

CANADIAN THESES ON MICROFICHE

THÈSES CANADIENNES SUR MICROFICHE



National Library of Canada
Collections Development Branch

Canadian Theses on
Microfiche Service

Ottawa, Canada
K1A 0N4

Bibliothèque nationale du Canada
Direction du développement des collections

Service des thèses-canadiennes
sur microfiche

NOTICE

The quality of this microfiche is heavily dependent upon the quality of the original thesis submitted for microfilming. Every effort has been made to ensure the highest quality of reproduction possible.

If pages are missing, contact the university which granted the degree.

Some pages may have indistinct print especially if the original pages were typed with a poor typewriter ribbon or if the university sent us an inferior photocopy.

Previously copyrighted materials (journal articles, published tests, etc.) are not filmed.

Reproduction in full or in part of this film is governed by the Canadian Copyright Act, R.S.C. 1970, c. C-30. Please read the authorization forms which accompany this thesis.

**THIS DISSERTATION
HAS BEEN MICROFILMED
EXACTLY AS RECEIVED**

AVIS

La qualité de cette microfiche dépend grandement de la qualité de la thèse soumise au microfilmage. Nous avons tout fait pour assurer une qualité supérieure de reproduction.

S'il manque des pages, veuillez communiquer avec l'université qui a conféré le grade.

La qualité d'impression de certaines pages peut laisser à désirer, surtout si les pages originales ont été dactylographiées à l'aide d'un ruban usé ou si l'université nous a fait parvenir une photocopie de qualité inférieure.

Les documents qui font déjà l'objet d'un droit d'auteur (articles de revue, examens publiés, etc.) ne sont pas microfilmés.

La reproduction, même partielle, de ce microfilm est soumise à la Loi canadienne sur le droit d'auteur, SRC 1970, c. C-30. Veuillez prendre connaissance des formules d'autorisation qui accompagnent cette thèse.

**LA THÈSE A ÉTÉ
MICROFILMÉE TELLE QUE
NOUS L'AVONS REÇUE**

UNIVERSITE D'OTTAWA
Département de Géographie

Francine Guay

ETUDE PALYNOLOGIQUE D'UNE PARTIE DU POSTGLACIAIRE
DANS LA RÉGION DE LA RIVIÈRE COPPERMINE T.N.O.

Thèse de maîtrise

Directeur de thèse:
Marie-Anne Geurts

Octobre 1984





UNIVERSITÉ D'OTTAWA
UNIVERSITY OF OTTAWA

TABLE DES MATIERES

RESUME-ABSTRACT	5
INTRODUCTION	7
1. CARACTERISTIQUES REGIONALES	9
1.1 Le territoire étudié.....	9
1.2 Physiographie	9
1.3 Aperçu géologique	11
1.4 Le climat	11
1.5 La végétation	14
1.6 La déglaciation et l'évolution quaternaire de la région	16
2. LOCALISATION ET DESCRIPTION DES SITES ECHANTILLON- NES	20
2.1 Le Chenal	20
2.2 Les terrasses	20
3. METHODOLOGIE	24
3.1 Le terrain	24
3.2 Le laboratoire	25
3.3 L'analyse	26
3.4 Les diagrammes polliniques	26
4. RESULTATS ET COMMENTAIRES	34
Diagramme 1: Le chenal de Quicksand Creek	36
Diagramme 2: La terrasse de 25 mètres	59
Diagramme 3: La terrasse de 20 mètres	63
Diagramme 4: La terrasse de 15 mètres	67
Diagramme 5: La terrasse de 6 mètres	72
5. DISCUSSION	85
La végétation.....	85
Le chenal	85
La terrasse de 25 mètres	88
La terrasse de 20 mètres	89
La terrasse de 15 mètres	89
La terrasse de 6 mètres	90
Comparaison entre ces séquences de végétation	92
L'influence du paysage local sur l'image pollini- que	94
Le climat	96
Comparaison avec d'autres diagrammes polliniques .	99
Relation entre nos résultats et l'évolution géo- morphologique de la vallée de la Coppermine	105
CONCLUSION	112
REMERCIEMENTS	118
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	119

Liste des diagrammes

Le chenal de Quicksand Creek, COPPERMINE T.N.O.	80
La terrasse de 25 mètres à la hauteur de la White Sandy, COPPERMINE T.N.O.	81
La terrasse de 20 mètres à la hauteur de la White Sandy, COPPERMINE T.N.O.	81
La terrasse de 15 mètres à la hauteur de la White Sandy, COPPERMINE T.N.O.	82
La terrasse de 6 mètres à la hauteur de la White Sandy, COPPERMINE T.N.O.	82

