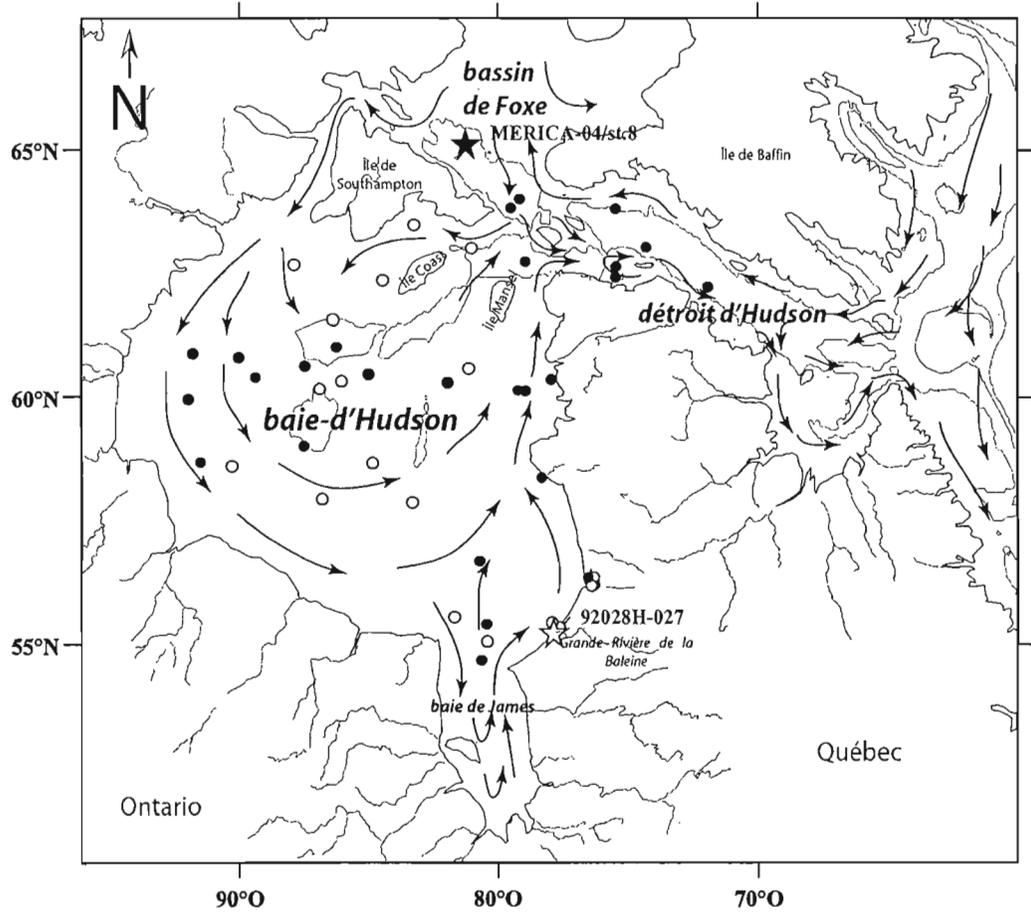


Figure 2. Localisation des carottes boîtes 92028H-027 (☆) et MERICA-04/st.8 (★) et des échantillons de surface (pré-1990 ○ et post-2000 ●). Les flèches (→) illustrent la direction des courants de surface (adapté de Prinsenber, 1986 et Drinkwater, 1990).

particules fines (<10 µm) et grossières (>106 µm). Une capsule de spores de *Lycopodium* est introduite dans chacun des échantillons, aux fins de calcul ultérieur des concentrations (Matthews, 1969). La fraction grossière (>106 µm) a été conservée aux fins d'analyses des tests de foraminifères à la loupe binoculaire. La fraction fine (<10 µm) a été séchée et servira éventuellement à l'analyse des argiles. La fraction comprise entre 10 µm et 106 µm est traitée à l'acide chlorhydrique (HCl-10 %) afin de dissoudre les particules carbonatées, puis à l'acide fluorhydrique (HF-49 %) pour dissoudre les particules siliceuses. Suite aux traitements chimiques, le résidu est soumis à un deuxième tamisage sur un tamis de 10 µm afin de bien nettoyer le matériel à analyser. Celui-ci est ensuite monté entre lame et lamelle dans de la glycérine en gelée et observé au microscope optique en lumière transmise selon un grossissement de 400x. Les kystes de dinoflagellés et les grains de pollen ont été identifiés au niveau de l'espèce ou du genre et dénombrés de façon systématique dans chaque échantillon. Les spores de ptéridophytes et de sphaigne ainsi que les réseaux organiques de foraminifères ont aussi été dénombrés. Les concentrations de palynomorphes ont été calculées à partir du dénombrement des grains marqueurs (spores de lycopodes) selon la méthode proposée par Matthews (1969). La reproductibilité analytique de cette méthode est de l'ordre de $\pm 10\%$ pour un intervalle de confiance de 0,95 (de Vernal *et al.*, 1987). Les assemblages de dinokystes ont fait l'objet d'une attention particulière et les résultats sont présentés sous forme de diagramme de pourcentage. Les assemblages de pollen et de spores ont également servi à établir des diagrammes de pourcentage synthèse selon une représentation au niveau du genre ou de la famille. Les dénombrements détaillés sont présentés dans les annexes 1 à 4. La nomenclature est la même que celle utilisée pour la base de données des dinokystes de l'hémisphère Nord (*cf.* de Vernal *et al.*, 2005).

La fraction grossière (>106 µm) issue du premier tamisage a été pesée et observée sous la loupe binoculaire pour le dénombrement des foraminifères benthiques. Tous les tests de foraminifères benthiques à tests calcaires et agglutinants ont été prélevés, identifiés et dénombrés. La nomenclature utilisée est la même que celle de Rodrigues (1980). Une solution de rose bengal (2 g de rose bengal en poudre dans un litre d'éthanol) a été ajoutée à un aliquote lors de l'échantillonnage de la carotte M08 afin d'identifier les individus vivants dans le sédiment. Les résultats sont présentés sous forme de diagramme de concentration.

(nombre.cm⁻³) et de pourcentage des taxons les plus abondants. Les résultats détaillés sont présentés dans les annexes 5 et 6.

1.3 Analyses géochimiques et isotopiques

Les teneurs en carbone organique (C_{org}), inorganique (C_{inorg}) et en azote (N), ont été mesurées en deux étapes avec un analyseur élémentaire de type Carlo-ErbaTM. Dans chaque échantillon, 1 à 2 cm³ de sédiment humide a été séché et broyé puis divisé en deux aliquotes. Un aliquote séché non traité a été analysé pour évaluer la teneur en carbone et en azote total. L'autre aliquote a été traité au HCl 1N afin de dissoudre les carbonates et de déterminer la teneur en carbone organique. Les teneurs en carbone organique et inorganique et leur équivalent en CaCO₃ sont exprimées par rapport au poids sec du sédiment initial. Les données présentées sont le résultat de deux séries d'analyses. La reproductibilité analytique relative (1σ), telle que déterminée à partir d'analyses répétées de standards, est de l'ordre de ± 5 % (Hillaire-Marcel *et al.*, 1994).

L'analyse de la teneur en ¹³C de la matière organique a été réalisée à partir d'un analyseur élémentaire de type Carlo-ErbaTM en ligne avec un spectromètre de masse de type IsoprimeTM. Les teneurs en ¹³C ont été mesurées sur la partie aliquote des échantillons traités au HCl 1N. Les résultats sont exprimés en unité δ en référence à l'étalon international V-PDB (Vienna Pee Dee Belemnite; Coplen-Tyler, 1995). La reproductibilité analytique globale (1σ), telle que déterminée à partir d'analyses répétées de standards, est de l'ordre de ± 0,1 ‰.

L'analyse des teneurs en ¹⁸O et en ¹³C sur les foraminifères benthiques a été réalisée sur un spectromètre de masse IsoprimeTM en mode de double injection avec un système de préparation MulticarbTM. Les analyses isotopiques ont été réalisées sur les tests (~ 8 spécimens) de *Islandiella norcrossi* prélevés de la fraction supérieure à 106 μm. *Islandiella norcrossi* a été sélectionné car il est dominant sur l'ensemble des carottes. Il est typique des milieux arctiques (Cushman, 1933; Leslie, 1965; Todd et Low, 1967; Wagner, 1968). Les résultats sont rapportés en unité δ par rapport à l'étalon V-PDB (Coplen-Tyler, 1995). La reproductibilité analytique a été établie à environ ± 0,05 ‰, à partir des résultats obtenus sur des standards internes (UQ6a) avec chaque série d'échantillons.

1.4 Source des données hydrographiques

Les données de surface pour la température et la salinité sont issues d'une compilation des données acquises entre 1900 et 2001 (*World Ocean Atlas*, 2001). La compilation est faite selon un périmètre de 30 miles nautiques autour de chaque site et correspond à la surface. La température de la couche de surface varie en moyenne entre 2 et 9 °C dans la baie d'Hudson et entre 0 et 3 °C dans le bassin de Foxe et le détroit d'Hudson (*cf.* tableau 1). Les salinités de la couche de surface varient entre 17 et 32 psu selon un gradient latitudinal du sud vers le nord. Dans le bassin de Foxe et le détroit d'Hudson, la salinité s'établit entre 29 et 33 psu.

Les profils verticaux de la colonne d'eau au site de prélèvement de la carotte boîte HU27 montrent des valeurs de température qui diminuent en profondeur (~ 100 m) passant de 8,5 à -1,5 °C alors que les valeurs de salinité augmentent de 18 à 32 psu (figure 3). La colonne d'eau située à l'emplacement de la carotte boîte M08 présente un profil de température qui varie dans les premiers 250 mètres entre -0,25 et 0,75 °C. Entre 250 et 300 mètres, les valeurs de température diminuent de ± 2 °C passant de 0 à -2 °C. Les valeurs de salinité augmentent avec la profondeur, de 29,5 à 34 psu (~ 300 m) (figure 4).

La couverture de glace de mer est calculée à partir de la compilation des données fournies par le *National Snow and Ice Data Center* à Boulder. Il s'agit de moyennes des années 1954 à 2003 exprimées en nombre de mois par an avec plus de 50 % de couverture de glace. Dans la baie d'Hudson, la glace de mer s'étend de 6 à 8 mois par an (*cf.* tableau 1). Dans le bassin de Foxe et le détroit d'Hudson, la glace de mer se développe de 7 à 9 mois par an.

1.5 Analyses multivariées

Des analyses statistiques ont été réalisées à partir du logiciel CANOCO pour Windows 4.0. (ter Braak et Smilauer, 1998) afin de vérifier l'uniformité des assemblages de dinokystes dans les sédiments de surface de la baie d'Hudson et d'établir des relations avec les conditions hydrographiques et de productivité. Ainsi, une analyse par correspondance canonique a été réalisée sur les données de dinokystes des sédiments de surface (55 sites et 9 taxons) avec quatre paramètres environnementaux : température (SST) et salinité (SSS) d'été

Tableau 1. Localisation des échantillons de surface, zone à laquelle ils appartiennent, type de prélèvement, température et salinité de surface ainsi que durée du couvert de glace par année, nombre de dinokystes comptés et concentration des dinokystes.

Site	Zone (cf. figure 5a, b et 11a, b)	Année de la campagne	Numéro de laboratoire	Type de prélèvement	Latitude	Longitude	Profondeur d'eau (m)	Température en été (°C) (<1990)	Température en été (°C) (>2000)	Salinité en été (<1990)	Salinité en été (>2000)	Glace de mer (<1990)	Glace de mer (>2000)	Kystes de dinoflagellée comptés	Concentration de kystes de dinoflagellé (nb.cm-3)
Hudson-87028-001	1	1987	UQP-225-1A-B	carottier à gravité	63°01.54'N	81°04.91'O	273	3,84 ±2,34	4,97 ±0,43	30,38 ±0,96	30,27 ±0,12	7,5 ±0,7	6,9 ±0,8	652	3354
Hudson-87028-001	1	1987	UQP-225-1B	carottier à gravité	63°01.54'N	81°04.91'O	273	3,84 ±2,34	4,97 ±0,44	30,38 ±0,96	30,27 ±0,13	7,5 ±0,71	6,9 ±0,8	410	3546
Hudson-87028-006	1	1987	UQP-225-2	Berne	63°29.90'N	83°16.41'O	95	3,69 ±2,34	5,38 ±0,79	30,91 ±1,01	30,25 ±0,28	7,3 ±0,8	7,1 ±0,6	498	4012
Hudson-87028-011	2	1987	UQP-225-3	Berne	62°21.90'N	84°28.00'O	51	6,28 ±1,67		29,77 ±1,10		7,4 ±0,7	7,1 ±0,5	442	3968
Hudson-87028-015	A et 2	1987	UQP-225-4	Berne	61°35.47'N	86°19.30'O	214	6,33 ±2,22		28,77 ±0,88		7,4 ±0,7	7 ±0,6	455	5699
Hudson-87028-017	2	1987	UQP-225-5	Berne	62°41.50'N	87°44.40'O	95	6,05 ±1,61	5,11 ±0	30,16 ±1,53	31,05 ±0	6,8 ±0,8	6,6 ±0,6	457	2290
Hudson-87028-028	B et 3	1987	UQP-225-6	Berne	60°36.50'N	81°11.00'O	180	6,91 ±3,10		28,69 ±0,93		7,2 ±0,9	6,6 ±0,7	393	2322
Hudson-87028-033	A et 2	1987	UQP-226-1	Berne	60°11.80'N	86°51.29'O	199	7,16 ±2,13		28,92 ±1,19		7,6 ±0,6	7 ±1	415	2612
Hudson-87028-035	A et 2	1987	UQP-226-2	Berne	60°21.50'N	86°02.00'O	183	6,82 ±2,24		28,14 ±2,60		7,7 ±0,6	7,1 ±0,8	319	1252
Hudson-87028-039	2	1987	UQP-226-3	Berne	58°42.50'N	84°51.00'O	91	7,13 ±2,14		29,12 ±1,09		7,5 ±0,7	7,1 ±0,8	313	2313
Hudson-87028-041	5	1987	UQP-226-4	Berne	57°54.10'N	83°20.10'O	182	7,4 ±0,87		28,76 ±0,86		7,3 ±0,7	7 ±0,8	513	31670
Hudson-87028-048	3	1987	UQP-226-5	Berne	55°22.60'N	77°40.70'O	159	7,57 ±1,76	10,37 ±2,94	23,22 ±2,12	10,89 ±12,37	6,3 ±0,7	5,7 ±0,7	525	39852
Hudson-87028-069	5	1987	UQP-310-6	carottier à gravité	55°28.60'N	77°57.80'O	165	7,58 ±1,77	10,37 ±2,95	23,4 ±2	10,89 ±12,38	6,3 ±0,7	5,7 ±0,7	343	13575
Hudson-87028-074	D et 4	1987	UQP-315-5	Berne	55°06.10'N	80°29.70'O	95	6,42 ±1,94	8,28 ±0,77	24,34 ±1,68	24,47 ±0,86	7 ±0,8	6,3 ±0,7	485	25336
Hudson-87028-078	D et 4	1987	UQP-315-6	Berne	55°35.50'N	81°45.30'O	77	5,04 ±2,15	8,05 ±0,23	25,52 ±1,6	26,32 ±1,88	7,3 ±0,8	6,6 ±0,9	525	41555
Hudson-87028-087	C et 2	1987	UQP-319-6	Berne	57°58.40'N	86°46.30'O	119	5,58 ±1,30		28,88 ±1,26		7,6 ±0,6	7,1 ±0,9	509	33042
Hudson-87028-090	C et 2	1987	UQP-327-6	carottier à gravité	58°39.23'N	90°17.09'O		3,81 ±2,16		27,04 ±3,23		7,4 ±0,8	6,1 ±1,1	527	43016
Richtm.-88 A8	4	1988	UQP-307-6	carottier à gravité	56°14.50'N	76°22.00'O	105	8,26 ±2,42	6,23 ±0,63	23,27 ±4,65	27,35 ±0,11	7,1 ±0,8	6 ±1,1	500	9603
Richtm.-88 10	4	1988	UQP-309-1	carottier à gravité	56°23.50'N	76°22.00'O	55	8,17 ±2,44	6,23 ±0,64	23,21 ±4,77	27,35 ±0,12	7,1 ±0,8	6 ±1,1	513	7362
Richtm.-88 14b	4	1988	UQP-309-2	carottier à gravité	56°13.00'N	76°22.00'O	121	8,28 ±2,39	6,23 ±0,65	23,53 ±4,41	27,35 ±0,13	7,1 ±0,8	6 ±1,1	522	12985
Hudson-92028H-027 *	4	1992	UQP-1792-1	carottier boîte	56°15.79'N	77°53.45'O	79	7,45 ±1,83	10,37 ±2,94	23,22 ±2,08	10,89 ±12,37	7,1 ±0,8	6 ±1,1	355	29720
Mérida-03-A	3	2003	UQP-1965-1	carottier boîte	60°09.99'N	79°00.07'O	129	8,76 ±2,63	8,4 ±0,56	27,36 ±1,34	27,98 ±0	7 ±0,9	6,4 ±0,9	500	20149
Mérida-03-B	3	2003	UQP-1965-3	carottier boîte	60°20.18'N	81°59.99'O	156	6,56 ±3,32		28,61 ±0,77		7,2 ±0,9	6,6 ±0,7	545	23280
Mérida-03-C	2	2003	UQP-1965-4	carottier boîte	60°30.06'N	85°00.05'O	190	6,63 ±2,77		29,39 ±0,69		7,7 ±0,6	7,1 ±0,8	314	976
Mérida-03-04 berne	2	2003	UQP-1965-6	Berne	60°50.32'N	87°26.96'O	205	6,23 ±1,76		28,12 ±2,62		7,6 ±0,6	7,1 ±0,7	313	1114
Mérida-03-04 carotte	2	2003	UQP-1966-1	carottier boîte	60°50.32'N	87°26.96'O	204	6,23 ±1,76		28,12 ±2,62		7,5 ±0,7	6,9 ±0,7	315	960
Mérida-03-05	2	2003	UQP-1966-2	carottier boîte	60°50.32'N	90°00.69'O	128	5,57 ±1,68		29,13 ±1,46		7,5 ±0,7	6,9 ±0,7	308	2924
Mérida-03-06	2	2003	UQP-1966-3	carottier boîte	60°55.10'N	91°46.60'O	120	6,12 ±1,76		29,66 ±1,51		7,6 ±0,9	6,7 ±0,7	313	1727
Mérida-03-08	1	2003	UQP-1966-4	carottier boîte	65°08.68'N	81°20.70'O	445	0,74 ±0,97		29,44 ±3,35		9,2 ±1,2	8 ±0,9	311	2214
Mérida-03-11	1	2003	UQP-1966-5	Berne	62°39.68'N	75°29.48'O	238	2,62 ±1,51	4,42 ±0	29,74 ±1,25	29,01 ±0	7,4 ±0,9	6,4 ±0,9	362	2394
Mérida-03-17	1	2003	UQP-1966-6	Berne	63°50.01'N	75°30.01'O	242	1,45 ±1,15		32,3 ±0,42		7,4 ±0,9	6,4 ±0,9	320	899
Mérida-03-18	1	2003	UQP-1968-1	Berne	62°26.47'N	75°29.89'O	218	2,92 ±1,73	4,42 ±0	29,6 ±1,29	29,01 ±0	7,4 ±0,9	6,4 ±0,9	350	5051
Mérida-03-19	1	2003	UQP-1968-2	Berne	63°51.17'N	79°33.42'O	319	1,73 ±1,47		30,56 ±1,01		8,6 ±1,1	7,7 ±1,1	332	885
Mérida-04-01	5	2004	UQP-2211-1	carottier boîte	60°10.00'N	79°00.00'O	134	8,76 ±2,63	8,4 ±0,56	27,36 ±1,34	27,98 ±0	7,4 ±0,8	6,1 ±1,1	350	14001
Mérida-04-02	B et 3	2004	UQP-2211-2	carottier boîte	60°20.00'N	82°00.00'O	160	6,87 ±3,22		28,61 ±0,77		7,4 ±0,8	6,1 ±1,1	319	2729
Mérida-04-03	A et 2	2004	U2211-3QP-	carottier boîte	60°30.00'N	85°00.00'O	194	6,63 ±2,77		29,39 ±0,69		7,4 ±0,8	6,1 ±1,1	50	441
Mérida-04-04	A et 2	2004	UQP-2211-4	carottier boîte	60°39.80'N	87°27.00'O	205	6,23 ±1,76		28,12 ±2,62		8,2 ±1,3	6,1 ±1,1	193	709
Mérida-04-06	2	2004	UQP-2211-6	carottier boîte	60°55.00'N	91°47.00'O	120	6,12 ±1,76		29,66 ±1,51		7,4 ±0,8	6,1 ±1,1	92	1647

Tableau 1 (Suite).

Site	Zone (cf. figure 5a,b et 11a,b)	Année de la campagne	Numéro de laboratoire	Type de prélèvement	Latitude	Longitude	Profondeur d'eau (m)	Température en été (°C) (<1990)	Température en été (°C) (>2000)	Salinité en été (<1990)	Salinité en été (>2000)	Glace de mer (<1990)	Glace de mer (>2000)	Kystes de dinoflagellée comptés	Concentration de kystes de dinoflagellé (nb.cm-3)
Merica-04-08 *	1	2004	UQP-2101-1	carottier boîte	65°08.30'N	81°20.30'O	430	0,74 ±0,97		29,44 ±3,35		8,2 ±1,3	7,2 ±1,2	202	1598
Admansen0509-14	1	2005	UQP-2212-1	carottier boîte	62°14.88'N	71°54.90'O	345	3,09 ±0,96	2,51 ±0,13	31,15 ±0,93	30,81 ±0,09	8,2 ±1,3	6,1 ±1,1	219	1693
Admansen0509-15	1	2005	UQP-2212-2	carottier boîte	64°02.04'N	79°12.91'O	321	1,27 ±1,35		30,68 ±1,06		7,4 ±0,8	7,2 ±1,2	180	595
Admansen0509-17A	1	2005	UQP-2212-3	carottier boîte	62°45.43'N	79°00.04'O	395	3,43 ±2,3	5,8 ±0,49	30,04 ±1,73	28 ±0,3	7,4 ±0,8	7,2 ±1,2	325	3809
Admansen0509-18'	3	2005	UQP-2212-4	carottier boîte	60°10.98'N	79°17.59'O	153	8,84 ±2,56	8,4 ±0,56	27,45 ±1,29	27,98 ±0	7,1 ±0,8	6,1 ±1,1	345	7583
Admansen0509-19	3	2005	UQP-2212-5	carottier boîte	58°25.21'N	78°21.66'O	112	5,66 ±2,4	8,21 ±1,09	25,12 ±5,77	27,18 ±0,59	7,4 ±0,8	6,1 ±1,1	322	10979
Admansen0509-20	4	2005	UQP-2212-6	carottier boîte	56°23.12'N	76°34.91'O	104	7,99 ±2,6	6,23 ±0,63	23,36 ±4,57	27,35 ±0,11	7,1 ±0,8	6 ±1,1	372	25603
Admansen0509-Kuj	3	2005	UQP-2213-1	carottier boîte	55°24.15'N	77°58.64'O	119	8,05 ±2,26		27,16 ±2,62		7,1 ±0,8	6,1 ±1,1	316	19285
Admansen0509-21	D et 4	2005	UQP-2213-2	carottier boîte	54°43.00'N	80°43.71'W	100	7,01 ±1,86	8,12 ±0,92	23,83 ±1,49	23,74 ±0,09	7,1 ±0,8	6 ±1,1	333	15509
Admansen0509-B1-1	D et 4	2005	UQP-2213-3	carottier boîte	55°26.42'N	80°31.76'W	105	5,61 ±2,1	8,59 ±0,41	25,04 ±2,05	25,2 ±0,34	7,4 ±0,8	6 ±1,1	311	5401
Admansen0509-B1-2	D et 4	2005	UQP-2213-4	carottier boîte	56°43.21'N	80°48.44'W	176	6,14 ±1,97		26,41 ±0,94		7,4 ±0,8	6 ±1,1	322	6400
Admansen0509-23	C et 2	2005	UQP-2213-5	carottier boîte	59°03.29'N	87°29.44'W	203	4,74 ±1,59		28,65 ±2,34		7,4 ±0,8	6,1 ±1,1	65	255
Admansen0509-AN02-05	C et 2	2005	UQP-2213-6	carottier boîte	58°43.88'N	91°29.349'W	87	4,94 ±2,17		29,16 ±0,36		7,4 ±0,8	6,1 ±1,1	335	9881
Admansen0509-AN01-05	2	2005	UQP-2214-1	carottier boîte	59°59.94'N	91°58.35'W	116	5,77 ±1,86		28,78 ±3,19		7,4 ±0,8	6,1 ±1,1	313	2619
Admansen0509-26	2	2005	UQP-2214-2	carottier boîte	60°26.23'N	89°21.50'W	142	5,68 ±1,75		29,25 ±1,56		8,2 ±1,3	6,1 ±1,1	323	2278
Admansen0509-27	A et 2	2005	UQP-2214-3	carottier boîte	61°02.43'N	86°13.21'W	239	6,18 ±2,19		28,51 ±2,34		7,08 ±1,07	6,1 ±1,1	89	353
Admansen0509-28	3	2005	UQP-2214-4	carottier boîte	63°03.01'N	74°18.56'W	430	2,75 ±1		30,9 ±0,98		7,92 ±1,31	7,2 ±1,2	31	171

* Carottes boîtes étudiées en profondeur.