Liste des figures

1- Carte de localisation de la région de la rivière Coppermine T.N.O.	10
2- La rose des vents pour la station météorologique de Coppermine T.N.O.	21
3- Localisation du profil du chenal de Quicksand Creek	22
4- Localisation des profils des terrasses de 25, 20, 15 et 6 mètres	23
5- Le profil du clinomètre sur le versant est de la Coppermine, d'où proviennent les terrasses de 15 et 6 mètres	37
6- Vitesse de sédimentation dans le chenal	83
7- Courbe de l'épinette pour le chenal donnant les in- tervalles de confiance à 95%	84
8- Courbe de l'épinette pour les terrasses donnant les intervalles de confiances à 95%	100
9- Reproduction de la figure de Nichols 1975	117
10- Le bilan	

Liste des tableaux

1- Principales données météorologiques pour la région de Coppermine	116
2- Le bilan	

Liste des photos

1- Les niveaux de terrasses de la rivière Coppermine .	28
2- Les terrasses supérieures de 25 et 20 mètres: exemple de terrasse d'érosion	28

3-	La terrasse de 15 mètres; vue d'ensemble des dépôts	294
4-	La terrasse de 15 mètres; les structures lenticulaires dans les sables et graviers alluviaux	29
5-	La terrasse de 15 m; la partie supérieure de la coupe contenant des lits de brindilles	30
6-	La terrasse de 6m; vue d'ensemble des dépôts	30
7-	La terrasse de 6 m; les structures horizontales ...	31
8-	La terrasse de 6 m; le détail du fin lissage	31
9-	Le chenal de Quicksand Creek	32
10-	L'échantillonnage de la terrasse de 25 m	32
11-	Vue d'ensemble de la tourbière de la terrasse de 6m	33
12-	L'échantillonnage du chenal	33

Résumé

Cette étude porte sur la reconstitution d'une partie de l'histoire postglaciaire de la végétation et du climat dans la région de la rivière Coppermine, T.N.O. Cinq diagrammes polliniques provenant de tourbes et de sables contenant de la matière organique, ont été produits. Ils retracent deux périodes de l'Holocène.

Ces périodes se situent entre 8400 et 7000 BP et entre 3210 BP et l'actuel. Elles sont marquées par plusieurs fluctuations climatiques. On y apprend entre autre chose, que les arbres occupaient la région de la Coppermine au moins jusqu'à la hauteur du lac Qingaluk, dès 7530 BP et que le front arctique se situait juste au sud de la White Sandy lors d'une phase froide à environ 2200 BP.

Finalement cette recherche nous permet de suggérer que la formation des terrasses de la vallée a été conditionnée par des variations de l'environnement. Ainsi les encaissements de la rivière se seraient produit durant les périodes chaudes alors que les remblaiements auraient eu lieu durant les périodes climatiques froides.

Abstract

This study deals with parts of the postglacial vegetation and climate of the area of Coppermine River, NWT. Five pollen diagrams were derived from peats and organic sands.

They covered two periods; between 8400 BP and 7000 BP and between 3210 BP and the present. Many climatic fluctuations occurred during these periods. Two major points are; (1) the presence of the forest as far north as Qingaluk at 7530 BP, and (2) the position of the arctic front just south of the White Sandy River at about 2200 BP.

Finally, this research suggests that the formation of the terraces of the Coppermine River Valley were a consequence of environmental variations. Thus, incisions of the river were related to warmer periods and accretions of the river were associated with colder periods.

INTRODUCTION

La vallée de la rivière Coppermine, une région jusqu'à présent négligée par les palynologues sans doute à cause de sa difficulté d'accès, fait l'objet de cette recherche. En effet, seul Nichols (1975) a publié deux courts diagrammes tout près du village de Coppermine à l'embouchure de la rivière. Du même auteur, nous connaissons des informations palynologiques à Port Radium situé près du Grand lac de l'Ours mais l'essentiel de ces travaux couvrent le District du Keewatin déjà beaucoup plus loin, à l'est de notre région.

St-Onge lors de travaux de cartographie des dépôts de surface dans la vallée de la Coppermine a identifié la présence d'un ancien chenal dont la base est datée de 8400 années BP. Des analyses palynologiques préliminaires des sédiments de ce chenal ont stimulé l'intérêt de cette recherche puisqu'elles mettaient en relief des variations du couvert végétal dans cette partie du territoire (voir Geurts et Bourgeois 1981). Le diagramme issu de l'échantillonnage du chenal de Quicksand Creek apparaissait comme étant la séquence la plus ancienne pour la région. M. Mott nous a amené à considérer la possibilité que cette séquence ne soit pas continue mais qu'elle présente plutôt un hiatus important au niveau d'une discontinuité sédimentologique. Une nouvelle date ^{14}C a confirmé le fait que le chenal présente deux périodes de l'Holocène, situées entre 8400 et environ 7000 BP et entre 3200 BP et l'âge de l'arrêt de croissance de la tourbe, qui n'a pas été daté. L'intérêt du chenal réside dans une meil-

leur connaissance de la végétation et du climat pour la période de la plus récente mais plus encore pour la période de 8400 à 7000 BP qui est particulièrement mal connue.

D'autre part, la partie de la vallée sur laquelle nous avons porté notre attention est caractérisée par plusieurs niveaux de terrasses. Nous avons tenté de comprendre à partir de données palynologiques la perspective dans laquelle ces terrasses ont pu se former. Pour saisir les changements d'environnements à l'origine de l'évolution de la vallée nous avons échantillonné les tourbières situées au sommet des quatre principales terrasses. De ce fait, nous pouvions de plus tenter de préciser leurs âges relatifs et figurer l'influence de l'environnement immédiat sur des diagrammes spatialement rapprochés sujet à un paysage végétal commun.

1. CARACTÉRISTIQUES RÉGIONALES

1.1 Le territoire étudié

Une section de la vallée de la rivière Coppermine et du plateau environnant constitue notre région d'étude. Elle est délimitée par le quadrilatère formé des latitudes 66° et 67° Nord et des longitudes 114° et 116°30' Ouest (figure 1: carte de localisation). Cette section du territoire est dépourvue d'occupation humaine. On y accède par hydravion à partir de Yellowknife. La majeure partie des déplacements se fait en canot-moteur par la rivière.

1.2 Physiographie

Dans cette partie du territoire, le plateau a une élévation moyenne de 600 mètres. L'altitude du plateau passe de 500 m au sud de la région à 750 m au nord. L'écoulement de la rivière se fait vers le nord en sens inverse de la pente du plateau. Le niveau de la rivière passe de 286 m a.n.m. à la hauteur de l'embouchure de la White Sandy, à 259 m a.n.m. à la hauteur de Quicksand Creek. L'encaissement de la vallée dans le plateau est donc beaucoup plus important au nord qu'au sud de notre région d'étude. La Coppermine s'écoule vers le nord mais une partie du drainage régional s'effectue aussi vers l'ouest par la rivière Sloan jusqu'au bras McTavish du Grand Lac de l'Ours.