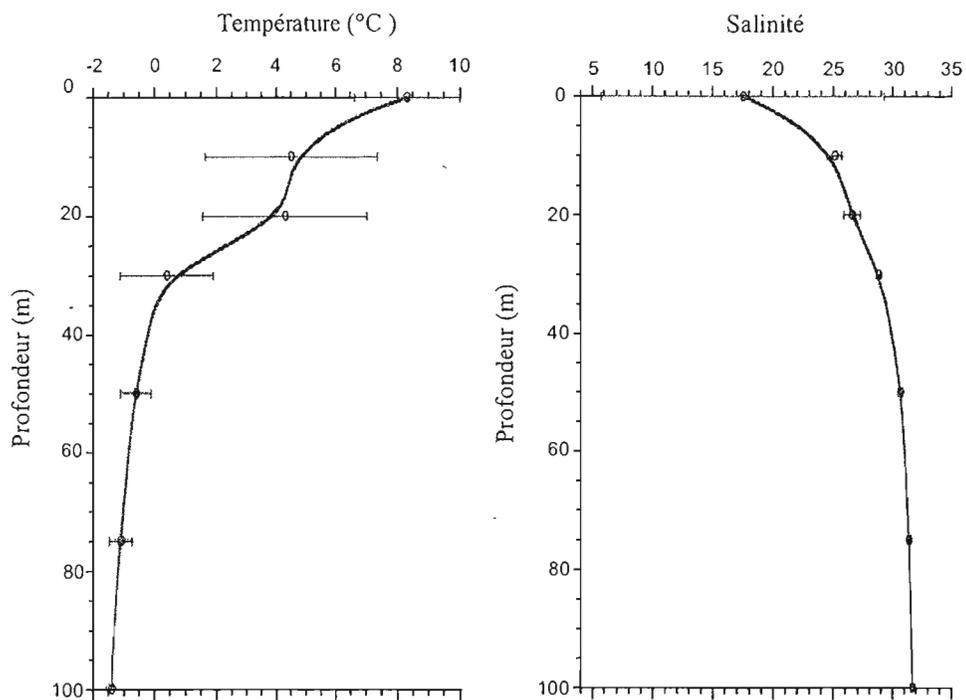


Figure 3. Profil de la température estivale (juillet, août, septembre) et de la salinité dans la colonne d'eau au site de carottage 92028H-027. Les barres horizontales correspondent à un écart type (1σ) autour de la moyenne. Les données acquises entre 1900 et 2001 sont compilées à partir du *World Ocean Atlas* (2001).

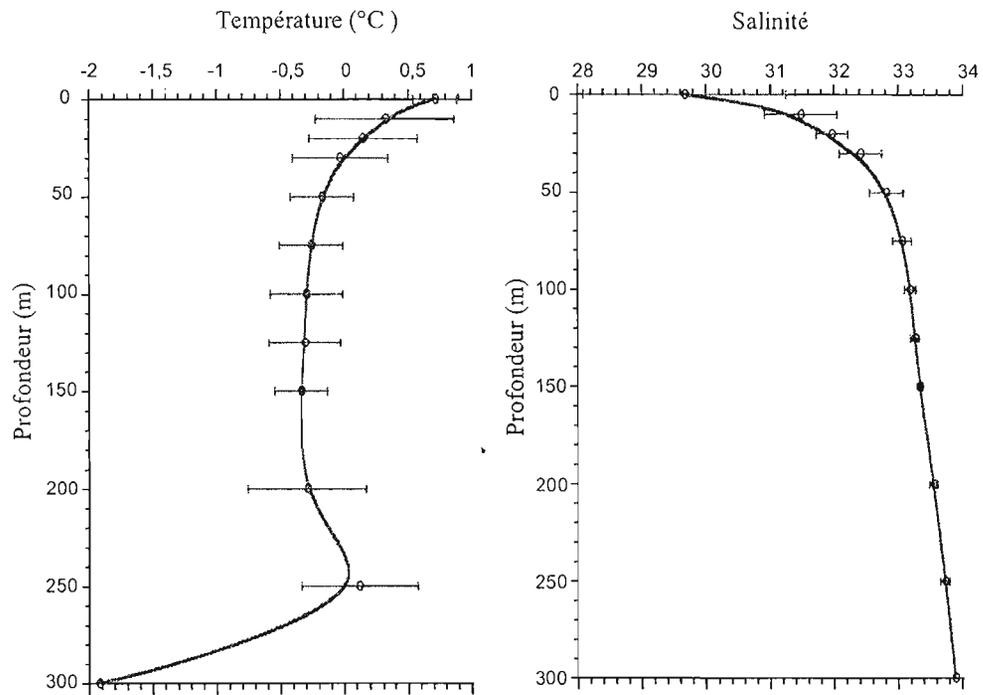


Figure 4. Profil de la température estivale (juillet, août, septembre) et de la salinité dans la colonne d'eau au site de carottage MERICA-04-08. Les barres horizontales correspondent à un écart type (1σ) autour de la moyenne. Les données acquises entre 1900 et 2001 sont compilées à partir du *World Ocean Atlas* (2001).

(juillet, août, septembre), productivité algale annuelle et durée saisonnière du couvert de glace de mer. Toutefois, pour vérifier l'uniformité des assemblages entre les deux principales périodes d'échantillonnages soit avant 1990 et après 2000, nous avons réalisé des analyses additionnelles. D'une part, une analyse de redondance a été effectuée sur les assemblages de dinokystes issus d'échantillons prélevés en 1987 (21 sites et 9 taxons), les températures et salinités mesurées entre 1930 et 1990, et les données de productivité représentatives de l'intervalle 1979-1986 (CZCS; Antoine *et al.*, 1996). D'autre part, les assemblages de dinokystes des sites échantillonnés après 2000 (34 sites et 9 taxons), les températures et salinités mesurées entre 1990 à 2003 et une mesure moyenne de la chlorophylle calculée à partir des données de productivité de 2002 à 2005 (MODIS; <http://modis.gsfc.nasa.gov/>) ont fait l'objet d'analyses par correspondance canonique.

La signification statistique de chacune des variables a été vérifiée par le test de permutation de Monte Carlo. Les variables environnementales sont considérées significatives lorsque la valeur P est inférieure à 0,05. Les variables environnementales considérées significatives sont illustrées par une ligne pleine alors que les variables non significatives (selon le test de Monte Carlo) sont représentées par des lignes pointillées (figure 8, 9 et 10).

1.6 Fonction de transfert

Des fonctions de transfert, basées sur la méthode des meilleurs analogues, ont été utilisées à partir des assemblages de dinokystes afin de reconstituer de façon quantitative les conditions océanographiques de surface. Les reconstitutions ont été faites à l'aide du logiciel PPPbase, développé par Guiot et Goeury (1996). La base de données utilisée compte 1189 sites de références des moyennes et hautes latitudes; il s'agit d'une mise à jour de la base de donnée $n=940$ publiée par de Vernal *et al.* en 2005. La base de données $n=1189$ sera disponible sous peu sur le site web du GEOTOP (www.geotop.uqam.ca). Pour les reconstitutions de la productivité primaire, nous avons utilisé la base de données de référence $n=1171$ et les données de productivité moderne de MODIS (*cf.* Radi et de Vernal, sous presse). La méthode des meilleurs analogues consiste à comparer les assemblages de dinokystes de la carotte avec ceux de la base de données moderne. Le degré de similarité entre les assemblages est défini à partir des données de fréquences relatives (pour mille) transformées en valeurs logarithmiques afin d'augmenter le poids des taxons

accompagnateurs. Les cinq meilleurs analogues sont ainsi identifiés et permettent de calculer une moyenne pondérée des conditions hydrographiques correspondantes. Les cinq meilleurs analogues permettent également de définir les minimum et maximum possible (voir de Vernal *et al.*, 2001 pour une description détaillée de la méthode). Les paramètres de surface reconstitués ici sont sur la température (SST) et la salinité (SSS) estivales (juillet, août, septembre), la durée saisonnière du couvert de glace de mer ainsi que la productivité primaire.

CHAPITRE II

DISTRIBUTION DES PALYNOMORPHES DANS LES SÉDIMENTS DE SURFACE

2.1 Résultats

2.1.1 Concentration et assemblages des dinokystes

L'abondance des palynomorphes dans les sédiments de surface varie entre 200 et 42 000 kystes.cm⁻³ (figure 5; tableau 1). Le centre de la baie d'Hudson présente des concentrations relativement faibles comparativement à la zone sud est qui enregistre les concentrations les plus élevées. Les taxons hétérotrophes, tels *Brigantedinium* spp., *Islandinium minutum*, *Islandinium? cezare* et *Selenopemphix quanta*, sont dominants dans le nord, soit dans le bassin de Foxe et le détroit d'Hudson (figure 6b). Une production élevée des diatomées correspondant à de fortes concentrations en chlorophylle *a* dans ces secteurs (Anderson et Roff, 1980; Harvey *et al.*, 1997) pourrait expliquer l'abondance de dinoflagellés hétérotrophes. Les taxons autotrophes *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites elongatus*, *Spiniferites ramosus*, *Spiniferites* spp. et *Impagidinium pallidum*, dominant dans la zone centrale de la baie (figure 6a). *Pentapharsodinium dalei* est dominant dans le secteur sud.

Tel que mentionné ci-dessus, afin de vérifier l'uniformité des assemblages de surface selon l'âge des prélèvements, on a subdivisé les échantillons en deux groupes, soit ceux ayant été prélevés avant 1990, et ceux ayant été prélevés après 2000. À des fins de comparaison, quatre zones géographiques ont été identifiées et sont définies sur la figure 7a, b.

La zone **A**, située dans le nord ouest de la baie, comporte 6 stations dont 3 échantillonnées avant 1990 et 3 prélevées après 2000. Les concentrations varient entre 350 à 5700 kystes.cm⁻³. Les concentrations les plus élevées sont mesurées dans les échantillons pré-1990. Les assemblages de cette zone sont dominés par *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites elongatus*, *Spiniferites ramosus* et *Brigantedinium* spp. Toutefois, *Pentapharsodinium dalei* est dominant surtout dans les échantillons prélevés dans les années 1980.

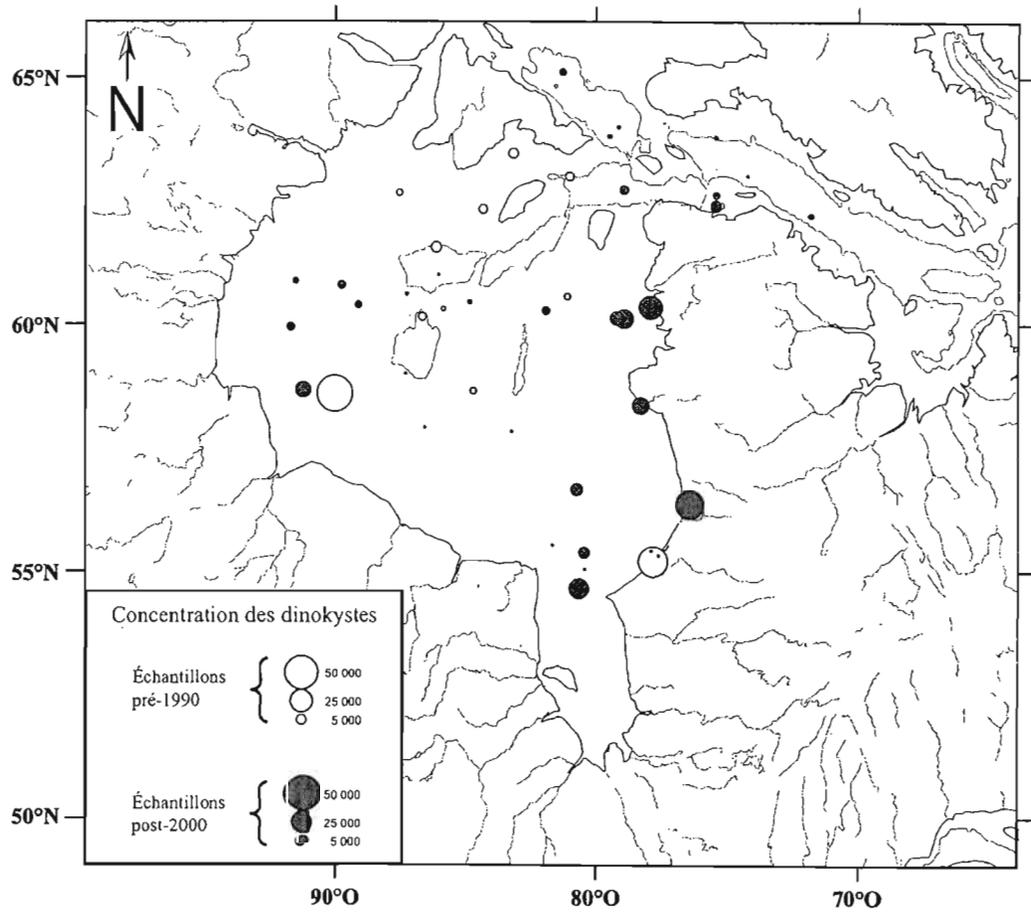


Figure 5. Abondance des palynomorphes marins (dinokystes.cm⁻³) dans les sédiments de surface.

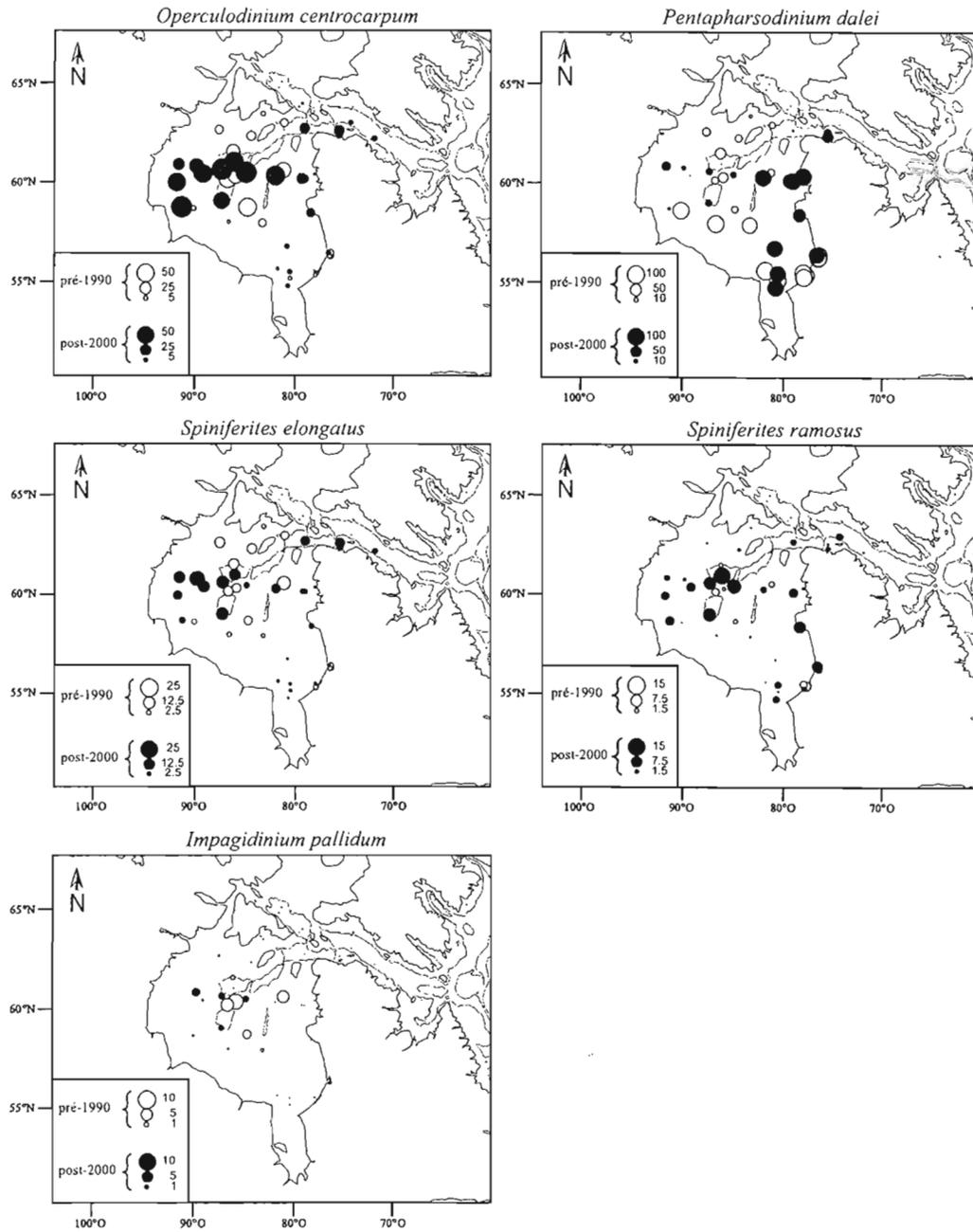


Figure 6a. Pourcentage des principales espèces de dinokystes autotrophes dans les sédiments de surface.

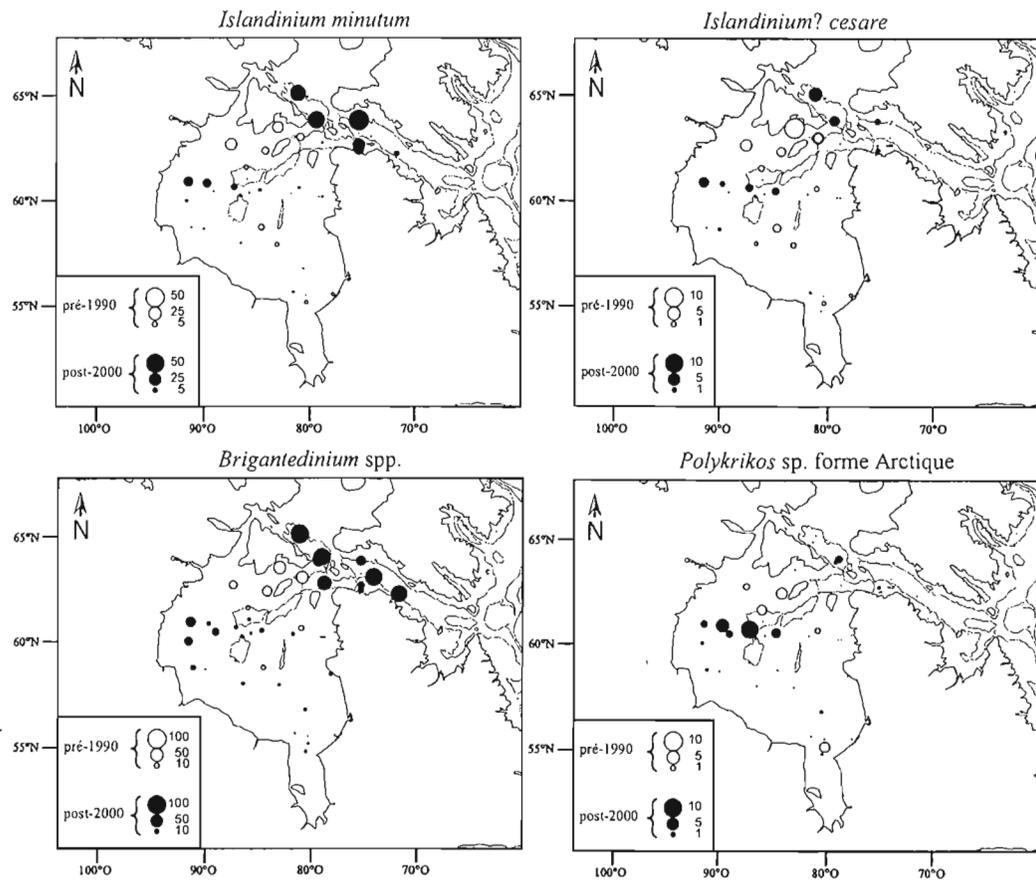


Figure 6b. Pourcentage des principales espèces de dinokystes hétérotrophes dans les sédiments de surface.

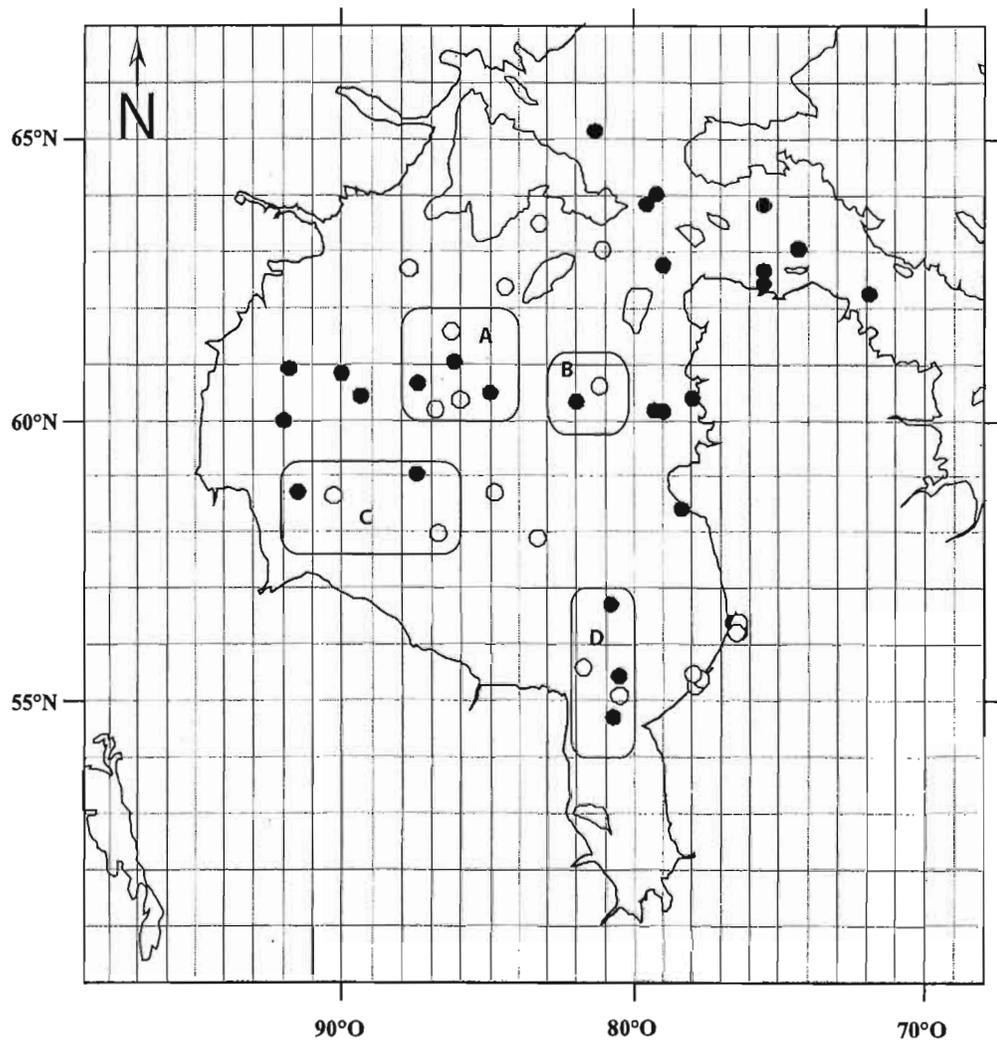


Figure 7a. Localisation des quatre différentes zones utilisées pour l'analyse comparative des échantillons de surface pré-1990 ○ et post-2000 ●.