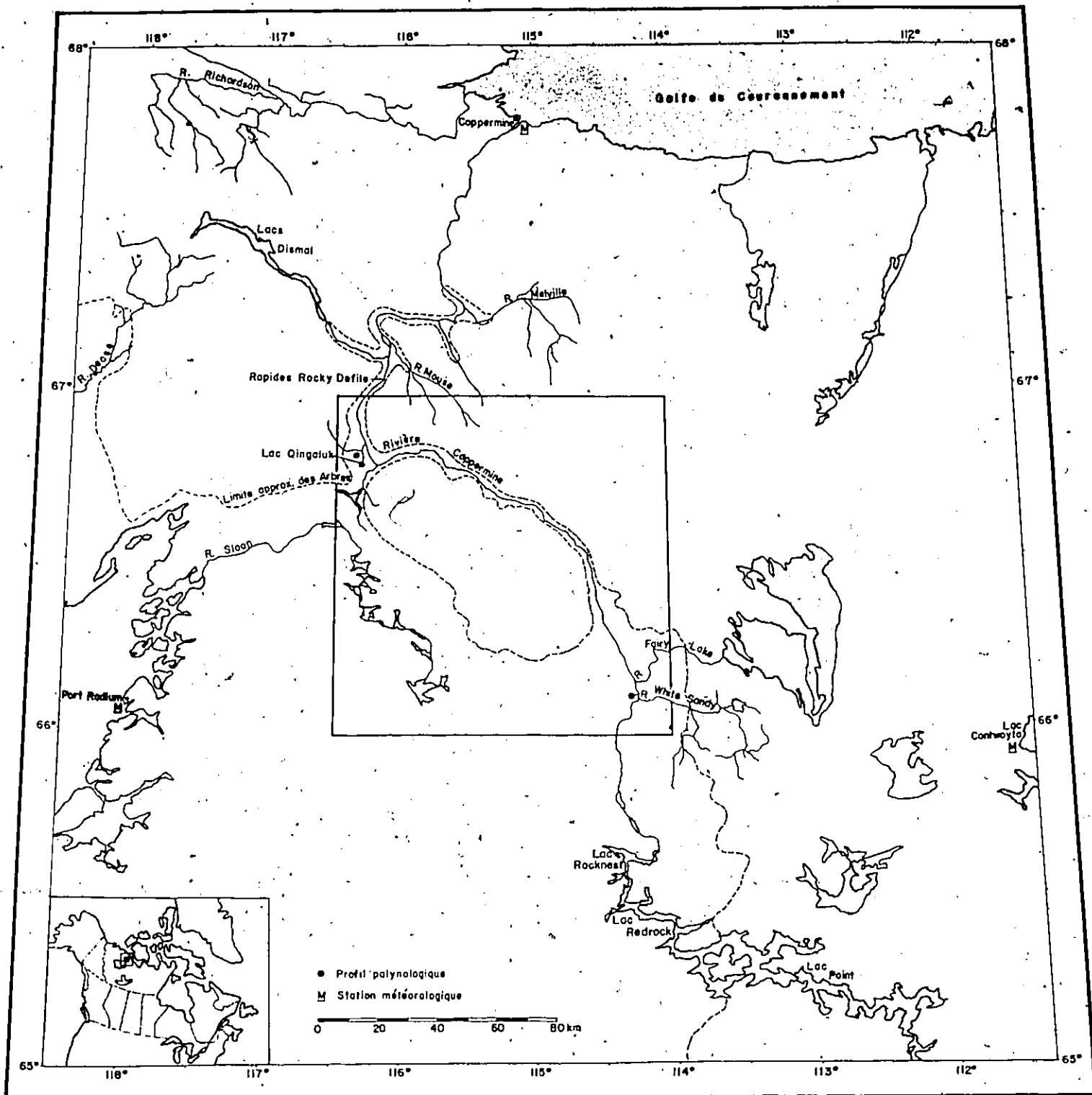


Figure 1

1.3 Aperçu géologique

Les assises rocheuses constituées de roches intrusives et métamorphiques sont précambriennes (Hoffman et al. 1981).

1.4 Le climat

La classification de Hare et Thomas (1974) pour les climats du nord canadien est basée sur la limite des arbres ainsi, l'essentiel de la région subit le climat arctique. Cependant, le microclimat particulier de la vallée, à cause de la présence de l'épinette, s'apparente au climat de type boréal.

Les stations météorologiques les plus rapprochées de notre région d'étude sont celles de Coppermine, du lac Contwoyto et de Port Radium (localisation à la figure 1). Le tableau 1 présente les paramètres météorologiques connus pour ces stations et la figure 2 livre la rose des vents à Coppermine.

Pour les températures: moyenne, maximum moyenne et minimum moyenne, le site plus continental du lac Contwoyto donne des températures très légèrement plus froides qu'à Coppermine, sauf pour la température maximum moyenne de juillet, où il est plus chaud. Le site de Port Radium est nettement plus chaud que les deux précédents. Les températures maximum et minimum absolues sont généralement plus froides au lac Contwoyto qu'aux deux autres stations. La longueur de la saison de gel est beaucoup plus importante

Tableau 1

Principales données météorologiques de la région

Stations Coordonnées	Coppermine 67°50'N-115°05'O	Lac Contwoyto 65°30'N-112°25'O	Port Radium 66°05'N-118°02'O
<u>Température (°C)</u>			
moyenne annuelle	-11.4	-12.	- 7.0
janvier	-29.4	-31.1	-26.9
juillet	9.3	9.	11.8
maximum moyenne annuelle	- 7.6	- 8.	- 3.3
janvier	-25.6	-27.3	-23.6
juillet	13.4	14.1	16.4
minimum moyenne annuelle	-15.2	-16.1	-10.8
janvier	-33.3	-34.8	-30.2
juillet	5.2	3.8	7.3
maximum absolue annuelle	32.2	27.2	30.6
janvier	- 2.8	-11.1	- 2.2
juillet	32.2	27.2	30.0
minimum absolue annuelle	-50.	-53.9	-49.4
janvier	-47.8	-47.2	-47.8
juillet	- 0.5	- 2.2	- 1.1
longueur de la saison de gel (jours)	89	85	121
<u>Précipitations (cm)</u>			
totales annuelles	21.5	27.3	22.5
neige	100.5	128.	102.

Données tirées de: Environnement Canada, 1973, Normales au Canada.

Coppermine (1953-1972) _____ déc./fév. - vent calme 12.2% _____
 _____ mars/mai - vent calme 13.7% _____
 _____ juin/août - vent calme 5.2% _____
 _____ sep./nov. - vent calme 5.1% _____

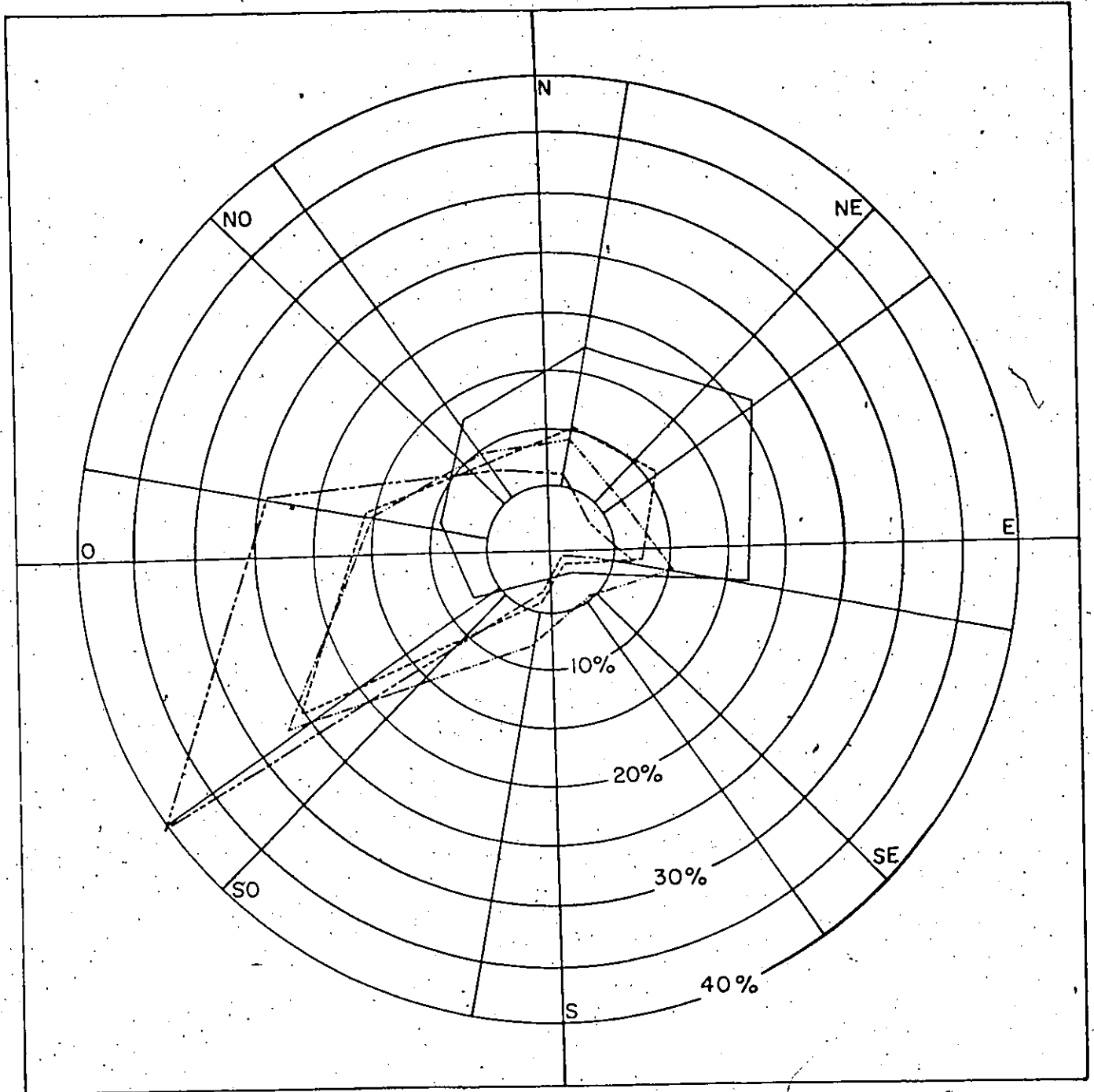


Figure 2: Pourcentage de la fréquence d'une direction donnée du vent, pour toutes les vitesses (vents calmes indiqués à part), durant les quatre trimestres de l'année à partir de décembre. (figure reproduite de Maxwell 1980, page 320).

à Port Radium. Le taux de précipitation le plus élevé est celui du lac Contwoyto.