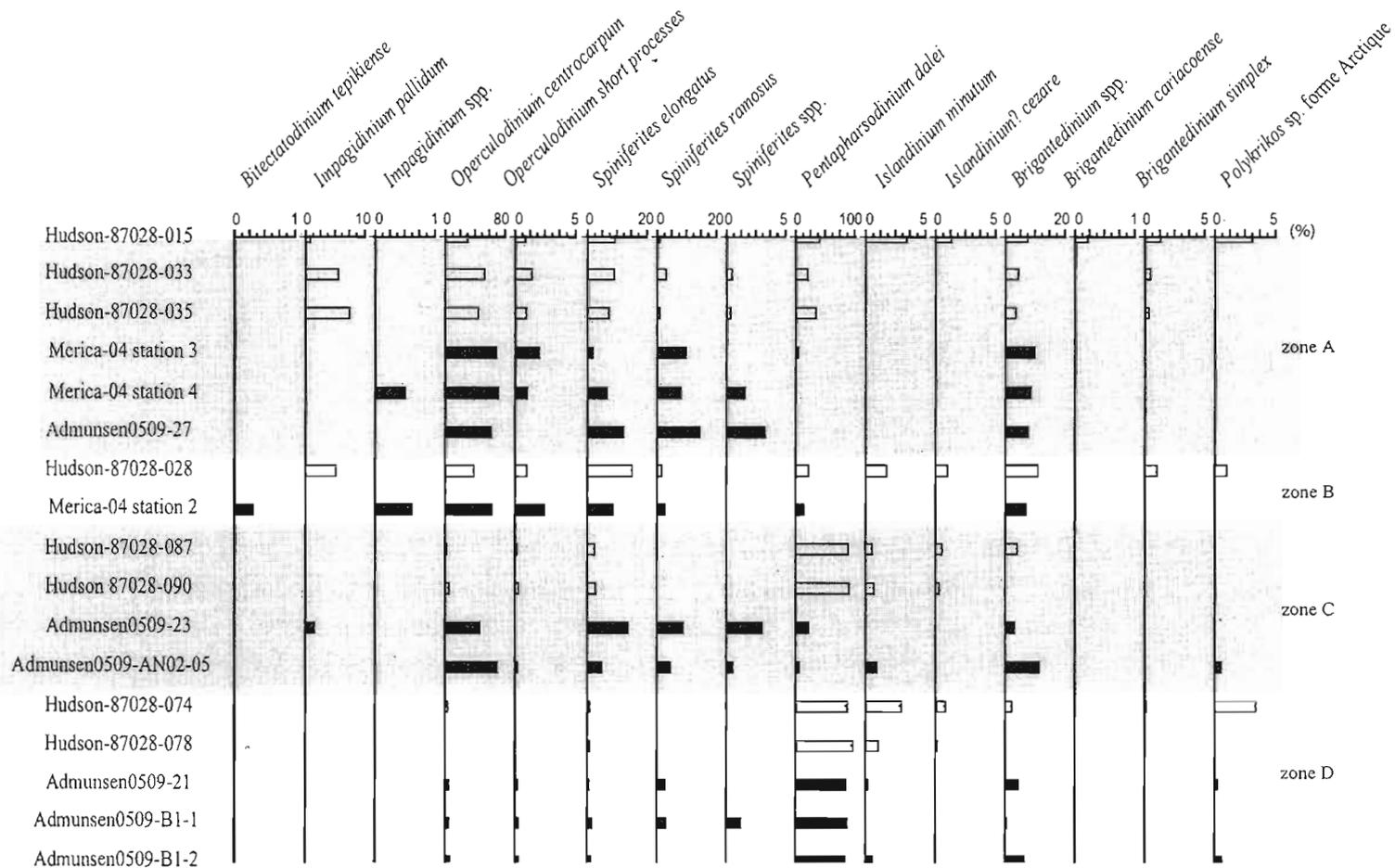


Figure 7b. Diagramme résumé des pourcentages des espèces de dinokystes dans les échantillons de surface. Les zones correspondent à celles qui sont illustrées sur la figure 7a.

La zone **B**, située dans le nord est de la baie, comporte seulement 2 stations, l'une pré-1990 et l'autre post-2000. L'abondance des dinokystes dans les 2 échantillons est très similaire avec des valeurs de 2300 et 2700 kystes.cm⁻³. Les assemblages sont semblables et sont dominés par *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites elongatus*, *Pentapharsodinium dalei* et *Brigantedinium* spp.

La zone **C**, localisée dans le centre ouest de la baie comporte 4 échantillons (2 pré-1990 et 2 post-2000). Les concentrations de dinokystes sont environ 8 fois plus élevées dans les échantillons de surface pré-1990 (~40 000 kystes.cm⁻³) que dans les échantillons post-2000 (~5000 kystes.cm⁻³). Les assemblages pré-1990 sont dominés par *Pentapharsodinium dalei* qui représente plus de 80 % de la population alors que les assemblages post-2000 sont dominés par *O. centrocarpum*, *Spiniferites elongatus*, *Spiniferites ramosus*, *Spiniferites* spp. et *Brigantedinium* spp..

La zone **D**, située dans le sud de la baie, comprend 5 stations (2 pré-1990 et 3 post-2000). Encore une fois, les concentrations pré-1990 sont plus élevées (25 000 et 42 000 kystes.cm⁻³) que les concentrations post-2000 (5000 à 15 500 kystes.cm⁻³). Par contre, les assemblages sont très similaires avec une dominance de *Pentapharsodinium dalei* (>80 %) dans tous les échantillons.

Des analyses de Khi carré (χ^2) ont été réalisées sur les pourcentages des taxons principaux de chacune des 4 zones afin de vérifier s'il y a une différence significative entre les assemblages (pourcentage des principaux taxons) et l'âge du prélèvement (tableau 2). Le Khi carré (χ^2) est un test statistique d'hypothèse qui permet de comparer des valeurs observées à des valeurs attendues (théoriques) et de rejeter l'hypothèse (valeurs χ^2) si la différence entre les deux est jugée excessive. Dans le cas présent, les résultats indiquent que les différences sont significatives au seuil de 5 %, en particulier dans la zone **C**, qui se singularise par un cortège taxonomique différent.

2.1.2 Analyses multivariées

Bien que le nombre d'échantillons soit petit, les résultats obtenus sur les échantillons pré-1990 et sur les échantillons post-2000 permettent d'établir des relations entre les assemblages de dinokystes et les paramètres environnementaux (figure 8 et 9). En particulier, la productivité primaire est corrélée avec la pondération des spectres selon l'axe 1 des deux

Tableau 2. Résultats des tests de Khi carré (χ^2) pour les zones A, B, C, D

Zones	Valeurs						Somme	
		<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>Spiniferites elongatus</i>	<i>Spiniferites ramosus</i>	<i>Pentapaharsodinium dalei</i>	<i>Brigantedinium</i> spp.		
A	Observés	PRE-1990	501	104	21	386	64	1076
		POST-2000	229	25	34	5	29	322
	Théorique	PRE-1990	561,9	99,3	42,3	300,9	71,6	1076
		POST-2000	168,1	29,7	12,7	90,1	21,4	322
	χ^2	PRE-1990	6,6	0,2	10,7	24,0	0,8	184,12
		POST-2000	22,0	0,7	35,9	80,3	2,7	
B	Observés	PRE-1990	151	60	7	87	44	349
		POST-2000	203	28	9	45	23	308
	Théorique	PRE-1990	188,0	46,7	8,5	70,1	35,6	349,0
		POST-2000	166,0	41,3	7,5	61,9	31,4	308,0
	χ^2	PRE-1990	7,3	3,8	0,3	4,1	2,0	37,06
		POST-2000	8,3	4,3	0,3	4,6	2,3	
C	Observés	PRE-1990	43	28	1	920	24	1016
		POST-2000	268	26	22	31	42	389
	Théorique	PRE-1990	224,9	39,0	16,6	687,7	47,7	1016,0
		POST-2000	86,1	15,0	6,4	263,3	18,3	389,0
	χ^2	PRE-1990	147,1	3,1	14,7	78,5	11,8	921,74
		POST-2000	384,2	8,2	38,4	205,0	30,8	
D	Observés	PRE-1990	29	10	1	929	14	983
		POST-2000	57	12	21	826	39	955
	Théorique	PRE-1990	43,6	11,2	11,2	890,2	26,9	983,0
		POST-2000	42,4	10,8	10,8	864,8	26,1	955,0
	χ^2	PRE-1990	4,9	0,1	9,2	1,7	6,2	44,92
		POST-2000	5,0	0,1	9,5	1,7	6,4	

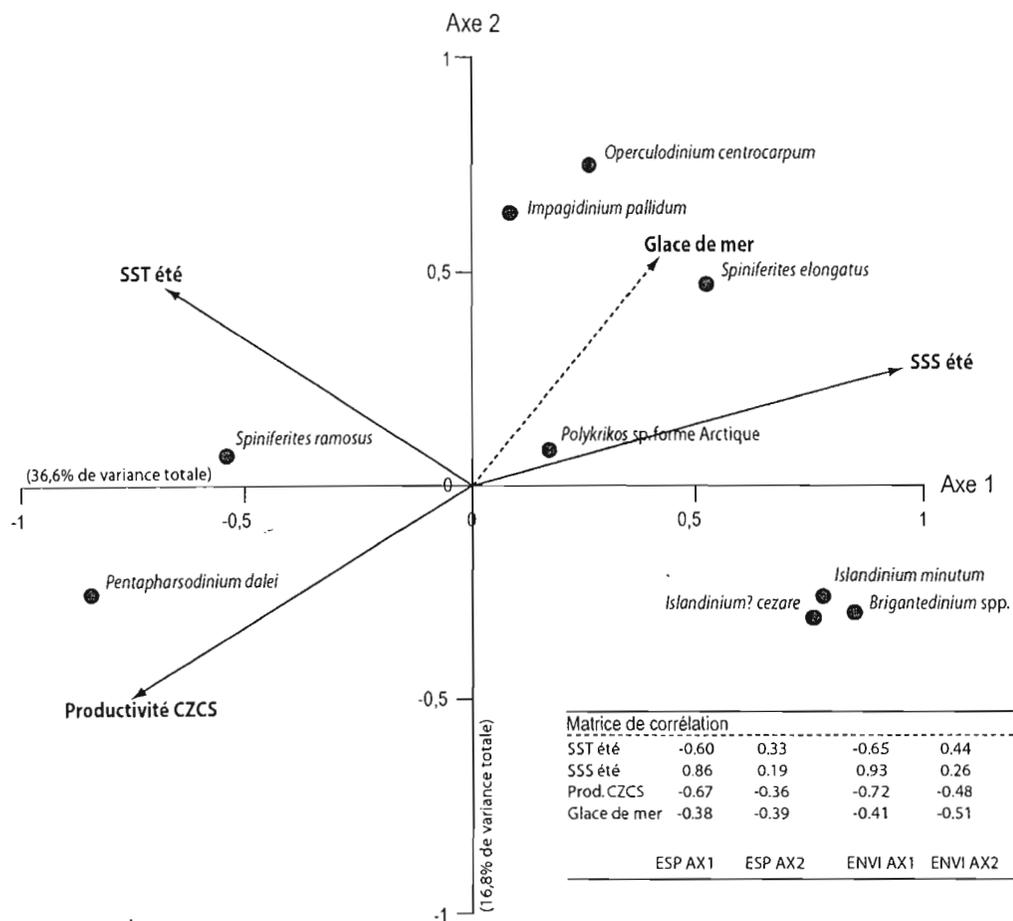


Figure 8. Résultat de l'analyse de redondance sur les échantillons pré-1990 (n=21): dispersion des taxons par rapport aux variables environnementales selon les axes 1 et 2 qui représentent respectivement 36,6 % et 16,8 % de la variance totale. Seulement les variables environnementales statistiquement significatives ($P < 0,05$) sont présentées ici.

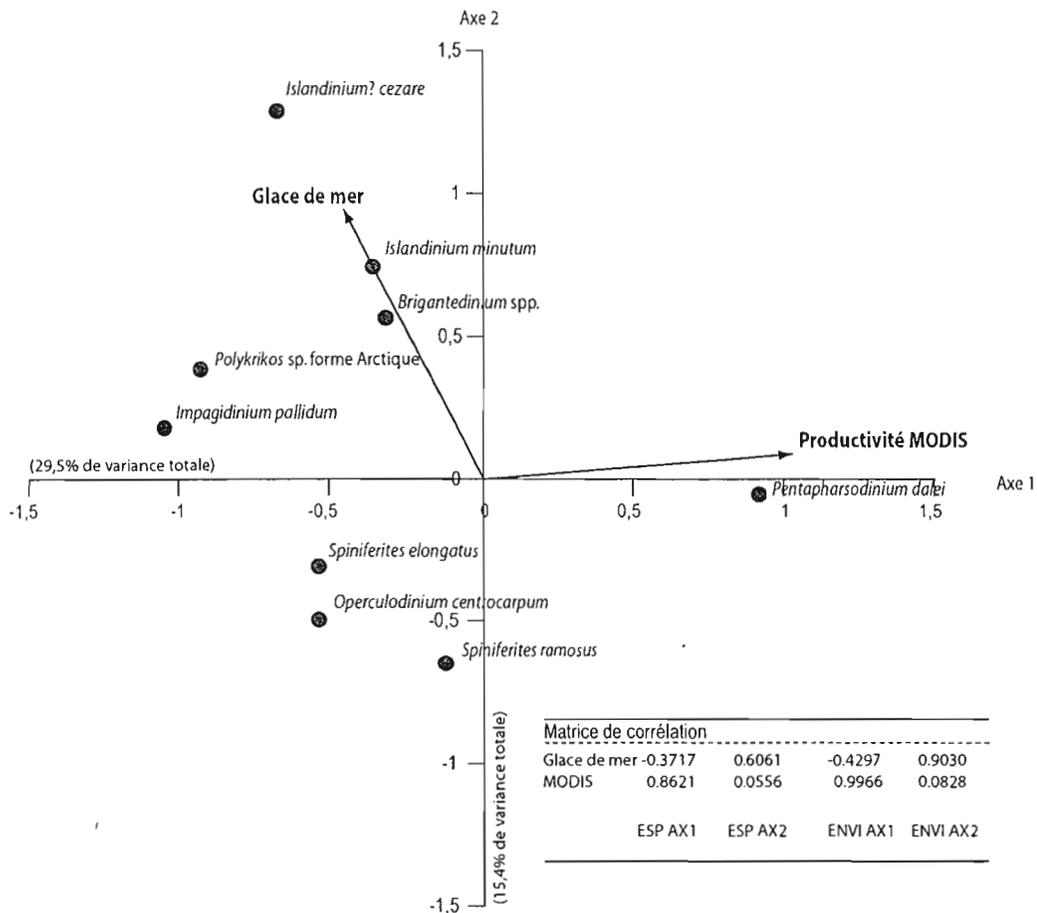


Figure 9. Résultats de l'analyse par correspondance sur les échantillons post-2000 (n=34): dispersion des taxons par rapport aux variables environnementales selon les axes 1 et 2 qui représentent respectivement 29,5 % et 15,4 % de la variance totale. Seulement les variables environnementales statistiquement significatives ($P < 0,05$) sont présentées ici.

jeux de données. Cette relation est notamment déterminée par le taxon autotrophe *Pentapharsodinium dalei* qui serait donc associé à une forte productivité algale. L'ordination des taxons hétérotrophes (*Brigantedinium* spp. et *Islandinium* spp.) est opposée à la température estivale (juillet, août, septembre). Dans le contexte de la baie d'Hudson, ils caractériseraient donc des environnements de faible température estivale et/ou de glace de mer abondante.

Les résultats d'analyses de correspondance canonique réalisée sur l'ensemble des données (figure 10) sont cohérents avec ceux obtenus indépendamment à partir de chacun des deux jeux de données. Ils montrent que l'axe 1, qui représente 33,9 % de la variance totale, est négativement corrélé avec la température d'été et positivement corrélé avec la salinité d'été et la glace de mer. La distribution des espèces le long de l'axe 1 illustre une relation entre le taxon autotrophe *Spiniferites ramosus* et la température d'été ainsi qu'une relation entre les taxons hétérotrophes (*Islandinium minutum*, *Islandinium? cezare* et *Brigantedinium* spp.) et la glace de mer. Le second axe, qui explique 18,9 % de la variance totale, est positivement corrélé avec la productivité d'été et les pourcentages de *Pentapharsodinium dalei*.

2.1.3 Distribution des assemblages

Sur la base de l'abondance relative des différents taxons et des résultats d'analyses par correspondance canonique, quatre assemblages ont été définis permettant ainsi de décrire la distribution des assemblages de dinokystes dans la région d'étude (figure 10, 11a, b):

L'assemblage de la zone **1**, située au nord dans le bassin de Foxe et le détroit d'Hudson, présente des concentrations variant entre 600 et 5050 kystes.cm⁻³. Les spectres sont caractérisés par un pourcentage élevé de *Brigantedinium* spp. (> 30 %). Les axes 1 et 2 de l'analyse par correspondance ont des valeurs positives. Cette zone d'assemblage semble associée à de faibles températures et à une durée saisonnière élevée de la couverture de glace de mer.

L'assemblage de la zone **2**, située dans le centre ouest de la baie d'Hudson, est caractérisé par des concentrations d'environ 5000 kystes.cm⁻³ en moyenne. *Operculodinium centrocarpum*, *Pentapharsodinium dalei* et *Spiniferites elongatus*, y sont dominants. Cette

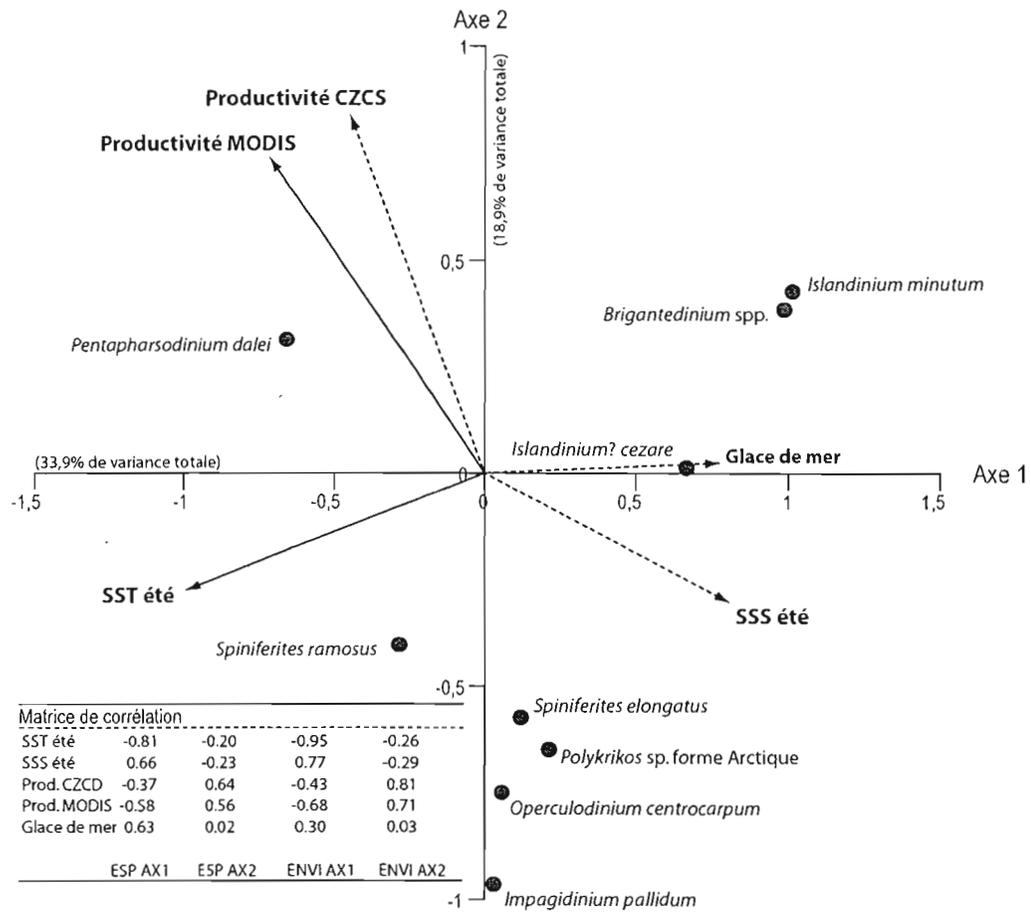


Figure 10. Résultats de correspondance canonique à partir de l'ensemble de données (échantillons pré-1990 et post-2000; n=55): dispersion des taxons par rapport aux variables environnementales selon les axes 1 et 2 qui représentent respectivement 33,9 % et 18,9 % de la variance totale. Seulement les variables environnementales statistiquement significatives ($P < 0,05$) sont présentées ici.

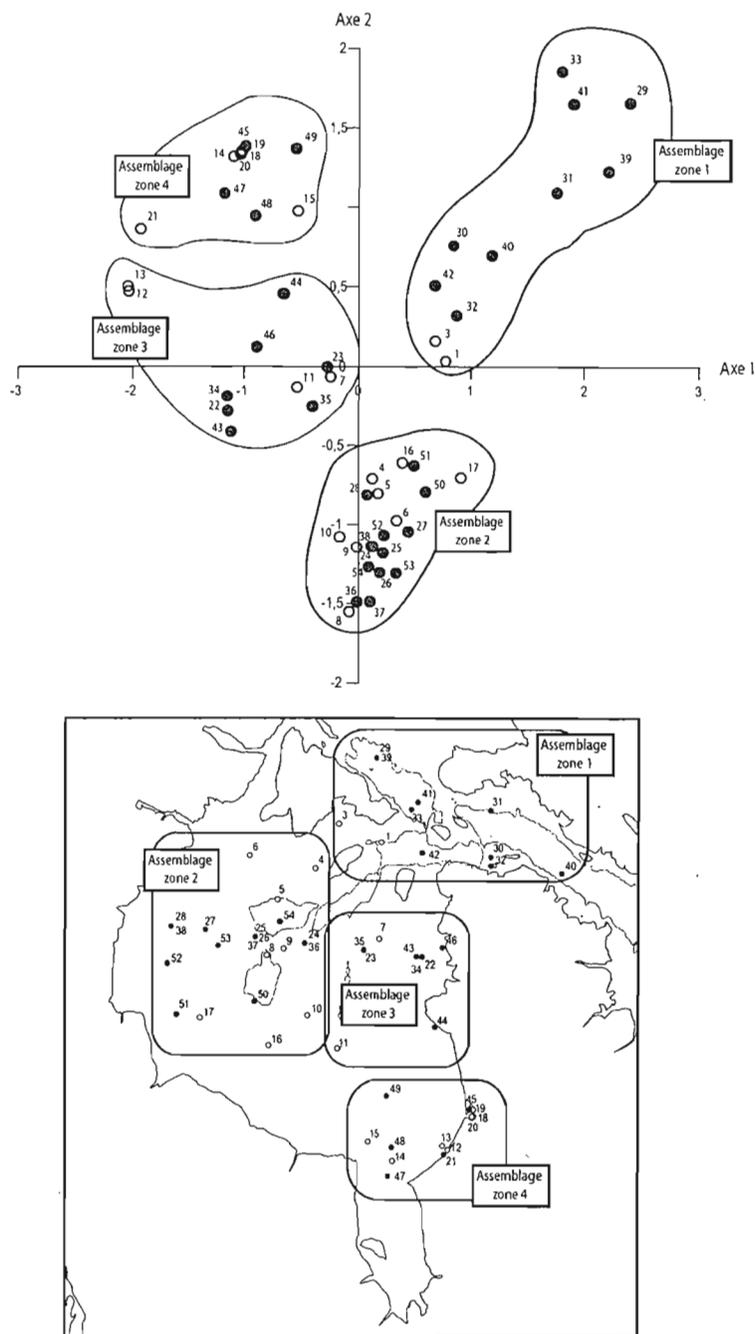


Figure 11a. Illustration de la pondération des échantillons de surface par rapport aux axes 1 et 2 et distribution des zones d'assemblages 1 à 4 dans l'espace géographique (cf. figure 10). Chaque échantillon (pré-1990 ○ et post-2000 ●) est représenté par un numéro (cf. figure 11b).

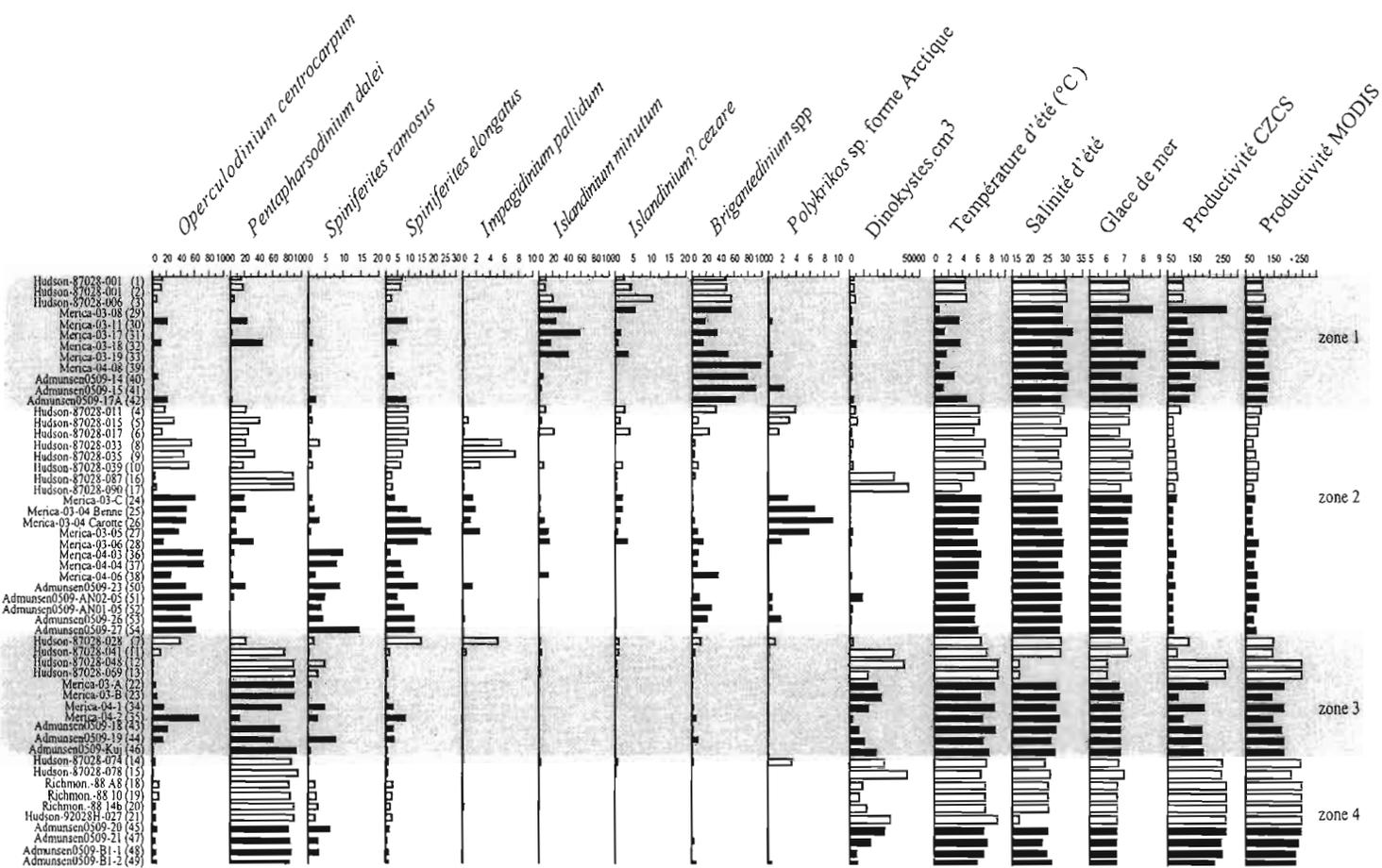


Figure 11b. Pourcentage des principaux taxons de dinokystes dans les échantillons de surface (55 sites). Les barres blanches indiquent les échantillons pré-1990 et les barres noires, les échantillons post-2000. Les zones correspondent à celles définies sur la figure 11a.

zone d'assemblage se situe du côté négatif de l'axe 2 de l'analyse par correspondance. La zone ne semble pas être associée à un paramètre environnemental particulier.

L'assemblage de la zone 3, située dans l'est de la baie d'Hudson, présente des concentrations relativement élevées allant jusqu'à 40 000 kystes.cm⁻³. *Pentapharsodinium dalei* y est le taxon dominant (> 80 %). L'axe 1 montre des valeurs négatives et serait associé à des températures élevées.

L'assemblage de la zone 4, située dans le sud est de la baie d'Hudson, présente des concentrations élevées qui varient entre 5400 et 41 000 kystes.cm⁻³. La composition de l'assemblage est similaire à celle de la zone 3 avec une forte dominance de *Pentapharsodinium dalei*. Les spectres se singularisent par des valeurs négatives de l'axe 1 et positives de l'axe 2. La zone d'assemblage 4 serait associée à une productivité élevée.

2.2 Discussion : hétérogénéité spatio-temporelle des échantillons « modernes » de surface

Les échantillonnages réalisés au cours de deux décennies différentes offraient une opportunité pour analyser l'uniformité temporelle d'échantillons de surface qualifiés de « modernes » dans les bases de données de références développées aux fins de fonctions de transfert. Or, les deux jeux de données issus d'échantillonnages réalisés dans les années 1980 et 2000 respectivement illustrent des différences significatives.

Les concentrations de dinokystes semblent évoquer des apports beaucoup plus élevés dans les années 1980 que dans les années 2000. Cela pourrait être lié à des changements de productivité ou de vitesse de sédimentation. Toutefois, il est impossible de faire des comparaisons univoques des concentrations, car les échantillons prélevés dans les années 1980 ont été préparés sans que la densité du sédiment ne soit mesurée. Les concentrations par unité de volume peuvent en effet être biaisées par les teneurs en eau et la compaction du sédiment. De plus, il est à noter que les concentrations de palynomorphes des échantillons pré-1990 et post-2000 n'ont pas été calculées à partir des mêmes types de grains marqueurs (solution d'*Eucalyptus* avant 1990 et capsules de spores de *Lycopodium* après 2000), ce qui pourrait éventuellement biaiser l'analyse comparative.

Les résultats des analyses multivariées indiquent que les assemblages de dinokystes des échantillons pré-1990 et post-2000 sont différents en ce qui concerne les pourcentages de certains taxons. En particulier, les assemblages de la zone 2 (situé dans le centre ouest de la

baie) présentent une dominance de *Pentapharsodinium dalei* dans les années 1980 alors que les assemblages post-2000 sont dominés par *Operculodinium centrocarpum* et *Spiniferites* spp. Cela indiquerait probablement des conditions hydrographiques plus clémentes, liées à une forte productivité dans les années 1980 comparativement aux années 2000.

Les différences entre les assemblages des échantillons pré-1990 et post-2000 pourraient refléter des variations décennales des conditions hydrographiques. Toutefois, le peu de données consignées dans le *World Ocean Atlas* (2001) ne permet pas de faire une comparaison très poussée de la température et/ou de la salinité entre les années 1980 et 2000. Par contre, les données de glace de mer fournies par le *National Snow and Ice Data Center* indiquent une diminution de la durée saisonnière de la glace de mer dans la baie d'Hudson d'environ 1 mois/an dans les années 2000 par rapport aux années 1980. La région du bassin de Foxe, quant à elle, indique une augmentation dans les années 2000 par rapport aux années 1980 (figure 12). Les assemblages de la zone 1, situés au nord dans le bassin de Foxe et le détroit d'Hudson, reflètent en effet une augmentation de la durée du couvert de glace par la dominance beaucoup plus marquée des taxons *Brigantedinium* spp. et *Islandinium* spp. dans les années 2000.

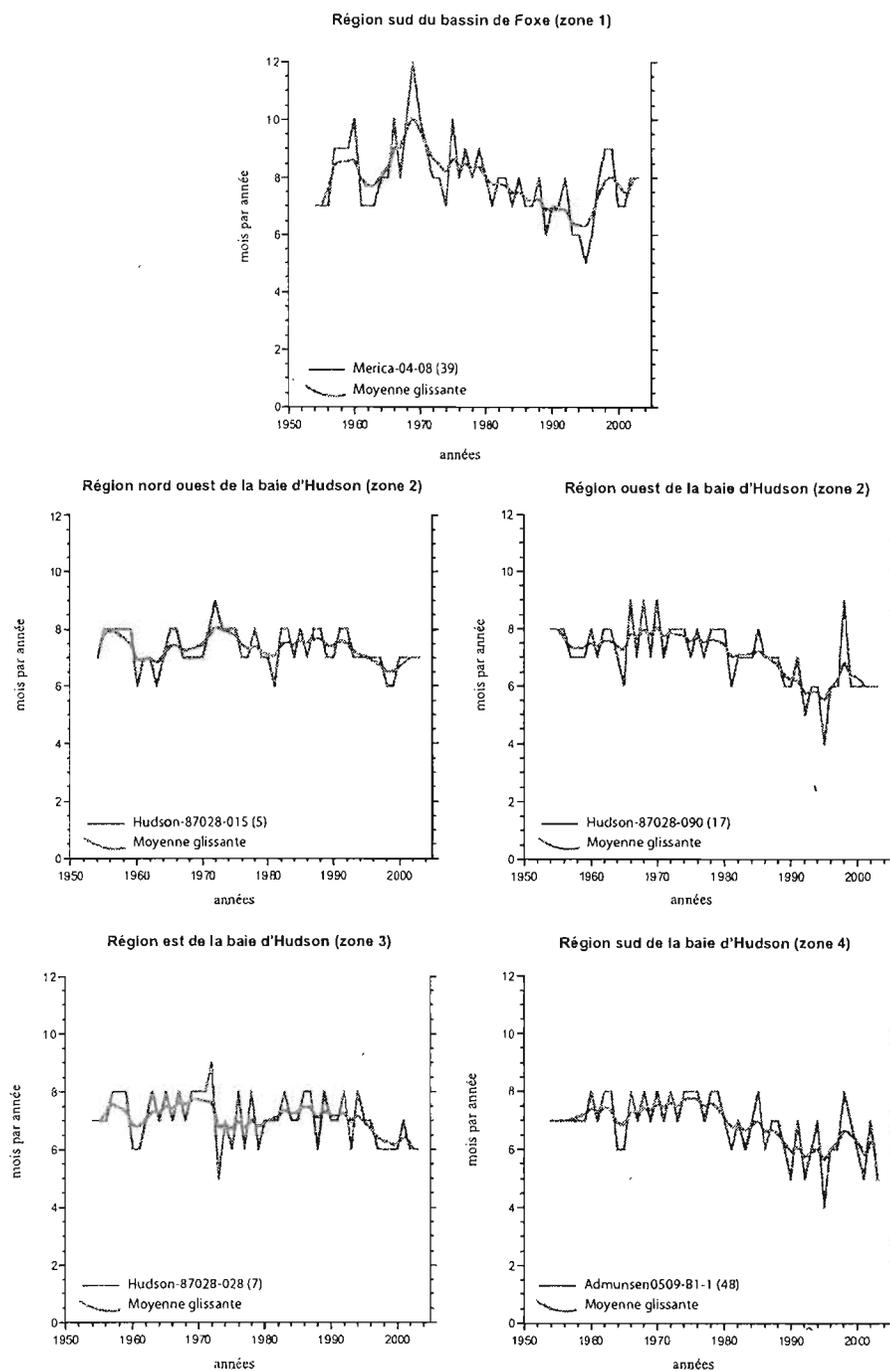


Figure 12. Variation de la durée de la glace de mer entre 1954 et 2003 (*National Snow and Ice Data Center*) par région. Chaque région correspond à une des quatre zones définies sur la figure 11a.

CHAPITRE III

SÉRIE CHRONOLOGIQUE DU SUD DE LA BAIE D'HUDSON (HU-92028H-027)

3.1 *Stratigraphie de la carotte*

Les excès d'activité du ^{210}Pb ($^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$) des sédiments de la carotte HU27, exprimés selon une échelle logarithmique, présentent un profil assez régulier. Ils ne permettent pas d'identifier l'épaisseur de la couche de mélange (figure 13), mais indiqueraient une vitesse de sédimentation d'environ 0,26 cm/an. Un tel taux d'accumulation est sans doute lié à des apports fluviaux abondants car la carotte est située à l'embouchure de la Grande Rivière de la Baleine. La séquence de 41 cm représenterait environ 160 ans de sédimentation (soit environ 1830 AD à 1992 AD). Chacun des échantillons d'une épaisseur de 1 cm représenterait 4 ans de sédimentation, sans doute plus si on considère le mélange dû aux bioturbations.

Le sédiment renferme de 0,35 à 0,55 % de carbone organique (C_{org}) (figure 13). La courbe du C_{org} montre une très légère augmentation de la base au sommet de la carotte et présente deux épisodes marqués par des minimums (à 14 et à 7 cm). Le profil carbone/azote (C/N) présente une courbe similaire avec des valeurs variant entre 8,5 et 11,5. La matière organique serait principalement d'origine marine (Meyers, 1994) bien que la composante terrestre ne soit pas négligeable, tel que l'indiquent des teneurs en $\delta^{13}\text{C}$ d'environ -24‰. Le contenu en CaCO_3 est relativement élevé. Toutefois, il n'évoque pas nécessairement un contenu biogénique carbonaté (foraminifères ou coccolithes) (voir section 3.2.4) et serait plutôt associé à des apports détritiques d'origine régionale, le substrat du bassin de la baie d'Hudson étant formé de carbonates d'âge Paléozoïque.

3.2 *Contenu micropaléontologique de la carotte*

3.2.1 *Les assemblages de palynomorphes*

Les palynomorphes marins et terrestres sont abondants (figure 14). Les concentrations de dinokystes sont de l'ordre de 10^4 à 10^5 kystes. cm^{-3} permettant de calculer des flux très élevés de l'ordre de 10^3 à 10^4 kystes. $\text{cm}^{-2}.\text{an}$. Ils témoignent d'une productivité algale très importante. Les concentrations de dinokystes sont quasi uniformes dans la partie

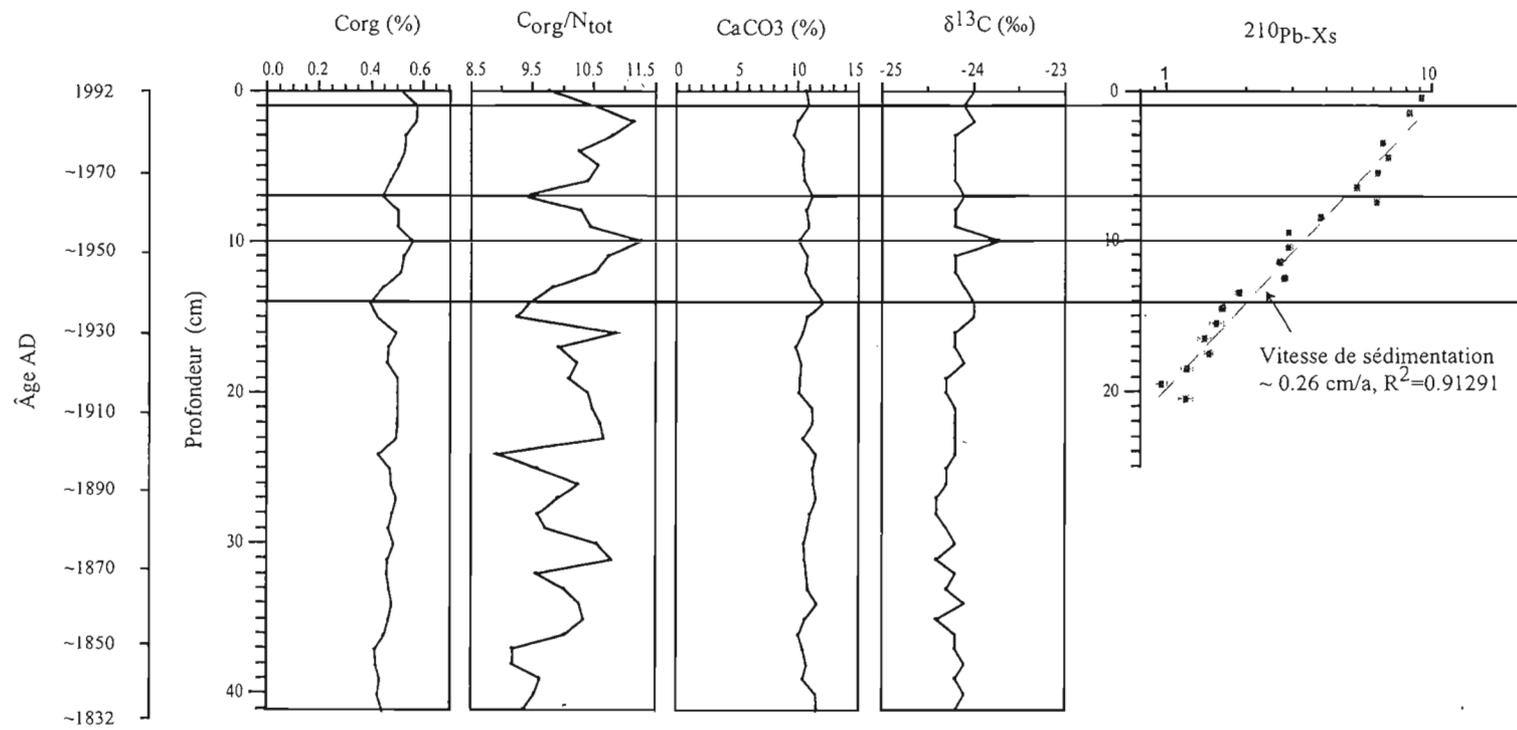


Figure 13. Contenu géochimique et isotopique de la carotte boîte HU-92028H-027.

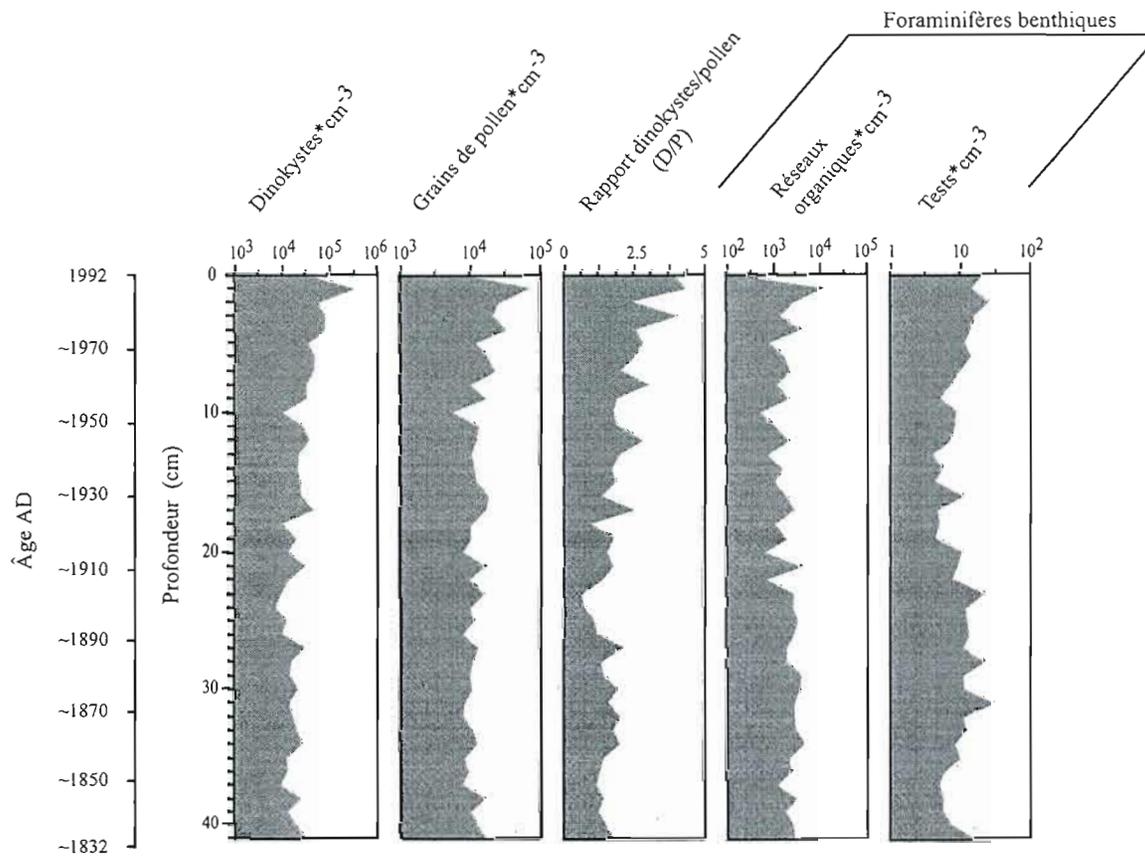


Figure 14. Abondance des palynomorphes marins et terrestres (dinokystes et pollen), rapport dinokystes/pollen, abondance des foraminifères benthiques (réseaux organiques et tests de foraminifères) de la carotte boîte 92028H-027. Les concentrations sont exprimées en valeur logarithmique.

inférieure de la carotte (41 à 21 cm) et enregistrent une légère augmentation dans la partie supérieure (21 à 0 cm). Les concentrations de pollen sont uniformes avec des valeurs aux alentours de 10^4 grains.cm⁻³.

Le rapport kystes de dinoflagellés/grains de pollen (D/P) fournit des indications sur les apports de matière organique marine par rapport aux apports terrestres. La courbe D/P enregistre une augmentation significative de 1 à 4, entre 24 cm et le sommet de la séquence (soit de 1900 à 1992 AD), indiquant une augmentation des apports organiques liés à une productivité primaire algale au cours du dernier siècle.

3.2.2 Les assemblages de dinokystes

Les assemblages de dinokystes sont dominés par *Pentapharsodinium dalei* (40 à 90 %) qui enregistre une augmentation de la base au sommet de la séquence (figure 15), ce qui serait compatible avec une augmentation de la productivité primaire (cf. supra). Outre *Pentapharsodinium dalei*, les taxons autotrophes sont représentés par *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites ramosus* (3 à 16 %) et *Spiniferites elongatus* (1 à 6 %). Leur abondance relative tend à décroître légèrement de la base au sommet de la carotte. Les assemblages incluent également des taxons hétérotrophes : *Islandinium minutum* (≤ 9 %), *Brigantedinium* spp. (≤ 16 %) et *Selenopemphix quanta* (≤ 3 %). Leurs proportions relatives tendent, elles aussi, à diminuer vers le sommet de la séquence.