La prédominance de plus de 70% des masses d'air provenant de l'Arctique durant l'été (Bryson 1966) joue un rôle prépondérant sur le climat et la végétation. La différence provient généralement du Pacifique sous forme de masses d'air humide qui conditionnent les précipitations.

1.5 La végétation

La toundra forestière ceinture l'extrême nord de la forêt boréale (Rowe 1972). L'épinette blanche s'étend en galerie dans la vallée de la Coppermine jusqu'à 67°19'. Son extension est ensuite de plus en plus disjointe jusqu'à 67°35' (Geurts 1983). Une partie de la vallée à la hauteur du lac Qingaluk a été décrite comme suit:

"... dans le détail et le long de la vallée, la forêt d'épinette occupe essentiellement les versants tandis que les replats bien drainés sur matériel sableux et graveleux sont colonisés par une végétation de toundra arbustive dominée par le bouleau nain et les éricacées. Les dépressions humides sur les replats sont envahies d'une végétation riche en cypéracées. Sur les lacs asséchés, ou sur les berges de lac, ainsi que sur les barres alluviales poussent des saules parfois en peuplement purs."

(Geurts et Guay dans St-Onge et al. 1981 p. 331).

Cette description reflète bien les commentaires de Rowe (1972) sur ce type de végétation de transition selon lesquels le climat est le facteur déterminant de l'écotone toundra forestière et la mosaïque de la végétation reflète les diverses conditions du milieu.

De plus, une étude de végétation a été effectuée (par l'équipe St-Onge 1980) plus au sud le long de deux versants. Un versant ouest à la hauteur de la White Sandy et un versant est à une vingtaine de kilomètres au nord de celui-ci. Les 28 relevés de végétation ont permis l'identification de 77 espèces qui témoignent de la diversité du milieu. L'épinette est le seul taxon arborescent. Le bouleau nain, l'aulne et plusieurs espèces de saules composent l'essentiel de la strate arbustive. Des Composées, Crucifères, Cypéracées, Empétracées, Equisétacées, Ericacées, Graminées, Juncacées, Légumineuses, Lentibulariacées, Liliacées, Polygonacées, Renonculacées, Rosacées, Saxifragacées, et Scrophulariacées, complètent l'inventaire de ces relevés (données non-publiées).

La vallée apparaît un milieu apte à supporter une végétation relativement diversifiée. Le plateau environnant, plus restreint floristiquement, abrite une toundra arbustive (Zone III de Ritchie et Lichti-Federovich 1967).

Benninghoff (1952) attribue cette forme d'enclave de la toundra forestière dans la toundra arbustive à une humidité suffisante dans le sol. A plus haute altitude et sur les plateaux, le vent froid et sec assèche le sol au fur et à me-

sure de la fusion de la zone active (mollisol) en été. La configuration de la vallée limite donc l'efficacité du vent et la fonte de la neige, et de la glace du sol fournit l'humidité nécessaire à la croissance des arbres.

Plusieurs travaux de palynologie présentent de brèves descriptions de la végétation. Ceux de Geurts (1983) et de Ritchie (1974) sont particulièrement intéressants en ce sens qu'ils soulignent la relation existant entre la topographie et la végétation telle que représentée par les spectres polliniques, dans ces régions nordiques.

1.6 La déglaciation et l'évolution quaternaire de la région

Plusieurs publications récentes précisent les phases de déglaciation et l'évolution quaternaire de la vallée de la rivière Coppermine (St-Onge 1980, St-Onge et al. 1981, Guay et St-Onge 1982, St-Onge et Geurts 1982, St-Onge et Bruneau 1982, ainsi qu'un manuscrit de St-Onge: Deglaciation Pattern, Coppermine River Region Northwest Territories).

La période qui nous concerne est celle de la formation du lac glaciaire Coppermine. Il résulte du blocage de l'aval de la rivière par la glace qui occupait les basses terres du Golfe du Couronnement il y a plus de 10 300 années BP (St-Onge, comm. pers.). Deux phases glaciolacustres ont été reconnues. La première s'étend du lac Rocknest jusqu'aux rapides Rocky Defile. Des deltas perchés ont permis d'établir l'altitude de ce niveau lacustre à 365 m a.n.m. Le