3.2.3 Les assemblages sporo-pollinique

Le contenu sporo-pollinique des sédiments, provenant d'apports atmosphériques aériens et fluviaux, rend compte du type de végétation présente dans les milieux terrestres adjacents. Dans la carotte HU27, il est dominé par le pollen arboréen (*Pinus* et *Picea*) et les spores de *Sphagnum* (figure 16). *Betula* et *Alnus* sont présents en faible proportion comme le pollen de plantes d'herbacées qui ne dépassent pas des abondances relatives de 8 %. De tels assemblages sont compatibles avec des apports d'une pessière ouverte. Peu de variations sont distinguées dans les assemblages.

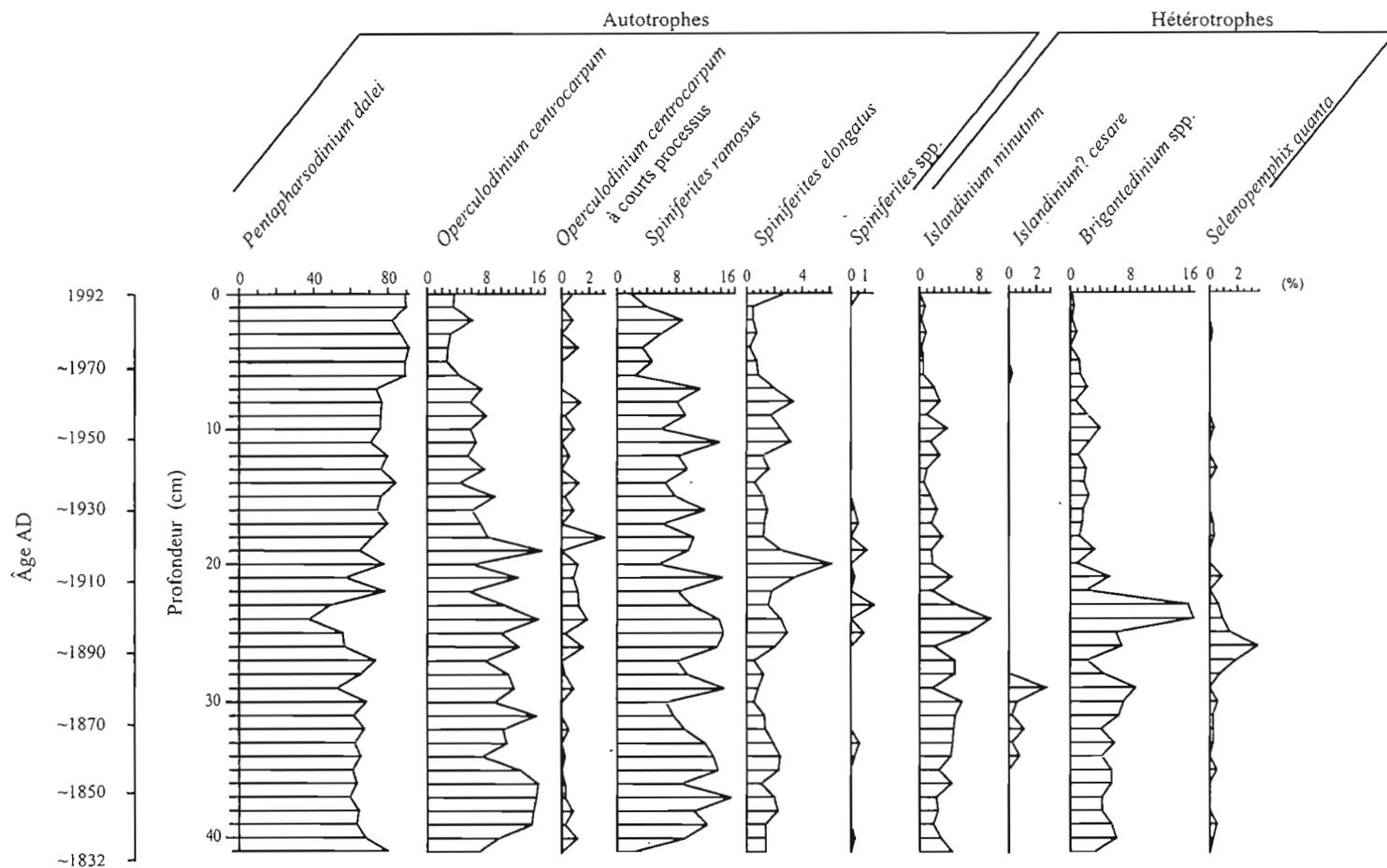


Figure 15. Pourcentage des principaux taxons de dinokystes dans la carotte boîte 92028H-027.

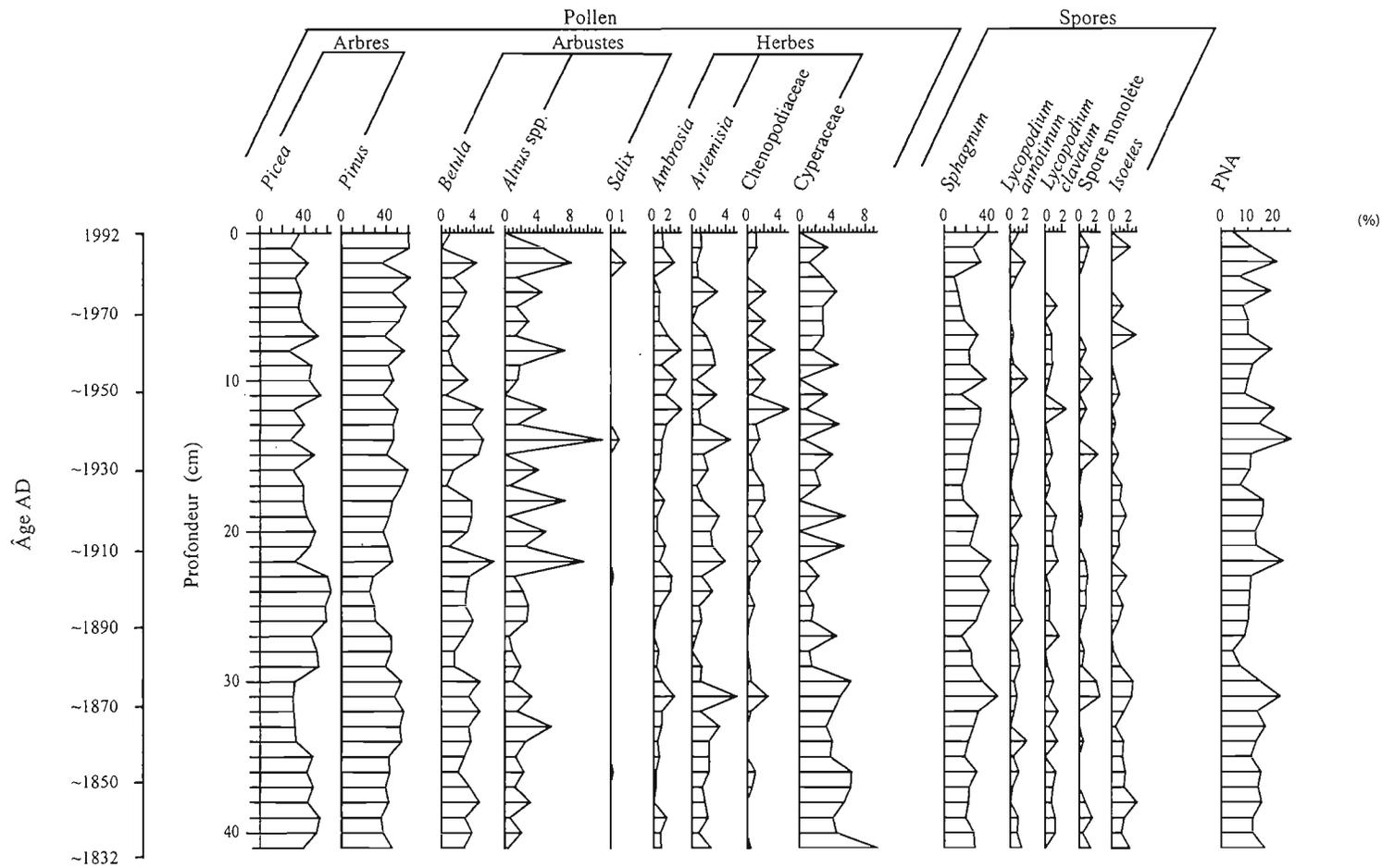


Figure 16. Pourcentages de taxons sporo-polliniques par rapport à la somme pollinique dans la carotte boîte 92028H-027 et proportion de pollen de taxons non arborescents (PNA).

3.2.4 Les assemblages de foraminifères benthiques

Les tests de foraminifères benthiques ne sont pas abondants (figure 14). Leurs concentrations varient entre 3 à 28 tests.cm⁻³. En dépit de la faible abondance relative des tests de foraminifères benthiques, les réseaux organiques sont abondants (10³-10⁴ cm⁻³), ce qui laisse supposer une mauvaise préservation des tests de foraminifères en raison d'une dissolution partielle du CaCO₃ (cf. deVernal *et al.*, 1992). En tenant compte d'une vitesse de sédimentation constante, on peut estimer une production de foraminifères benthiques de l'ordre de 10²-10³ cm².an⁻¹ à partir des concentrations de réseaux organiques.

Les assemblages de foraminifères sont dominés par les formes endobenthiques carbonatées *Cassidulina reniforme*, *Elphidium excavatum* et *Islandiella norcrossi* avec des proportions variant de 10 à 40 % (figure 17). Une diminution d'*Elphidium excavatum* est observée au sommet de la carotte soit après les années 1960 alors que le pourcentage de *Melonis zaandamae*, *Adercotryma glomeratum*, *Reophax scorpiurus*, *Islandiella norcrossi* et *Nonionellina labradorica*, augmentent. L'intervalle 34-23 cm (ca. 1860-1900) met en évidence une occurrence maximale de *Recurvoides turbinatus* et de *Spiroplectamina biformis* qui pourraient être associées à la présence d'un faciès un peu plus sablonneux (Scott et Vilks, 1991).

3.2.5 $\delta^{18}O$ et $\delta^{13}C$ dans les foraminifères

Les teneurs en ¹⁸O d'*Islandiella norcrossi* (figure 18) varient entre 0,6 et 1,4 ‰. Une augmentation de 0,9 à 1,4 ‰ est observée à partir de 20 cm jusqu'au sommet de la carotte (ca. 1900-1990). Cela pourrait indiquer une baisse de la température et/ou une augmentation de la salinité dans la couche d'eau de fond. Les températures et salinités s'y établissent actuellement à environ -1°C et 31 psu respectivement (*World Ocean Atlas*, 2001). Alternativement, la légère augmentation des teneurs en ¹⁸O pourrait refléter une diminution du taux de formation de glace de mer s'accompagnant de la formation de saumures allégées en isotopes lourds.

Les teneurs en ¹³C varient entre -1,4 et -0,6 ‰ avec des minimums atteignant -1,4 ‰ (vers 14 cm) et -1,25 ‰ (vers 3 cm). Toutefois, aucune tendance n'est observée.

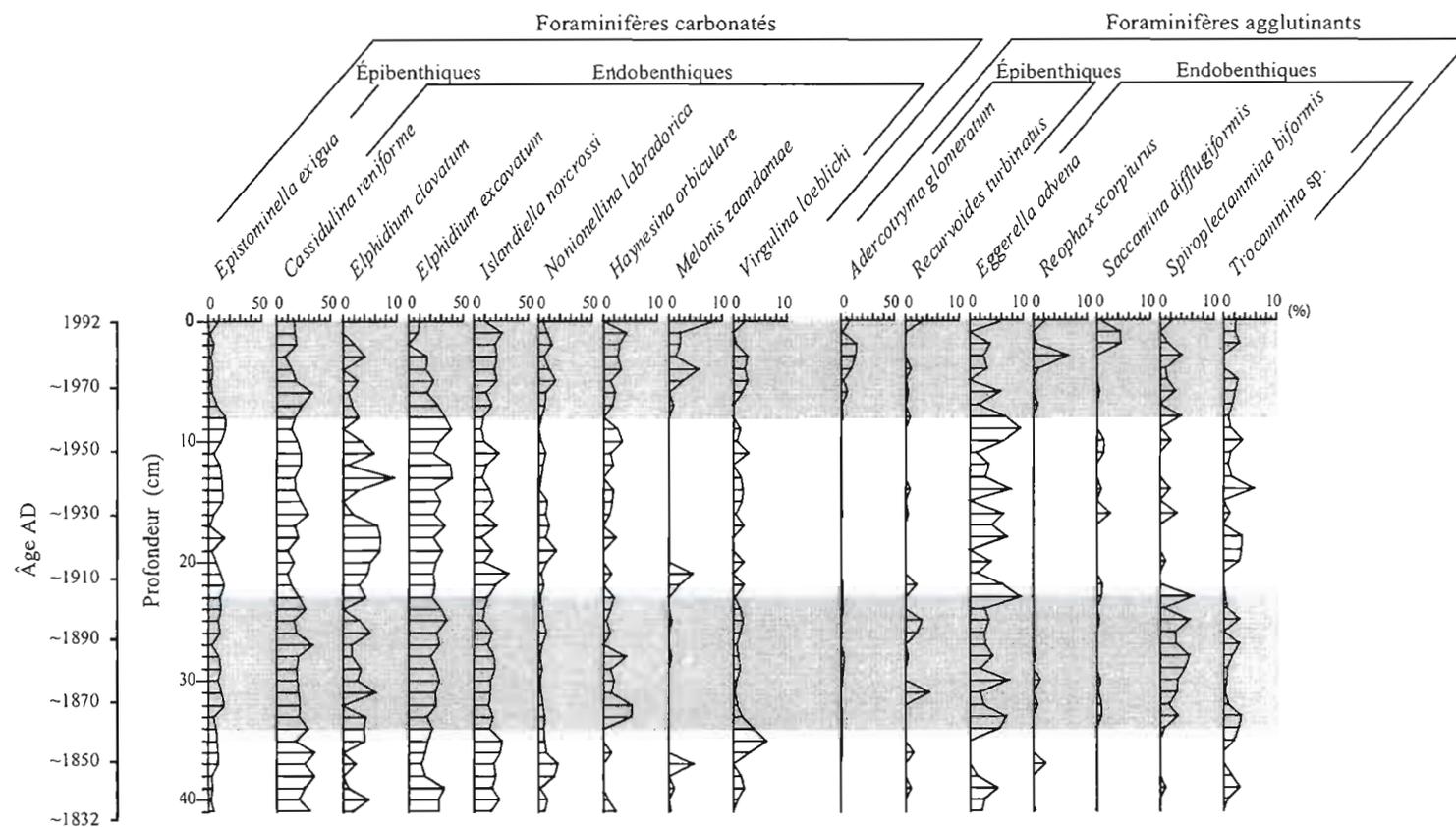


Figure 17. Pourcentage des principales espèces de foraminifères benthiques carbonatés et agglutinants, dans la carotte boîte 92028H-027.

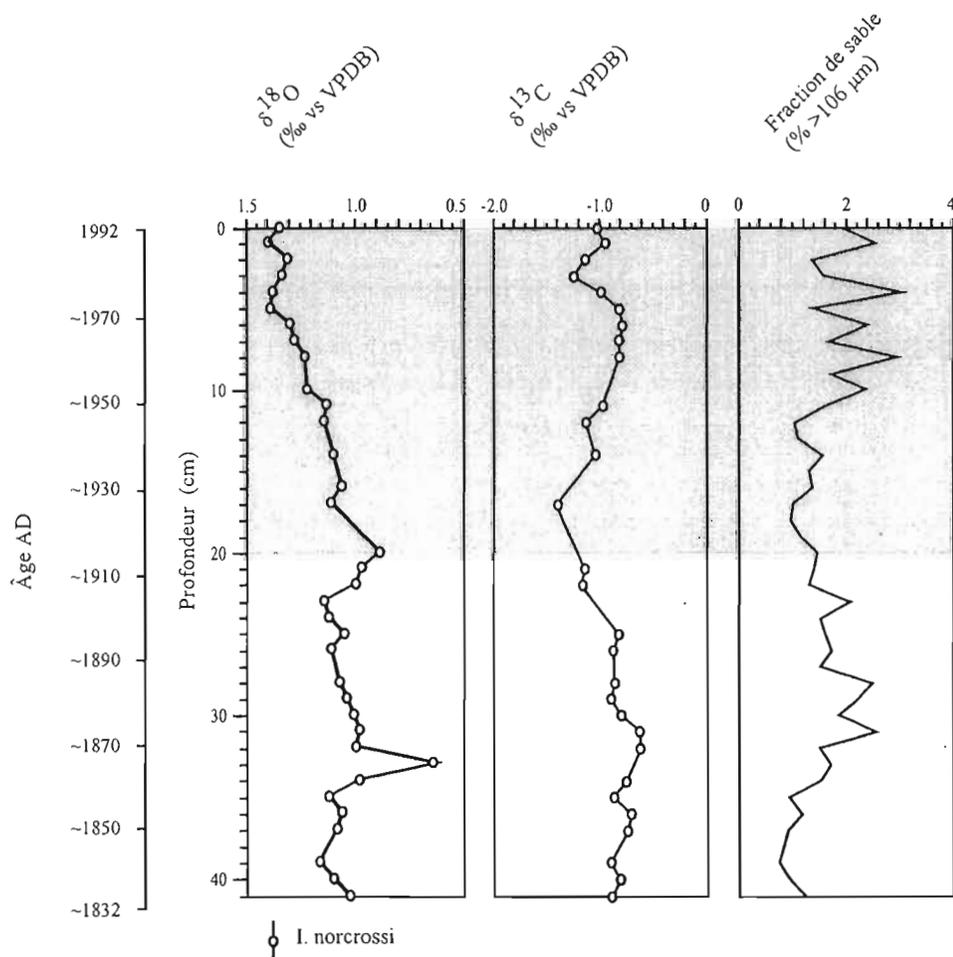


Figure 18. Teneurs en $\delta^{18}\text{O}$ et en $\delta^{13}\text{C}$ des tests de *Islandiniella norcrossi* et pourcentage de sables grossiers dans la carotte 92028H-027.

3.3 Discussion

3.3.1 Productivité primaire

Certains indicateurs micropaléontologiques révèlent une augmentation de la productivité à partir du début du 20^e siècle. En effet, les concentrations de dinokystes permettent d'évaluer des flux de l'ordre de 10^3 - 10^4 kystes.cm⁻².an⁻¹ qui augmentent légèrement après le début des années 1900, indiquant une hausse de productivité primaire algale (figure 14). Le rapport D/P, qui augmente d'un facteur 4, indiquerait également une hausse significative de la productivité primaire algale au cours du dernier siècle. Toutefois, ni le contenu en C_{org}, ni la productivité de foraminifères ne présentent de variations importantes. Les indicateurs géochimiques (C/N) et isotopiques ($\delta^{13}\text{C}$ de la matière organique) ne fournissent pas non plus d'indication univoque d'une production organique accrue.

Le rapport C/N et les teneurs en ¹³C permettent de déterminer la source de la matière organique dans le sédiment (*e.g.*, Meyers, 1994). Un rapport C/N entre 4 et 10 signifie généralement une matière organique d'origine marine et un rapport égal ou supérieur à 20 caractériserait une matière organique d'origine terrestre. Les valeurs C/N comprises entre 9 à 11 dans la carotte HU27 indiquent une matière organique d'origine surtout marine. La très légère augmentation de la base vers le sommet de la carotte pourrait être interprétée comme une augmentation de la contribution du carbone organique terrestre. Quant aux teneurs en $\delta^{13}\text{C}$, elles varient entre -24,5 et -23,5 ‰ ce qui indique un mélange entre 2 pôles, marin et terrestre (*cf.* Meyers, 1994).

Dans l'ensemble, les indicateurs de productivité ne livrent pas d'indications très probantes de changement de productivité si ce n'est, peut-être, une augmentation des flux de dinokystes, en particulier des formes autotrophes. Dans les environnements de marge continentale, en particulier dans un contexte d'upwelling, les dinokystes hétérotrophes sont souvent associés à une productivité élevée dominée par les diatomées (*e.g.*, Hamel *et al.*, 2002; Radi et de Vernal, 2004). Ici, on observe une augmentation des flux de dinokystes autotrophes, notamment *Pentaparsodinium dalei*, et une diminution de la proportion des dinokystes hétérotrophes. Cela indiquerait un changement du type de productivité mais pas nécessairement une variation de la production biogénique totale.

Il serait possible d'expliquer le changement qualitatif de productivité par des apports accrus d'eau douce, riches en éléments nutritifs, en provenance de la Grande Rivière de la

Baleine. Anderson et Roff (1980) ont en effet observé de plus fortes biomasses dans les régions côtières du sud est de la baie, qui reçoivent environ 45 % des débits d'eau douce de la baie. Les apports d'eau douce engendrent également un changement de la salinité. Les enregistrements de la salinité illustrent une baisse de 2,35 psu (soit de 19,7 à 17,35 psu; *World Ocean Atlas*, 2001) à l'embouchure de la Grande Rivière de la Baleine entre les années 1970 à 1990 par rapport aux années 1930 à 1969, ce qui donne un indice d'apports continentaux plus important vers la fin du 20^e siècle. L'embouchure de la Grande Rivière de la Baleine présente des concentrations élevées en Chl *a* (>1.0 µg l⁻¹) mais se caractérise par des populations algales pauvres en diatomées (Harvey *et al.*, 1997; Harvey *et al.*, 2001). Cela pourrait expliquer la plus grande proportion de dinokystes autotrophes, les dinoflagellés hétérotrophes dépendant des diatomées comme source de nourriture (Dale, 1996; Saetre *et al.*, 1997).

Au delà des tendances générales, un minimum du rapport D/P et un maximum des pourcentages des dinokystes hétérotrophes sont enregistrés entre ca. 1890 et 1910. Cela pourrait correspondre à un changement trophique local, peut-être lié au régime hydrologique et à ses conséquences sur les populations algales.

3.3.2 Reconstitution des conditions hydrographiques

Les assemblages de dinokystes de la carotte HU27 ne livrent pas, dans l'ensemble, d'indications très probantes de changements majeurs des conditions hydrographiques de surface (figure 15). Toutefois, une diminution vers le sommet de la carotte de *Spiniferites ramosus* et de *Spiniferites elongatus* laisserait supposer une baisse de la température (de Vernal *et al.*, 2001). L'utilisation de la méthode des meilleurs analogues pour reconstituer les conditions de surface du sud de la baie d'Hudson à partir des assemblages de dinokystes révèle que les meilleurs analogues sont issues de la baie d'Hudson pour l'ensemble de la séquence sauf dans l'intervalle 26 à 23 cm (ca. 1890-1900), où ils sont majoritairement issus du Golfe du Saint-Laurent. On reconstitue ainsi des changements environnementaux importants dans la partie inférieure de la séquence correspondant à la fin du 19^e siècle (27-22 cm; figure 19). Une augmentation considérable de la température (de 8 à 15°C), de la salinité (de 26 à 31 psu) et de la productivité (de 200 à 350 gC m⁻² an⁻¹) ainsi qu'une diminution de la

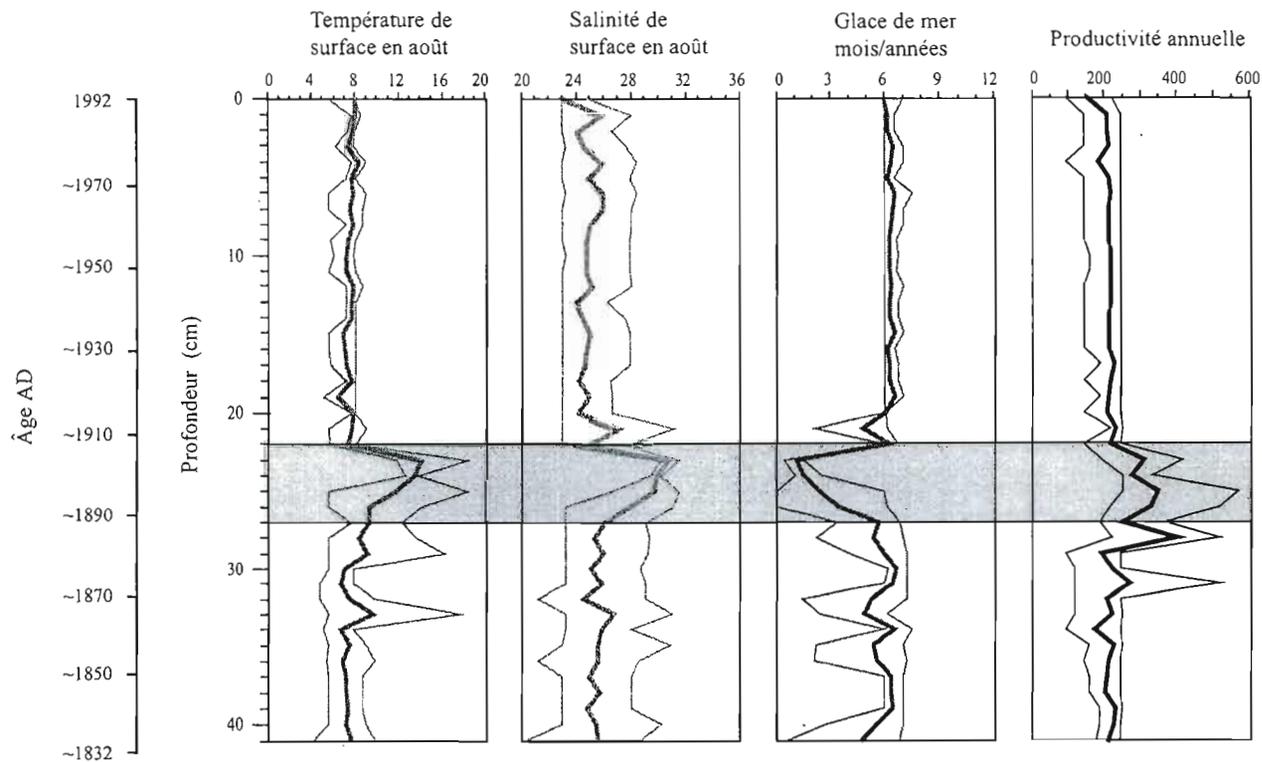


Figure 19. Reconstitution des conditions de surface du sud est de la Baie d'Hudson réalisée à partir de la méthode des meilleurs analogues. Le trait en caractère gras évoque la valeur la plus probable, calculée à partir de 5 analogues, et les traits fins indiquent les maximum et minimum possibles.

durée du couvert de la glace de mer (de 6 à 1 mois par an) marqueraient cet intervalle. Le début du 20^e siècle serait caractérisé par un refroidissement, les températures s'établissant à 8 °C en été (juillet, août, septembre). Après le début du 20^e siècle, les assemblages sont assez uniformes et les conditions environnementales reconstituées présentent peu de variation, avec une température estivale d'environ 8 °C, une salinité variant entre 24 et 26 psu, et une durée du couvert de glace de mer évaluée à environ 6 mois par année. De telles estimations révèlent des conditions semblables à celles du *World Ocean Atlas* (2001), sauf pour ce qui concerne la salinité qui est surestimée.

Les assemblages de foraminifères benthiques sont principalement dominés par les formes endo-benthiques carbonatées *Cassidulina reniforme*, *Elphidium excavatum* et *Islandiella norcrossi* (figure 17). *Cassidulina reniforme* est considéré comme un taxon des plus commun de la baie d'Hudson (Leslie, 1965) comme *Elphidium excavatum* (Ellison et Nichols, 1975). Ce sont des taxons souvent co-dominants, typiques des milieux d'eau froide (Hald et Korsun, 1997) avec une salinité de 28 à 33 psu (Vilks *et al.*, 1984). L'assemblage de *Cassidulina reniforme*, *Elphidium excavatum* et *Islandiella norcrossi* pourrait indiquer des teneurs en oxygène dissous de l'eau relativement élevée (Leslie, 1965). Une diminution de *Elphidium excavatum* accompagnée d'une augmentation d'*Adercotryma glomeratum* (Hald et Korsun, 1997) dans la partie supérieure de la carotte (ca. 1960 à 1992) indiquerait une hausse de la salinité et une légère diminution des teneurs en oxygène dissous dans la masse d'eau profonde. *Nonionellina labradorica* et *Islandiella norcrossi* sont plus abondants au sommet de la carotte, soit entre les années 1960 et 1992. Ces deux taxons sont associés généralement à des températures d'environ -1 °C à 1 °C avec des salinités élevées (>31 psu) (Leslie, 1965; Vilks, 1969; Vilks *et al.*, 1982; Rodrigues et Hooper, 1982). Leur augmentation serait un autre indice d'une hausse de la salinité.

L'augmentation du $\delta^{18}\text{O}$ d'*Islandiella norcrossi* dans la partie supérieure de la carotte (ca. 1920 à 1992) indiquerait une augmentation de la salinité dans la couche d'eau de fond (figure 18). Cela pourrait être associé à une importance accrue de la pénétration des eaux atlantiques. Alternativement, une diminution du taux de formation de glace de mer pourrait être à l'origine de l'augmentation du $\delta^{18}\text{O}$.

CHAPITRE IV

SÉRIE CHRONOLOGIQUE DU SUD DU BASSIN DE FOXE (MERICA-04-08)

4.1 Stratigraphie de la carotte

Les excès d'activité du ^{210}Pb ($^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$) des sédiments de la carotte M08, sont exprimés selon une échelle logarithmique. Ils présentent un profil relativement uniforme dans les 11 premiers centimètres de la carotte, ce qui correspond à la zone de bioturbation (figure 20). En effet, le pourcentage de foraminifères vivants, obtenus à partir d'une coloration au rose bengal démontre la présence de foraminifères vivants jusqu'à 11cm de profondeur, donc une bioturbation active dans les 11 premiers centimètres (figure 24). L'intervalle entre 11 et 34 cm illustrerait une vitesse de sédimentation d'environ de 0,1 cm/an. Les échantillons d'une épaisseur de 2 cm évoqueraient environ 20 ans de sédimentation. La séquence de 34 cm représenterait environ 300 ans de sédimentation.

Le sédiment renferme de 0,8 à 1,5 % de carbone organique (C_{org}) (figure 20). La courbe du C_{org} montre une petite augmentation de la base au sommet de la carotte. Le profil carbone/azote (C/N) présente des valeurs aux alentours de 7 dans les 4 derniers cm de la carotte et augmente vers des valeurs variant entre 10 et 12,5 de 29 cm jusqu'au sommet de la carotte. La matière organique serait principalement d'origine marine (Meyers, 1994). Les teneurs en $\delta^{13}\text{C}$, entre -21,5 et -22 ‰, indiquent également une matière organique d'origine marine. Le contenu en CaCO_3 est très élevé avec des valeurs comprises entre 46 et 49 %. Il s'agirait principalement de carbonate détritique.

4.2 Contenu micropaléontologique de la carotte

4.2.1 Les assemblages de palynomorphes

Les palynomorphes marins et terrestres sont abondants (figure 21). Les concentrations de dinokystes sont de l'ordre de 10^3 kystes. cm^{-3} permettant d'évaluer des flux élevés de 10^2 kystes. $\text{cm}^{-2}.\text{an}^{-1}$. Les concentrations de pollen sont de l'ordre de 10^2 grains. cm^{-3} . Les concentrations de dinokystes et de pollen sont relativement uniformes sur l'ensemble de la carotte.

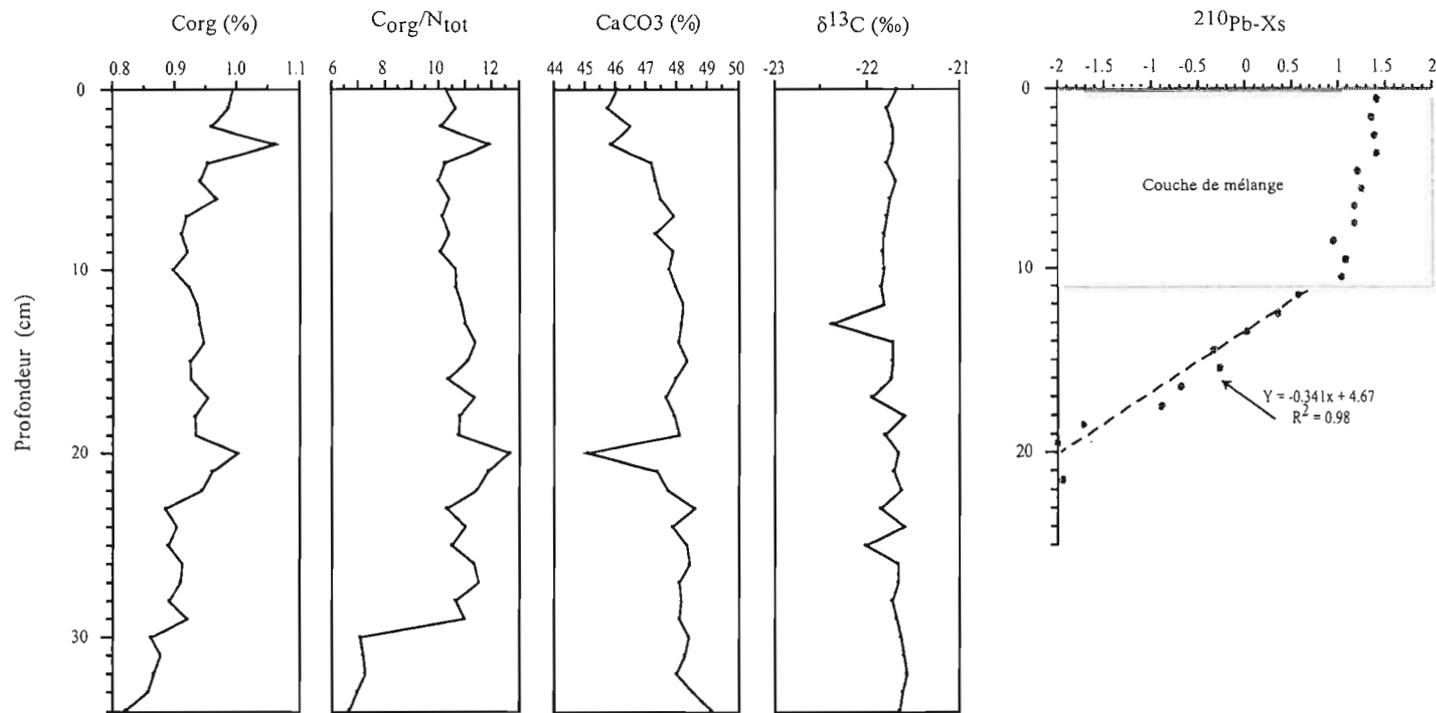


Figure 20. Contenu géochimique et isotopique de la carotte boîte MERICA-04/st.8.

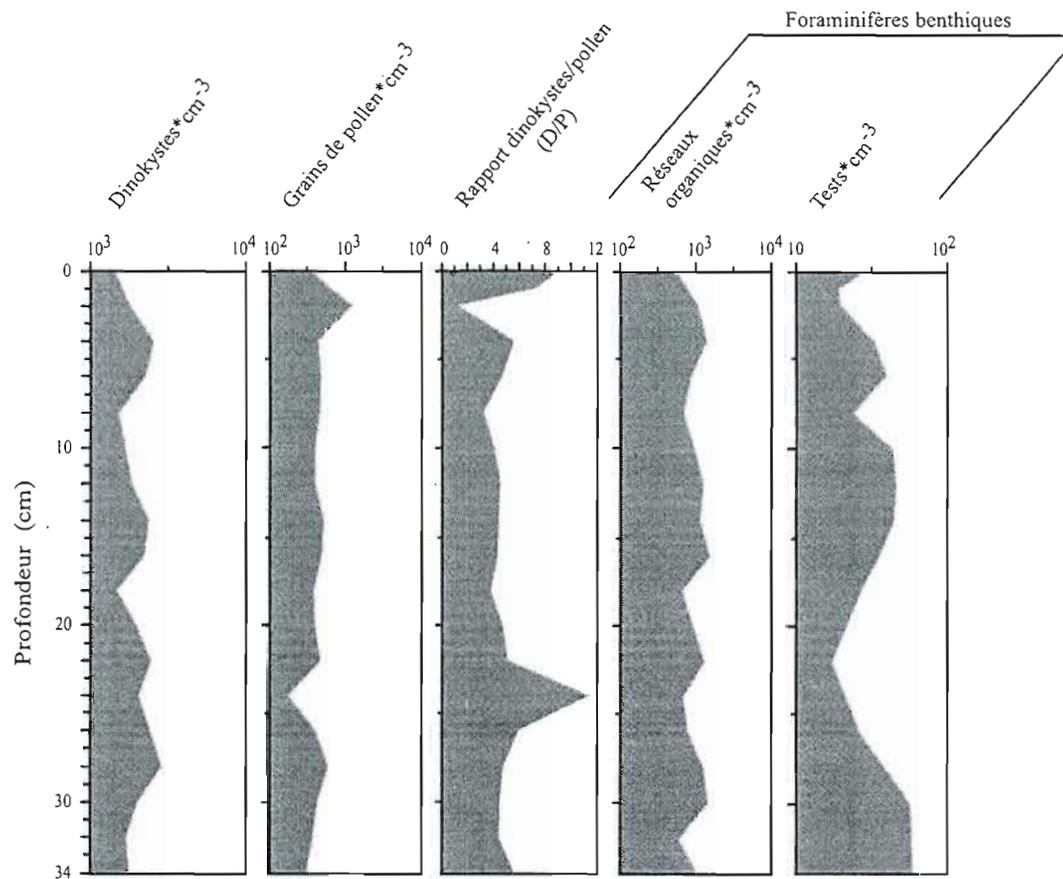


Figure 21. Abondance des palynomorphes marins et terrestres (dinokystes et pollen), rapport dinokystes/pollen, abondance des foraminifères benthiques (réseaux organiques et tests de foraminifères) de la carotte boîte MERICA-04/st.8. Les concentrations sont exprimées en valeur logarithmique.

Le rapport kystes de dinoflagellés/grains de pollen (D/P) présente des valeurs élevées, les apports marins étant dominant. La courbe D/P enregistre toutefois une augmentation de 6 à 12 entre 26 et 22 cm, ce qui pourrait être dû à une baisse des apports polliniques et/ou une augmentation de la productivité primaire algale.

4.2.2 Les assemblages de dinokystes

Les assemblages de dinokystes sont assez uniformes et se caractérisent par une faible diversité taxonomique. Ils sont dominés par *Brigantedinium* spp. (~ 80 à 99 %) (figure 22). Outre *Brigantedinium* spp., les taxons hétérotrophes sont représentés par *Islandinium minutum* (~ 1 à 8 %). Les assemblages incluent également des taxons autotrophes dont les proportions augmentent vers le sommet de la séquence. Il s'agit d'*Operculodinium centrocarpum* (≤ 6 %), de sa forme à courts processus (≤ 2 %) et de *Pentapharsodinium dalei* (≤ 5 %).

4.2.3 Les assemblages sporo-pollinique

Le contenu sporo-pollinique des sédiments est principalement dominé par le pollen de *Pinus* (40-80 %) ainsi que par les spores de *Sphagnum* (80-90 %) et le pollen de plantes herbacées (figure 23). Ces assemblages traduisent des apports issus d'une végétation ouverte de type toundra.

4.2.4 Les assemblages de foraminifères benthiques

Les foraminifères benthiques sont peu abondants (figure 21). Leurs concentrations varient de 17 à 60 tests.cm⁻³. En dépit de la faible abondance relative des tests de foraminifères benthiques, les réseaux organiques sont abondants (10²-10³ tests.cm⁻³) ce qui laisse supposer une dissolution partielle du CaCO₃ (cf. de Vernal *et al.*, 1992).

Les assemblages de tests de foraminifères sont dominés par les formes endobenthiques carbonatées *Cassidulina reniforme* (37 à 62 %), *Elphidium excavatum* (20 à 36 %) et *Islandiella norcrossi* (3 à 13 %) (figure 24). *Cassidulina reniforme* est un taxon commun des environnements arctiques et est souvent en co-dominance avec *Elphidium excavatum* (Sejrup et Guilbault, 1980). Ces derniers sont des taxons typiques des eaux froides

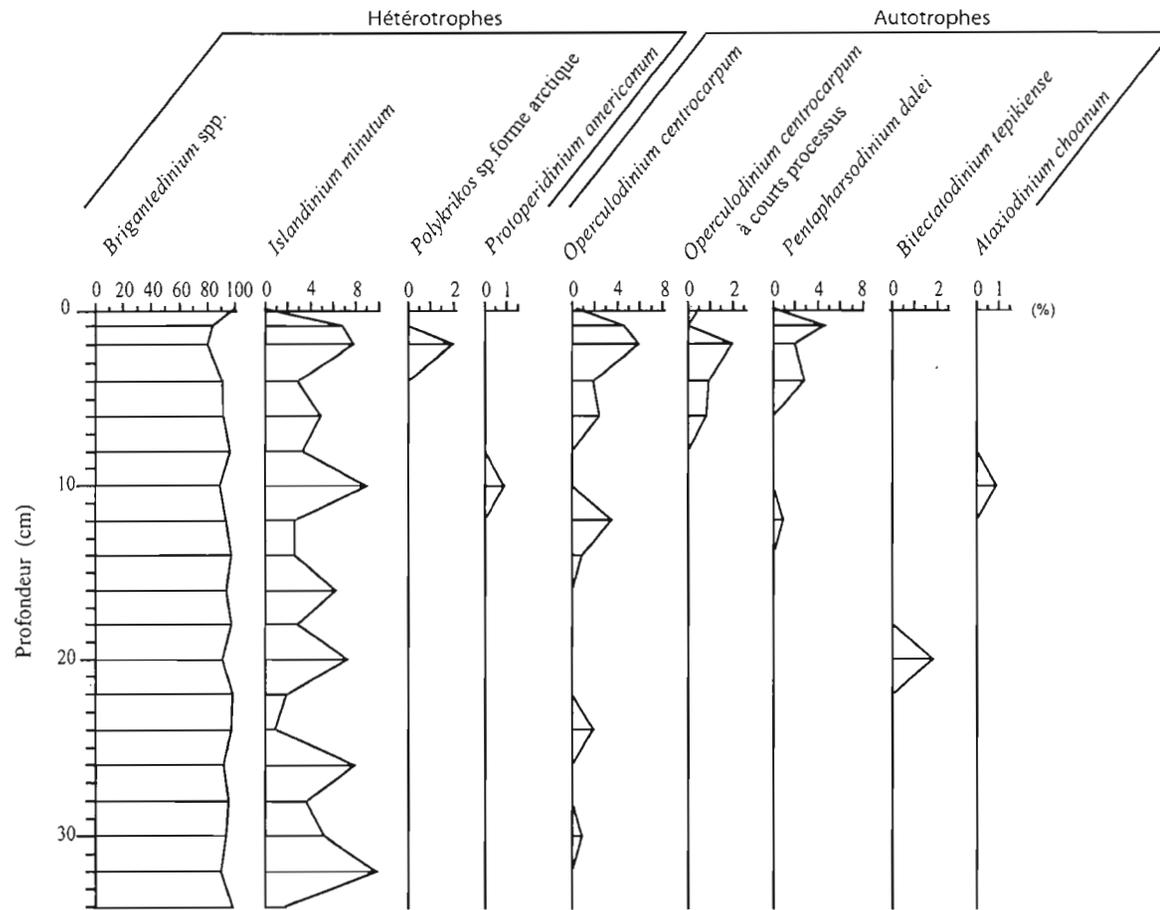


Figure 22. Pourcentage des principaux taxons de dinokystes dans la carotte boîte MERICA-04/st.8.

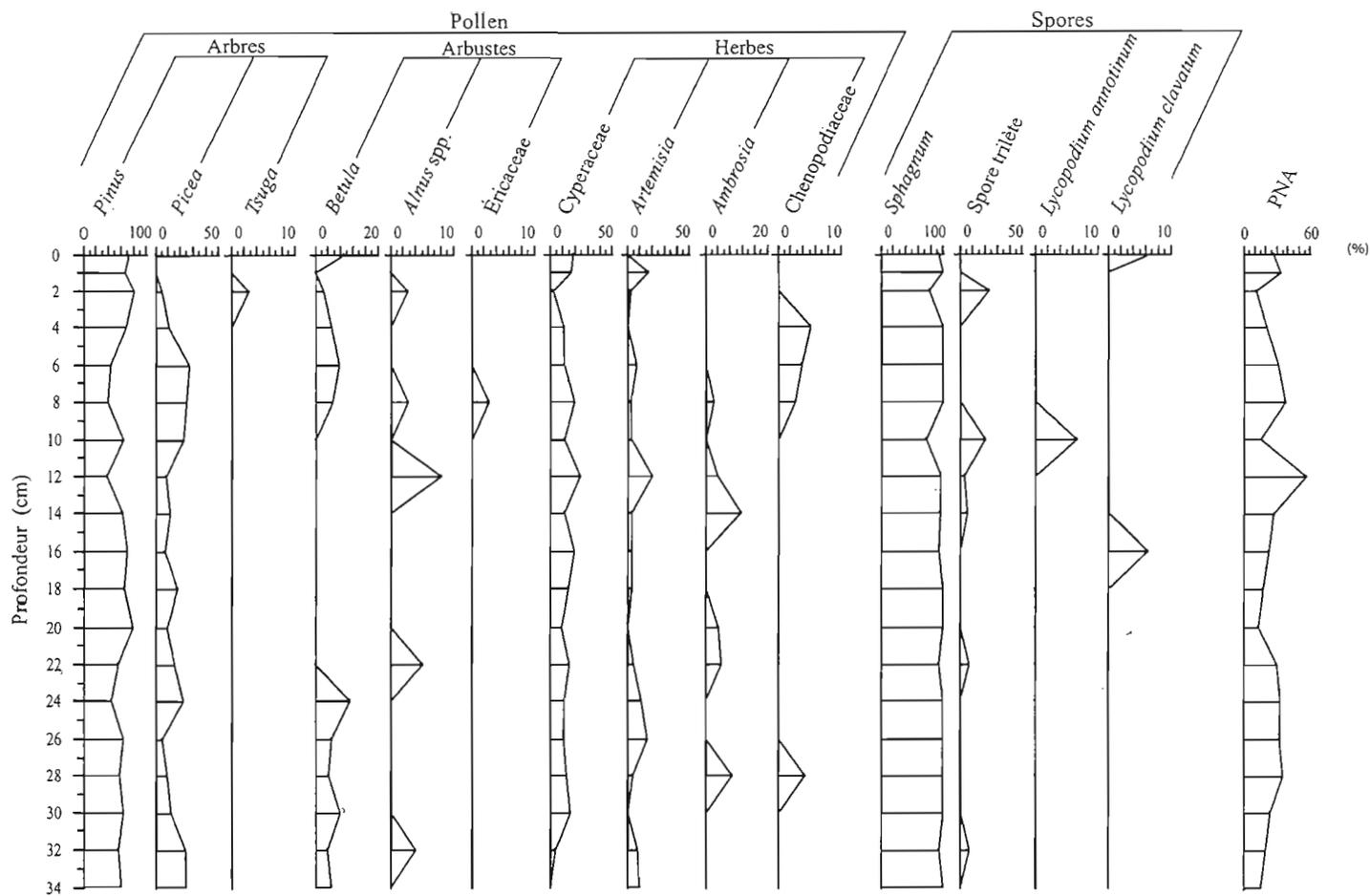


Figure 23. Pourcentages de taxons sporo-polliniques par rapport à la somme pollinique dans la carotte boîte MERICA-04/ST.8 et proportion de pollen de taxons non arborescents (PNA).