drainage du lac s'effectuait alors par le lac Kamut à travers la rivière Sloan jusqu'au Grand lac de l'Ours. Un retrait mineur dégage la vallée des lacs Dismal et permet le drainage de la deuxième phase lacustre par deux exutoires possibles, soit par les lacs Dismal à travers la rivière Dease vers le Grand Lac de l'Ours qui place le niveau lacustre à 285 m a.n.m., soit à travers le plateau au nord des lacs Dismal vers le bassin de la rivière Richardson, le niveau lacustre serait alors à 270 m a.n.m. Les dépôts caractéristiques de ces phases glaciolacustres sont décrits dans les articles de St-Onge 1980, St-Onge et al. 1981 et St-Onge manuscrit. Ces dépôts qui forment de grandes surfaces horizontales, tapissent le fond de la vallée. La rivière qui s'est encaissée dans ces dépôts a laissé de grands affleurements qui mettent en évidence les varves glaciolacustres au-dessus desquelles on trouve des alluvions. La rivière qui s'est écoulée au-dessus des sédiments du lac glaciaire a donc enlevé une tranche d'épaisseur inconnue de sédiments glaciolacustres de sorte que le contact varves-alluvions est érosif. Une seule date est actuellement connue pour ces alluvions. Elle provient de bois de Salix emprisonnés dans les sables alluviaux de la terrasse supérieure de 32 mètres (320 m a.n.m.), à la hauteur de la rivière White Sandy et donne un âge de 7980 ± 140 années BP (GSC-3205). Selon St-Onge (manuscrit) cette date implique "that downcutting of the river was either a very slow process,

or it was intermittent with long intervening quiescent periods." Il est effectivement surprenant qu'après plus de 2300 ans suivant la fin de la déglaciation dans la région, la rivière ne se soit pas plus profondément encaissée et qu'elle s'écoule encore au niveau de la terrasse supérieure à White Sandy à l'âge tardif de 7980 BP. Plus en aval à la hauteur du ruisseau du Quicksand Creek, la rivière Coppermine s'écoulait en dessous de la terrasse supérieure de 320 m a.n.m. puisque l'encaissement était suffisant pour permettre l'entaille du chenal avant 8400 BP qui est l'âge du début de l'accumulation dans le chenal.

Plusieurs niveaux de terrasses marquent les phases d'évolution de la rivière après 7980 BP (photo 1 et figure 10). D'abord, une phase d'encaissement laisse des terrasses d'érosions, celles de 25 et 20 mètres à la hauteur de la White Sandy qui s'entaillent dans les varves (photo 2). Ensuite une phase de remblaiement a formé des terrasses d'accrétions dont les sédiments ne reposent plus sur des varves. La terrasse de 15 mètres est constituée de sables et graviers alluviaux, riche en débris organiques et à structures lenticulaires (photo 3,4 et 5). Un tronc d'épinette emprisonné dans cette terrasse (estimée à 14 mètres sur le site d'échantillonnage) situé à 7,5 mètres du niveau de la rivière et localisé à 9,5 km en aval de la White Sandy a permis de dater cette phase d'accrétion de la rivière à 4370 ± 60 années BP (GSC-3135) (Guay et St-Onge 1982). La rivière s'est donc

encaissée après 7980 BP au moins jusqu'au niveau du cours d'eau actuel puis, la vallée s'est remblayée jusqu'à 15 mètres vers 4370 BP. La Coppermine s'est ensuite encaissée de nouveau au moins jusqu'à son niveau actuel et a permis ultérieurement la formation d'une terrasse plus ou moins sub-actuelle. La terrasse de 6 mètres n'est pas une terrasse d'érosion dans la terrasse de 15 mètres puisqu'elle est de nature entièrement différente. Elle est constituée de lits de sables, de cailloutis et de débris organiques (photo 6, 7 et 8). La stratification horizontale et la nature du matériel indiquent qu'il s'agit d'un dépôt de plaine d'inondation relié à des crues saisonnières. Il est possible qu'elle soit atteinte par les eaux des grandes crues et que le remblaiement s'y poursuive encore.

Nos connaissances sur l'évolution de la vallée de la rivière Coppermine sont encore très limitées. Nous savons cependant qu'elle s'écoulait au niveau de la terrasse supérieure de 320 m a.n.m. (32 m) à la hauteur de la White Sandy à 7980 BP. Elle s'est encaissée après cette date et a remblayé jusqu'à 15 mètres vers 4370 BP puis, elle s'est encaissée de nouveau après 4370 BP. L'évolution de la vallée ne s'est donc pas faite de façon uniforme. Au contraire, elle semble évoluer en fonction de certaines conditions qui changent l'équilibre et se traduisent dans la vallée par des encaissements ou des accrétions de la rivière.