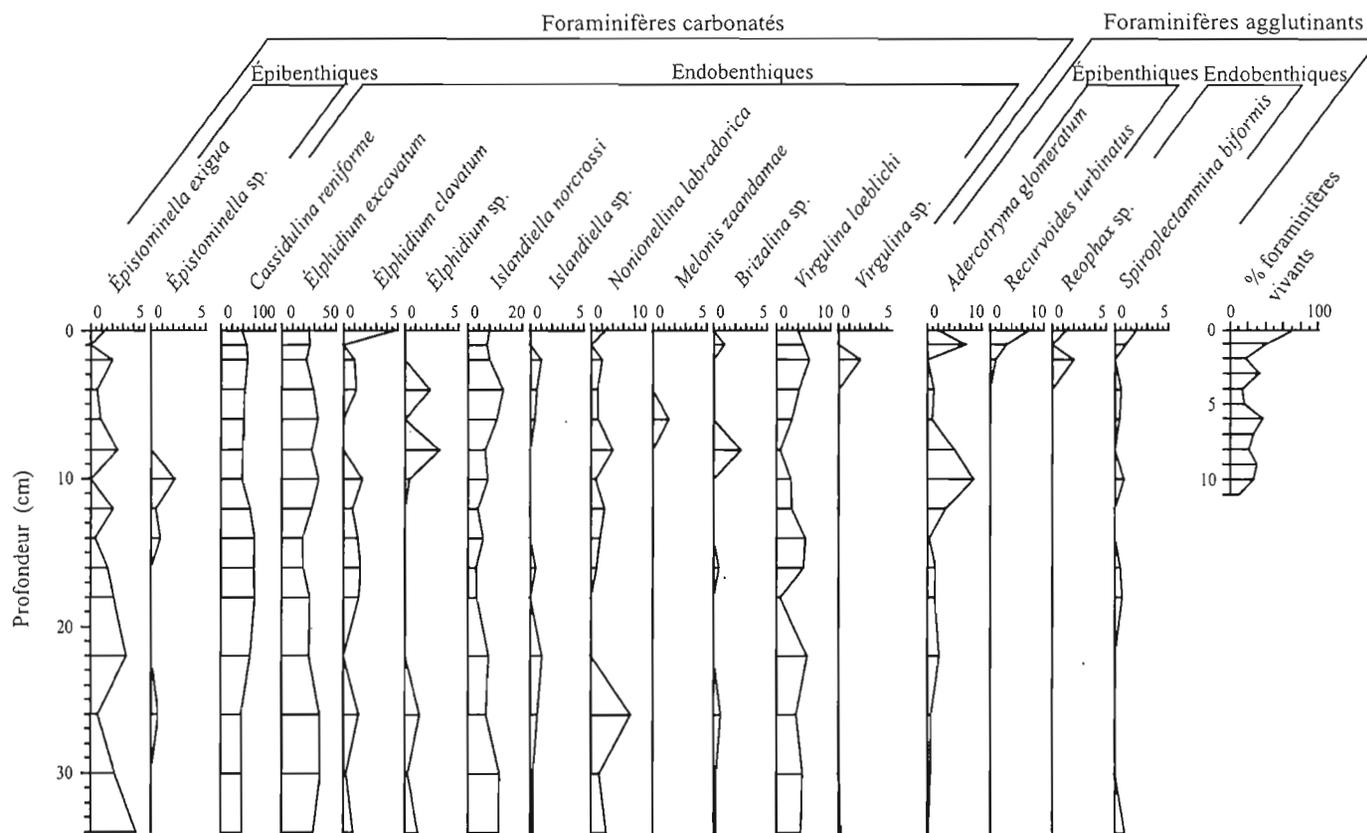


Figure 24. Pourcentage des principales espèces de foraminifères benthiques carbonatés et agglutinants, dans la carotte boîte MERICA-04-08 ainsi que le pourcentage de foraminifères vivants.

(Hald et Korsun, 1997) et de salinité comprise entre 28 et 33 psu (Vilks *et al.*, 1984). L'assemblage de *C. reniforme*, *E. excavatum* et *I. norcrossi* pourrait indiquer des teneurs en oxygène dissous de l'eau relativement élevées (Leslie, 1965). Outre ces taxons, *Recurvoides turbinatus*, *Reophax* spp. et *Spiroplectammina biformis*, augmentent légèrement dans les 4 cm supérieurs de la carotte. Ces taxons sont généralement typique des faciès sableux ou plus turbulents (Scott *et al.*, 1991).

4.2.5 $\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$ dans les foraminifères

Les teneurs en ^{18}O d'*Islandiella norcrossi* varient de 1,75 à 2,25 ‰ de la base au sommet de la carotte (figure 25). Cela pourrait indiquer une baisse de la température ou une augmentation de la salinité dans la couche d'eau de fond, sinon une diminution du taux de formation de glace de mer (*cf.* Hillaire-Marcel et de Vernal, sous presse). Les teneurs en ^{13}C diminuent de la base vers le sommet de la carotte (de -0,8 à -1,5 ‰). Il est à noter que la température de fond actuelle se situe au alentour de -2 °C et que la salinité est d'environ de 34 psu (*World Ocean Atlas*, 2001).

4.3 Discussion : Reconstitution des conditions hydrographiques

En dépit de fortes bioturbations, la carotte M08 présente un enregistrement des variations hydrographiques au cours des derniers siècles. Vers la surface, la distribution des dinokystes autotrophes est en hausse, en particulier *Operculodinium centrocarpum* et *Pentapharsodinium dalei*. Cette hausse pourrait être due à un changement trophique et/ou hydrographique mais il reste difficile de porter une affirmation univoque car tous les taxons sont ubiquistes en milieu polaire et subpolaire. La méthode des meilleurs analogues révèle que les analogues du sud du bassin de Foxe sont issus principalement de la Mer de Barents et de la Mer de Norvège. L'analyse des assemblages de la carotte permet de reconstituer des températures variant entre 0 et 2 °C et une salinité de 30 à 32 psu, ainsi qu'une durée saisonnière élevée du couvert de glace de mer d'environ 9 à 10 mois/an (figure 26). La productivité primaire présente peu de variation. Toutefois, on observe une augmentation de 100 à 150 gC m⁻² an⁻¹ dans la partie supérieure de la carotte (de 6 à 1 cm). Les données enregistrées (*World Ocean Atlas*, 2001) indiquent des conditions environnementales similaires et assez stables.

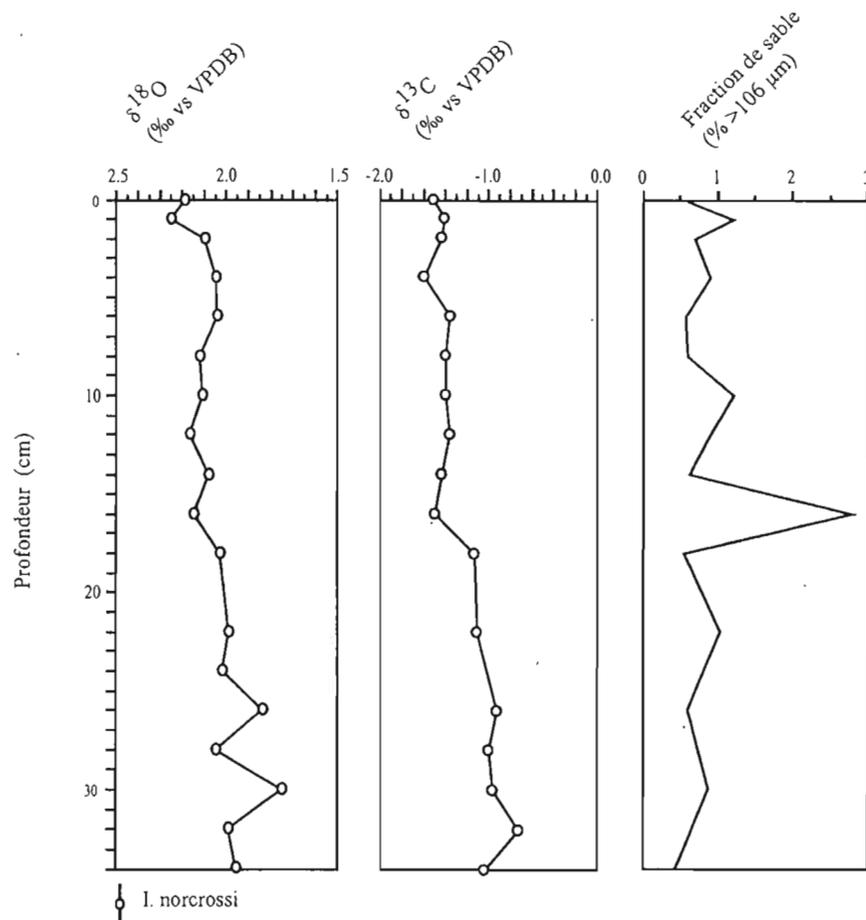


Figure 25. Diagramme des teneurs en $\delta^{18}\text{O}$ et en $\delta^{13}\text{C}$ des tests de *Islandiella norcrossi* et pourcentage de sables grossiers dans la carotte MERICA-04/st.8.

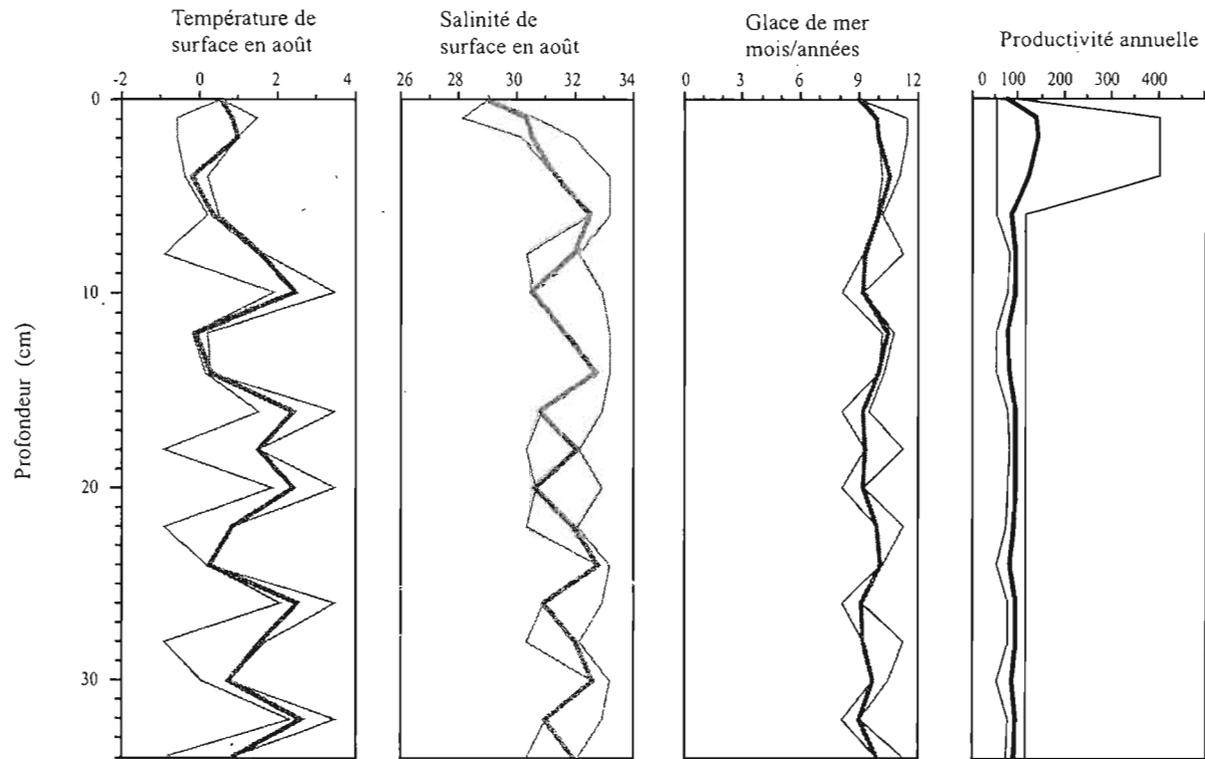


Figure 26. Reconstitution des conditions de surface du sud du Bassin de Foxe réalisée à partir de la méthode des meilleurs analogues. Le trait en caractère gras évoque la valeur la plus probable, calculée à partir de 5 analogues, et les traits fins indiquent les maximum et minimum possibles.

Les assemblages de foraminifères benthiques reflètent des conditions hydrographiques de la masse d'eau profonde relativement uniforme. La dominance de *Cassidulina reniforme*, *Elphidium excavatum* et *Islandiella norcrossi* suggère des conditions froides (Hald et Korsun, 1997) de salinité élevée (Vilks *et al.*, 1984) ainsi que des teneurs en oxygène dissous de l'eau relativement élevées (Leslie, 1965) ce qui met en évidence un mélange vertical lié à la formation de glace de mer.

CONCLUSIONS

L'analyse des sédiments de surface de la baie d'Hudson, du détroit d'Hudson et du bassin de Foxe a permis de définir la distribution régionale des assemblages de dinokystes en relation avec les paramètres physico-chimiques des masses d'eau de surface. Dans le sud de la baie d'Hudson, les assemblages sont dominés par *Pentapharsodium dalei*, accompagné de *Spiniferites elongatus*, *Spiniferites ramosus* et *Operculodinium centrocarpum*. Dans le secteur central de la baie d'Hudson, les assemblages se singularisent par la dominance de *Operculodinium centrocarpum* et l'occurrence de *Impagidinium pallidum*. Dans le nord, ce sont les taxons hétérotrophes qui dominent, notamment *Brigantedinium* spp. et *Islandinium* spp. Une zonation peut être établie sur la base d'analyses multivariées qui illustrent des relations étroites avec la salinité, la température, la glace de mer et la productivité. La productivité primaire, notamment, constitue le paramètre contrôlant la distribution des assemblages au sud et à l'est de la baie d'Hudson. Elle semble être associée au taxon autotrophe *Pentapharsodium dalei* qui caractériserait ainsi les milieux de haute productivité dans les systèmes indépendants des upwellings (cf. Radi *et al.*, 2007). Le centre de la baie ainsi que la région du nord (le bassin de Foxe et le détroit d'Hudson) présentent des environnements de moindre productivité caractérisés également par de faibles températures et/ou de glace de mer abondante.

Au-delà de ces grands traits de la distribution des dinokystes, les analyses des échantillons prélevés pré-1990 et post-2000 indiquent une certaine variabilité temporelle dans la composition des assemblages. En particulier, dans le centre ouest de la baie d'Hudson, les assemblages pré-1990 sont dominés par *Pentapharsodium dalei* alors que ceux post-2000 sont dominés par *Operculodinium centrocarpum* et *Spiniferites* spp. Ces changements indiqueraient probablement des conditions hydrographiques plus clémentes, liées à une forte productivité dans les années 1980 comparativement aux années 2000.

Les conditions hydrographiques et climatiques de la baie d'Hudson et du bassin de Foxe semblent avoir connu des changements au cours des derniers siècles. En particulier, la série sédimentaire HU-92028H-027 du sud de la baie d'Hudson illustre des changements significatifs dès la fin du 19^e siècle. Une hausse de la productivité primaire algale est mise en

évidence par l'augmentation du taux d'accumulation des dinokystes ainsi que l'augmentation de l'abondance relative des dinokystes par rapport au pollen. Les assemblages de dinokystes permettent de retracer les conditions de la masse d'eau de surface à partir de la méthode des meilleurs analogues. Ils indiquent des variations ténues de la température, de la salinité et du couvert de glace de mer, et mettent en évidence un optimum thermique vers la fin du 19^e siècle et début du 20^e siècle. Celui-ci aurait été marqué par une augmentation considérable de la température qui aurait atteint 15 °C en été, accompagnée d'une diminution de la glace de mer. Par la suite, le 20^e siècle semble avoir connu des conditions environnementales relativement stables avec des températures oscillant autour des moyennes actuelles de la région. Les conditions de la masse d'eau profonde, reconstituées qualitativement à partir des assemblages de foraminifères benthiques et de la composition isotopique de *Islandiella norcrossi*, semblent avoir enregistré une augmentation de sa salinité au cours du 20^e siècle ce qui pourrait être associée à une importance accrue de la pénétration des eaux atlantiques.

Les résultats d'analyses palynologiques dans le bassin de Foxe au nord de la baie d'Hudson (MERICA-04-08) n'illustrent pas de changements majeurs au cours des derniers siècles. Les conditions environnementales de surface semblent avoir été relativement stables dans la région. Toutefois, les teneurs en ¹⁸O des tests de *Islandiella norcrossi* y enregistrent une augmentation, comme cela est observé dans la carotte du sud de la baie d'Hudson mais avec une moindre amplitude. Elle indiquerait néanmoins une modification dans les eaux de fonds issues d'un changement dans la contribution des eaux de l'Arctique et de l'Atlantique et/ou de leurs propriétés au cours du dernier siècle.

BIBLIOGRAPHIE

- Anderson, J.T. et Roff, J.C., 1980. Seston ecology of the surface water of Hudson Bay. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 2242-2253.
- Antoine, D., André, J.M. et Morel, A., 1996. Oceanic primary production. 2. Estimation at global scale from satellite (coastal zone colour scanner) chlorophyll. *Global Biogeochemical Cycles* 10: 57-69.
- Barber, F.G., 1968. The water and ice of Hudson Bay. I. The water. *Dans: Science, history and Hudson Bay. Éditeur: C.S. Beals. Department of Energy, Mines and Ressources, Ottawa, Ontario pp. 287-318.*
- Bilodeau, G., de Vernal, A., Hillaire-Marcel, C. et Josenhans, H., 1990. Postglacial paleoceanography of Hudson Bay: stratigraphic, microfaunal, and palynological evidence. *Revue Canadienne des sciences de la Terre*, 27, 946-963.
- Bursa, A.S., 1968. Marine life of Hudson Bay. I. Marine plants. *Dans: Science, history and Hudson Bay. Éditeur: C.S. Beals. Department of Energy, Mines and Ressources, Ottawa, Ontario pp.343-351*
- Coplen-Tyler, B., 1995. Discontinuance of Smow and Pdb. *Nature* 375, 285.
- Cushman, J.A., 1933. New arctic Foraminifera collected by Capt. R. A. Bartlett from Fox Bassin and off the northeast coast of Greenland. *Smithsonian Misc. Coll.* 89-9, 8 pp.
- Dale, B., 1996. Dinoflagellate cyst ecology: modelling and geological applications. *Dans: Palynology: Principles and Applications, Vol. 3, Éditeur: J. Jansonius et D.C. McGregor, American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas, Tx, pp. 1249-1275.*
- Déry, S.J., Stieglitz, M., McKenna, E.C. and Wood, E. F., 2005. Characteristics and trends of river discharge into Hudson, James, and Ungava Bays, 1964-2000, *Journal of Climate*, 18-14: 2540-2557 .
- De Vernal, A., Larouche, A. et Richard, PJH., 1987. Evaluation of palynomorph concentrations: do the aliquot and the marker-grain methods yield comparable results ?, *Pollen et Spores* 29: 291-304.
- De Vernal, A., Bilodeau, G., Hillaire-Marcel, C. et Kassou, N., 1992. Quantitative assessment of carbonate dissolution in marine-sediments from foraminifer linings vs shell ratios – Davis Strait, Northwest North-Atlantic. *Geology* 20: 527-530.

- De Vernal, A., Henry, M. et Bilodeau, G., 1999. Techniques de préparation et d'analyse en micropaléontologie. Les cahier du GEOTOP #3, Université du Québec à Montréal, Montréal, 28.
- De Vernal, A., Henry, M., Matthiessen, J., Mudie, P.J., Rochon, A., Boessenkool, K.P., Eynaud, F., Grosfjeld, K., Guiot, J., Hamel, D., Hartland, R., Head, M.J., Kunz-Pirring, M., Levac, E., Loucheur, V., Peyron, O., Pospelova, V., Radi, T., Turon, J.-L. et Vorinina, E., 2001. Dinoflagellate cyst assemblages as tracers of sea-surface conditions in the northern North Atlantique, Arctic and sub-Arctic seas : the new 'n = 677' data base and its application for quantitative palaeoceanographic reconstruction. *Journal of Quaternary Sciences*, 16: 681-698.
- De Vernal, A., Eynaud, F., Henry, M., Hillaire-Marcel, C., Londeix, L., Mangin, S., Matthiessen, J., Marret, F., Radi, T., Rochon, A., Solignac et S., Turon, J.-L., 2005. Reconstruction of sea-surface conditions at middle to high latitudes of the Northern Hemisphere during the Last Glacial Maximum (LGM) based on dinoflagellate cyst assemblages. *Quaternary Sciences Reviews*, 24: 897-924.
- Drinkwater, K.F., 1990. Physical and chemical oceanography. *Dans*: Proceedings of a Workshop: Marine Ecosystem Studies in Hudson Strait, Montréal, Québec, 9-10 Novembre 1989. *Éditeur*: J.A. Percy. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 1770: 87-97.
- Ellison, R.L., et Nichols, M.M., 1975. Modern and Holocene foraminifera in the Chesapeake Bay Region: Maritime Sediments Special Publication 1: 131-151.
- Grainger, E.H., 1968. Marine life of Hudson Bay. II. Invertebrate animals. *Dans*: Science, history and Hudson Bay. *Éditeur*: C.S. Beals. Department of Energy, Mines and Ressources, Ottawa, Ontario pp.351-360.
- Guiot, J. et Goeury, C., 1996. PPPbase, a software for statistical analysis of paleoecological data. *Dendrochronologia* 14: 295-300.
- Hald, M. et Korsun, S., 1997. Distribution of modern benthic foraminifera from fjords of Svalbard, European Arctic. *Journal of Foraminiferal Research*, 27-2: 101-122.
- Hamel, D., de Vernal, A., Gosselin, M. et Hillaire-Marcel, C., 2002. Organic-walled microfossils and geochemical tracers : sedimentary indicators of productivity changes in the North Water and northern Baffin Bay during the last centuries. *Deep-Sea Research Part II*, 49: 5277-5295.
- Harvey, M., Therriault, J.-C. et Simard, N., 2001. Hydrodynamic control of late summer species composition and abundance of zooplankton in Hudson Bay and Hudson Strait (Canada). *Journal of Plankton Research*, 23-5: 481-496.

- Harvey, M., Therriault, J.-C. et Simard, N., 1997. Late-summer distribution of phytoplankton in relation to water mass characteristics in Hudson Bay and Hudson Strait (Canada). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 1937-1952.
- Hillaire-Marcel, C., de Vernal, A., Lucotte, M., Mucci, A., Bilodeau, G., Rochon, A., Valièrès, S. et Wu, G., 1994. Productivité et flux de carbone dans la mer du Labrador au cours des derniers 400 000 ans. *Revue Canadienne des sciences de la Terre*, 31: 139-158.
- Hillaire-Marcel, C., de Vernal, A., Bilodeau, G. et Weaver, A.J., 2001. Absence of deep-water formation in the Labrador Sea during the last interglacial period. *Nature*, 410-6832: 1073-1077
- Hillaire-Marcel, C. et de Vernal, A. Stable isotope clue to episodic sea-ice formation in the glacial North Atlantic, *Earth and Planetary Science Letters*, sous presse.
- Leslie, R.J., 1963. Foraminiferal study of cross-section of Hudson Bay, Canada. *Geological Survey of Canada, Paper 63-16*, 25 pp.
- Leslie, R.J., 1964. Sedimentology of Hudson Bay, District of Keewatin. *Geological Survey of Canada, Paper 63-48*, 31 pp.
- Leslie, R.J., 1965. Ecology and Paleocology of Hudson Bay foraminifera. *Bedford Inst. Of Oceanography, Report B.I.O.*, 65-6. Ph.D.thesis, 192 pp.
- Martini, I., 1986. *Canadian Inland Seas*. Elsevier, Amsterdam, 494 pp.
- Matthews, J., 1969. The assessment of a method for the determination of absolute pollen frequencies. *New Phytologist*, 68: 161-166.
- Meyers, P.A., 1994. Preservation of elemental and isotopic source identification of sedimentary organic matter. *Chemical Geology*, 114: 289-302.
- National Snow and Ice Data Center*, <http://nsidc.org/data/>
- Pett, R.J. et Roff, J.C., 1982. Some observations and deductions concerning the deep waters of Hudson Bay. *Naturaliste Canadian* 109: 767-774.
- Prinsenbergh, S.J., 1984. Freshwater contents and heat budgets of James Bay and Hudson Bay. *Continental Shelf Research*, 3: 191-200.
- Prinsenbergh, S.J., 1986. The circulation pattern and current structure of Hudson Bay. *Dans: Canadian Inland Seas. Éditeur: I.P. Martini. Elsevier, Amsterdam.* 187-204.

- Radi, T. et de Vernal, A., 2004. Dinocyst distribution in surface sediments from the northeastern Pacific margin (40-60 °N) in relation to hydrographic conditions, productivity and upwelling. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 128: 169-193.
- Radi, T., Pospelova, V., de Vernal, A. et Barrie, J.V., 2007. Dinoflagellate cysts as indicators of water quality and productivity in British Columbia estuarine environments. *Marine Micropaleontology*, 62: 269-297.
- Radi, T. et de Vernal, A. Dinocyst as proxy of primary productivity in mid-high latitudes of the Northern Hemisphere. *Marine Micropaleontology*, sous presse.
- Rodrigues, C.G., 1980. Holocene microfauna and paleoceanography of the Gulf of St. Lawrence. Ph.D. Thesis. Carleton University, 352 pp.
- Rodrigues, C.G. et Hooper, K., 1982. Recent benthonic foraminiferal associations from offshore environments in the Gulf of St. Lawrence. *Journal of Foraminiferal Research*, 12-4: 327-352.
- Roff, J.C. et Legendre, L., 1986. Physico-chemical and biological oceanography of Hudson Bay. *Dans: Canadian inland seas. Éditeur: I.P. Martini. Elsevier, Amsterdam. 265-291.*
- Saetre, M.M.L., Dale, B., Abdullah, M.I. et Saetre, G.-P., 1997. Dinoflagellate cysts as potential indicator of industrial pollution in a Norwegian Fjord. *Marine Environmental Research* 44: 167-189.
- Saucier, F.J., Senneville, S., Prinsenber, S., Roy, F., Smith, G., Gachon, P., Caya, D. et Laprise, R., 2004. Modelling the sea ice-ocean seasonal cycle in Hudson Bay, Foxe Basin and Hudson Strait, Canada. *Climate Dynamics*, 23: 303-326.
- Scott, D.B. et Vilks, G., 1991. Benthonic foraminifera in the surface sediments of the deep-sea Arctic Ocean. *Journal of Foraminiferal Research*, 21-1: 20-38.
- Sejrup, H-P. et Guilbault, J-P., 1980. *Cassidulina reniforme* and *C. obtusa* (foraminifera), taxonomy, distribution, and ecology.- *Sarsia* 65: 79-85.
- Shackleton, N.J., 1974. Attainment of isotopic equilibrium between ocean water and the benthonic foraminifera genus *Uvigerina*: Isotopic changes in the ocean during the last glacial. *Colloques internationaux du CNRS* 219.
- ter Braak, C.J.F. et Smilauer, P., 1998. Canoco Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows, Software for Canonical Community Ordination (version 4). Centre for Biometry, Wageningen. 351 pp.

- Todd, R. et Low, D., 1967. Recent Foraminifera from the Gulf of Alaska and southeastern Alaska. U.S. Geological Survey, Paper 573-A, A1-A46.
- Vilks, G., 1969. Recent Foraminifera in the Canadian Arctic. *Micropaleontology*, Vol. 15-1: 35-60.
- Vilks, G., Hardy, I.A. et Josenhans, H.W., 1984. Late Quaternary stratigraphy of the inner Labrador Shelf. *Current Research, Part A*, Geological Survey of Canada, Ottawa, 57-65.
- Vilk, G., Deonarine, B., Wagner, F.J. et Winter, G.V., 1982. Foraminifera and mollusca in surface sediments of the southeastern Labrador Shelf and Lake Melville, Canada. *Geological Society of America Bulletin*, Vol. 93-3: 225-238
- Wagner, F.J.E., 1968. Faunal study, Hudson Bay and Tyrrell Sea. *Dans: Earth Science Symposium on Hudson Bay*, Geological Survey of Canada, Paper 68-53, 7-48.
- World Ocean Atlas*, 2001. National Oceanic and Atmospheric Administration, Boulder, CO, CD-ROM data set.

ANNEXE

TABLEAU DE COMPTAGE DES PALYNOMORPHES

TABLEAU	PAGE
A. Dénombrement des dinokystes de la carotte boîte HU-92028H-027.....	64
B. Dénombrement des dinokystes de la carotte boîte MERICA-04-08.....	65
C. Dénombrement des pollen et des spores de la carotte boîte HU-92028H-027.....	66
D. Dénombrement des pollen et des spores de la carotte boîte MERICA-04-08.....	67
E. Dénombrement des foraminifères benthiques carbonatés et agglutinants de la carotte boîte HU-92028H-027.....	68
F. Dénombrement des foraminifères benthiques carbonatés et agglutinants de la carotte boîte MERICA-04-08.....	69

Tableau A. Dénombrement des dinokystes de la carotte boîte HU-92028H-027

Profondeur (cm)	<i>Ataxodinium choanum</i>	<i>Bitectodinium aculeatum</i>	<i>Impagidinium aculeatum</i>	<i>Impagidinium pallidum</i>	<i>Impagidinium patulum</i>	<i>Impagidinium sphaericum</i>	<i>Impagidinium</i> spp.	<i>Lingulodinium</i>	<i>Nematosphaerophorum</i>	<i>Operculodinium labyrinthus</i>	<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>Operculodinium short processes</i>	<i>Pyxidiniopsis reticulata</i>	<i>Spiniferites membranaceus</i>	<i>Spiniferites elongatus</i>	<i>Spiniferites ramosus</i>	<i>Spiniferites belevius</i>	<i>Spiniferites mirabilis</i>	<i>Spiniferites</i> spp.	<i>Pentaparthodinium dalei</i>	<i>Islandinium minutum</i>	<i>Islandinium? cezare</i>	<i>Islandinium</i> spp.	<i>Brigantedinium</i> spp.	<i>Selenopemphix quanta</i>	<i>Protoperidinium americanum</i>	<i>Polykrikos arcticus</i>	<i>Echnidium granulatum</i>	Indeterminé	Somme
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	3	0	0	10	7	0	0	2	319	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	355
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	2	15	0	0	0	331	3	0	0	2	0	0	0	0	0	1	367
2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	22	3	0	0	2	32	0	0	0	296	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	358
3	0	0	0	0	2	0	1	0	0	16	0	0	0	4	31	0	0	0	444	5	0	0	5	1	0	1	0	0	0	510
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	4	0	0	1	11	0	0	0	297	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	324
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	3	18	0	0	0	332	2	0	0	5	0	0	0	0	0	0	370
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	3	8	0	0	0	301	2	1	0	5	0	0	0	0	0	0	335
7	0	0	0	0	0	1	1	0	0	33	0	0	0	9	50	0	0	0	329	9	0	0	10	0	0	0	0	0	0	442
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5	0	0	12	29	0	0	0	275	10	0	0	3	0	0	0	0	0	0	355
9	0	0	0	0	0	0	2	0	0	32	1	0	0	7	37	0	0	0	303	4	0	0	9	0	0	0	0	0	0	395
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	3	0	0	8	19	0	0	0	242	12	0	0	13	1	0	0	0	0	0	317
11	0	0	0	0	1	0	1	0	0	25	0	0	0	12	52	0	0	0	266	6	0	0	10	0	0	0	0	0	0	373
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	2	0	0	4	27	0	0	0	262	9	0	0	4	0	0	0	0	0	0	326
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	6	34	0	0	0	273	4	0	0	8	2	0	0	0	1	0	356
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	4	0	0	2	21	0	0	0	271	2	0	0	6	0	0	0	0	0	0	320
15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	36	1	0	0	5	31	0	0	0	300	6	0	0	10	0	0	1	0	0	0	391
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	3	0	0	5	39	0	0	1	244	8	0	0	6	0	0	0	0	0	0	326
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	5	23	0	0	2	297	6	0	0	6	1	1	1	0	0	0	369
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	10	0	0	4	33	0	0	0	227	10	0	0	4	1	0	0	0	0	0	315
19	0	0	0	0	0	0	2	0	0	56	0	0	0	9	35	0	0	4	234	6	0	0	12	0	0	1	0	1	0	360
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	4	0	0	20	18	0	0	0	252	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	323
21	0	0	0	0	0	0	1	0	0	42	3	0	0	12	49	0	0	1	197	15	0	0	18	3	0	0	0	1	0	342
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4	0	0	6	27	0	0	0	258	6	0	0	7	0	0	0	0	0	0	327
23	1	2	0	0	2	0	3	0	1	33	4	2	0	5	32	0	0	5	154	16	0	0	50	2	0	0	0	1	0	313
24	0	3	0	0	0	0	0	0	0	48	6	2	0	8	44	0	0	0	120	31	0	0	53	3	0	0	0	0	0	318
25	0	1	0	0	0	0	0	0	0	34	1	0	0	10	49	0	0	3	190	23	0	0	21	5	0	0	0	1	0	338
26	0	0	0	0	0	0	1	0	0	47	6	0	0	8	51	0	0	0	216	8	0	0	26	13	0	0	0	0	1	377
27	0	1	0	0	0	0	0	0	0	28	0	1	0	2	29	0	1	0	261	17	0	0	8	7	0	0	0	0	0	355
28	0	1	2	0	0	0	0	0	0	44	1	0	0	5	38	0	0	0	261	19	0	0	18	3	0	0	2	2	0	396
29	0	1	2	0	1	0	1	1	0	39	3	0	1	3	48	1	0	0	175	6	9	2	29	0	0	0	3	4	0	329
30	0	2	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	2	23	0	0	0	238	20	2	0	25	2	0	0	1	0	0	347
31	0	2	3	0	0	0	0	0	0	54	0	0	0	5	28	0	0	0	228	18	1	0	24	1	0	0	2	0	0	366
32	0	1	0	0	0	1	0	0	0	37	2	0	0	5	33	0	0	0	243	17	4	0	15	1	0	0	0	0	0	359
33	0	1	0	0	1	0	0	1	0	38	0	0	0	7	42	0	0	2	220	16	1	0	21	1	0	0	0	0	0	351
34	0	0	1	2	0	0	1	0	0	28	1	0	0	9	48	0	0	1	243	16	3	0	16	0	0	0	0	0	0	369
35	0	0	0	0	1	0	1	0	0	48	0	0	0	9	52	0	0	0	234	10	0	0	21	2	0	0	0	1	0	379
36	0	1	0	0	1	0	1	1	0	54	1	0	0	4	31	0	0	0	228	16	0	0	20	0	0	0	0	0	0	358
37	0	0	1	0	0	0	0	0	0	51	1	0	0	7	53	0	0	0	208	8	0	0	15	0	0	0	0	0	0	344
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	3	0	0	8	36	0	0	0	224	9	0	0	15	0	0	0	0	1	0	346
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	1	0	0	5	44	0	0	0	231	7	0	0	20	2	0	0	0	0	0	361
40	0	0	0	0	0	0	1	0	0	33	4	0	0	5	31	0	0	1	232	10	0	0	21	1	0	0	0	0	0	339
41	3	1	0	0	0	0	0	0	0	25	0	1	0	5	8	0	0	0	286	16	0	0	12	0	0	0	0	0	0	357

Tableau B. Dénombrement des dinokystes de la carotte boîte MERICA-04-08

Profondeur (cm)	<i>Ataxodinium choanum</i>	<i>Bitectatodinium tepikiense</i>	<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>Operculodinium short processes</i>	<i>Pentapharsodinium dalei</i>	<i>Islandinium minutum</i>	<i>Brigantedinium</i> spp.	<i>Protoperidinium americanum</i>	Indeterminé	Somme
0	0	0	1	1	0	0	200	0	0	202
1	0	0	2	0	2	3	37	0	0	44
2	0	0	3	1	1	4	41	0	0	50
4	0	0	2	1	3	3	97	0	1	107
6	0	0	3	1	0	6	112	0	0	122
8	0	0	0	0	0	4	116	0	1	121
10	1	0	0	0	0	10	99	1	0	111
12	0	0	4	0	1	3	107	0	0	115
14	0	0	1	0	0	3	112	0	0	116
16	0	0	0	0	0	7	107	0	0	114
18	0	0	0	0	0	3	104	0	0	107
20	0	2	0	0	0	8	100	0	0	110
22	0	0	0	0	0	2	102	0	0	104
24	0	0	2	0	0	1	101	0	0	104
26	0	0	0	0	0	9	105	0	0	114
28	0	0	0	0	0	4	106	0	1	111
30	0	0	1	0	0	6	107	0	0	114
32	0	0	0	0	0	11	101	0	0	112
34	0	0	0	0	0	2	112	0	0	114

Tableau C. Dénombrement des pollen et des spores de la carotte boîte HU-92028H-027

Profondeur (cm)	<i>Abies</i>	<i>Picea</i>	<i>Pinus</i>	<i>Tsuga</i>	<i>Acer</i>	<i>Carpinus</i>	<i>Carya</i>	<i>Fraxinus</i>	<i>Juglans</i>	<i>Quercus</i>	<i>Betula</i>	<i>Alnus spp.</i>	<i>Ericaceae</i>	<i>Salix</i>	Indéterminé pollen	<i>Ambrosia</i>	<i>Artemisia</i>	<i>Tubuliflore</i>	Chenopodiaceae	Cyperaceae	Polygonaceae	<i>Epilobium</i>	<i>Tetrads</i>	<i>Lycopodium annotinum</i>	<i>Lycopodium clavatum</i>	Spore monolète	Spore trilète	<i>Sphagnum</i>	<i>Equisetum</i>	<i>Isoetes</i>	Indéterminé spores	Somme Pollen	Somme Spores	Somme PNA
0	0	33	55	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	36	0	0	0	92	38	4
1	0	24	53	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	1	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0	23	0	2	0	87	26	10
2	0	69	58	0	0	1	0	0	0	0	7	13	1	3	0	4	1	0	0	2	1	0	0	3	0	1	9	54	0	0	0	160	67	32
3	0	42	82	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	12	0	0	0	133	13	9
4	0	49	60	0	0	0	0	0	0	0	4	6	0	0	0	1	4	0	3	6	0	1	0	0	0	0	11	17	0	0	0	134	28	25
5	0	47	79	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	1	1	0	0	4	0	0	0	0	2	0	0	21	0	2	0	137	25	11
6	0	52	71	0	0	0	0	1	0	0	1	4	0	0	1	1	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	9	26	0	0	0	138	35	14
7	0	122	90	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	4	4	0	1	7	0	0	0	1	2	0	0	71	0	7	0	236	81	24
8	0	31	69	0	0	0	0	0	0	0	1	9	0	0	0	4	3	0	4	2	0	0	0	0	1	1	12	28	0	0	0	123	42	23
9	0	99	91	1	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	2	6	0	1	10	0	0	0	1	2	0	0	50	0	0	0	217	53	26
10	0	83	88	0	0	0	0	0	0	0	6	3	0	0	0	5	1	0	4	0	0	0	0	4	1	3	6	72	0	1	0	190	87	19
11	0	111	76	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	6	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	32	0	2	0	206	34	18
12	0	36	61	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	4	1	0	6	1	0	0	0	0	3	1	10	40	0	0	1	121	55	24
13	0	75	88	0	0	0	0	0	0	0	7	3	1	0	0	3	2	0	2	9	0	0	0	1	0	0	0	60	0	1	0	190	62	27
14	0	53	92	0	1	0	0	0	0	0	10	23	0	2	0	2	9	0	3	1	0	0	2	2	1	0	10	50	0	0	5	198	68	52
15	0	107	89	0	0	1	0	0	0	0	10	0	0	0	0	2	3	0	1	9	0	0	0	2	2	5	1	50	0	2	0	222	62	25
16	0	80	158	0	0	0	0	0	0	0	4	11	0	0	0	2	5	0	2	5	0	0	0	1	0	1	13	56	0	0	0	267	71	29
17	0	60	83	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	3	4	0	0	0	0	1	0	0	25	0	2	0	155	28	11
18	0	147	174	0	0	1	0	0	0	0	14	28	0	0	0	5	5	0	8	0	0	1	0	2	0	0	19	68	1	4	0	383	94	61
19	0	90	92	0	0	0	0	0	0	0	8	1	1	0	1	1	7	0	2	12	0	0	0	3	3	1	3	66	0	4	0	215	80	33
20	0	109	82	0	0	2	0	0	0	0	7	11	0	0	0	1	5	0	4	0	0	0	0	2	0	16	59	0	2	0	221	79	28	
21	0	91	87	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	3	5	0	1	11	0	0	0	2	2	0	0	48	0	2	0	205	54	27
22	0	79	115	0	0	0	0	0	0	0	16	24	0	0	0	2	10	0	4	2	0	0	0	2	4	2	11	107	0	0	0	252	126	58
23	0	358	168	0	0	1	0	1	0	0	20	7	1	2	0	13	7	0	2	14	0	0	0	3	1	6	10	192	0	11	0	594	223	66
24	2	313	125	0	0	0	0	0	0	0	15	11	1	0	0	10	12	0	1	4	0	0	0	2	3	4	1	201	0	3	0	494	214	54
25	0	198	100	0	5	2	0	0	0	0	10	10	0	0	0	3	3	1	3	6	0	0	0	2	2	3	0	116	0	5	0	341	128	36
26	0	199	101	2	0	0	0	0	0	0	13	9	1	0	0	1	4	0	1	5	0	0	0	5	2	1	0	98	0	3	0	336	109	34
27	0	81	80	1	0	0	0	0	0	0	5	1	1	0	0	0	1	0	0	8	0	0	0	3	0	1	29	0	0	0	178	33	16	
28	0	160	142	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0	3	0	2	0	76	0	1	1	316	82	14
29	0	131	99	2	0	0	0	0	0	0	1	4	5	0	0	1	3	0	1	4	0	0	0	3	1	1	0	65	0	3	1	251	73	18
30	0	60	103	1	0	0	0	0	0	0	9	2	0	0	0	2	2	0	1	12	0	0	0	1	2	4	0	67	0	5	0	192	79	28
31	0	72	116	1	0	0	0	0	0	0	8	8	1	0	0	6	13	0	6	12	0	0	0	2	1	6	1	118	0	6	0	243	134	54
32	0	58	107	1	0	0	0	0	0	0	9	3	1	0	0	2	2	0	1	8	0	0	0	1	3	0	0	60	0	3	0	192	67	26
33	0	66	111	0	0	0	0	0	0	0	7	12	0	0	0	2	7	0	0	7	0	0	0	0	1	0	0	57	0	1	0	212	59	35
34	0	64	106	1	0	0	0	0	0	0	7	5	1	0	0	1	4	0	0	8	0	0	0	4	3	1	0	44	0	3	0	197	55	26
35	0	135	123	0	0	0	0	0	0	0	8	4	1	0	0	2	6	0	0	11	0	0	0	1	0	0	1	54	0	4	0	290	60	32
36	0	125	130	1	0	0	0	0	0	0	6	7	1	1	0	1	6	0	3	19	0	0	0	3	4	0	0	87	0	5	0	300	99	44
37	0	151	125	0	0	0	0	0	0	0	11	4	2	0	0	1	4	0	2	20	0	0	0	1	3	0	1	73	0	5	0	320	83	44
38	0	109	109	0	0	1	0	0	0	0	12	8	0	0	1	0	4	0	0	14	0	0	0	0	2	2	0	58	0	8	0	258	70	39
39	0	168	111	0	0	0	0	0	0	0	9	2	2	0	0	5	6	0	0	13	0	0	0	3	4	5	0	62	0	5	0	316	79	37
40	1	122	91	0	0	0	0	0	0	0	9	5	0	0	0	2	2	0	0	11	0	0	0	2	3	1	0	65	0	3	0	243	74	29
41	0	85	101	0	0	1	0	0	0	0	6	1	0	0	0	2	5	0	1	21	0	0	0	3	0	3	1	62	0	5	0	223	74	36

Tableau D. Dénombrement des pollen et des spores de la carotte boîte MERICA-04-08

Profondeur (cm)	<i>Picea</i>	<i>Pinus</i>	<i>Tsuga</i>	<i>Betula</i>	<i>Alnus spp.</i>	<i>Ericaceae</i>	<i>Ambrosia</i>	<i>Artemisia</i>	Chenopodiaceae	Cyperaceae	<i>Lycopodium annotinum</i>	<i>Lycopodium clavatum</i>	Spore trilète	<i>Sphagnum</i>	Somme Pollen	Somme Spores	Somme PNA
0	0	16	0	2	0	0	0	0	0	4	0	1	0	14	22	15	6
1	0	4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4	6	4	2
2	2	30	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	3	10	37	13	4
4	2	13	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	10	19	10	4
6	7	11	0	2	0	0	0	2	1	3	0	0	0	6	26	6	8
8	9	14	0	2	1	1	1	1	1	7	0	0	0	11	37	11	14
10	6	17	0	0	0	0	0	1	0	3	1	0	3	11	27	15	4
12	2	9	0	0	2	0	1	5	0	6	0	0	1	26	25	27	14
14	3	16	0	0	0	0	3	1	0	3	0	0	1	16	26	17	7
16	2	18	0	0	0	0	0	1	0	5	0	1	0	15	26	16	6
18	5	18	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	12	28	12	5
20	2	18	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	16	23	16	3
22	3	11	0	0	1	0	1	1	0	3	0	0	1	13	20	14	6
24	2	4	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	14	9	14	3
26	1	12	0	1	0	0	0	3	0	2	0	0	0	6	19	6	6
28	2	13	0	1	0	0	2	1	1	3	0	0	0	8	23	8	8
30	3	16	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	12	25	12	6
32	6	14	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0	1	13	25	14	5
34	5	12	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	8	20	8	3

Tableau F. Dénombrement des foraminifères benthiques carbonatés et agglutinants de la carotte boîte MÉRICA-04-08

Profondeur (cm)	0	3	7	10	12	14	16	18	22	26	30	34	
<i>Adercotryna glomeratum</i>	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147
<i>Astonionion gallowayi</i>	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98
<i>Buccella frigida</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
<i>Buccella sp.</i>	4	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	166
<i>Brizalina sp.</i>	6	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	203
<i>Cassidulina reniforme</i>	8	6	0	1	2	3	4	2	0	0	0	0	120
<i>Cibicides lobatulus</i>	10	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	223
<i>Cribrastomoides crassimargo</i>	12	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	236
<i>Eggerella advena</i>	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224
<i>Elphidium clavatum</i>	16	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180
<i>Elphidium excavatum</i>	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137
<i>Elphidium sp.</i>	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88
<i>Epistominella exigua</i>	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134
<i>Épistominella vitrea</i>	30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310
<i>Épistominella sp.</i>													
<i>Éponides</i>													
<i>Fissurina sp.</i>													
<i>Glandulina laevigata</i>													
<i>Globobulimina sp.</i>													
<i>Islandiella norcrossi</i>													
<i>Islandiella sp.</i>													
<i>Lagena sp.</i>													
<i>Melonis zaandamae</i>													
<i>Nonionellina labradorica</i>													
<i>Planorbulina mediterraneensis</i>													
<i>Quinqueloculina sp.</i>													
<i>Recurvoides turbinatus</i>													
<i>Reophax sp.</i>													
<i>Saccamina difflugiformis</i>													
<i>Spiroplectammina biformis</i>													
<i>Triloculina oblonga</i>													
<i>Triloculina sp.</i>													
<i>Virgulina loeblichii</i>													
<i>Virgulina sp.</i>													
Formes remaniées													
Somme foraminifères													