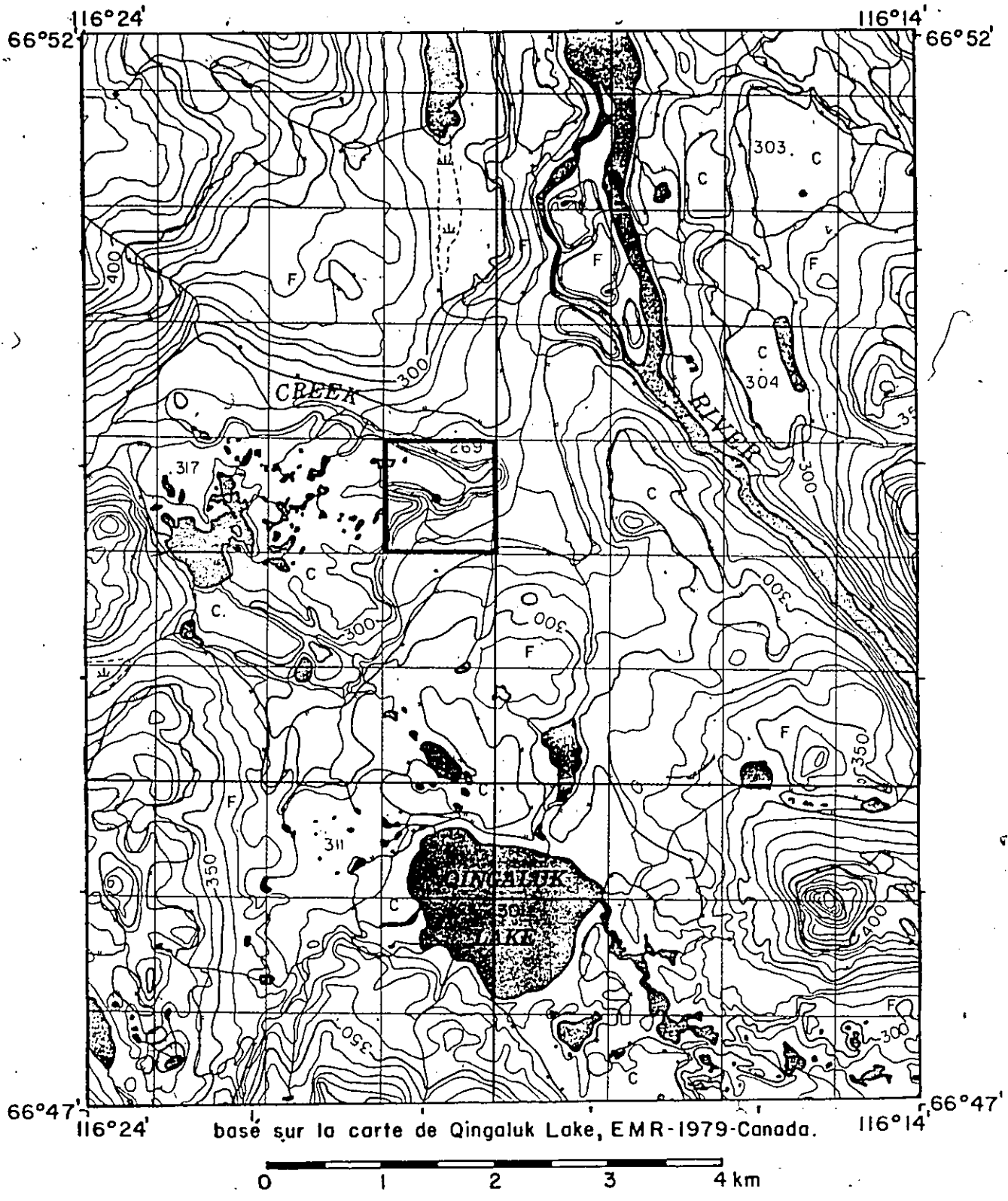
2. LOCALISATION ET DESCRIPTION DES SITES ÉCHANTILLONNÉS

2.1 Le chenal

Le chenal provient du versant est de la vallée du ruisseau du Quicksand Creek et est localisé aux coordonnées $66^{\circ} 49'30''$ N, $116^{\circ} 20'0''$. (carte de localisation à la figure 3). Il est visible en affleurement au sommet des dépôts du lac glaciaire Coppermine (photo 9). Sa profondeur est de 580 cm. Il n'est pas distinct de la surface topographique actuelle puisqu'il a été entièrement comblé par des sables contenant de la matière organique puis par de la tourbe entre 200 et 120 cm au sommet de laquelle il y a des dunes de sommet d'escarpement (St-Onge 1980). La toundra forestière occupe la proximité immédiate du site. La strate arbustive est constituée principalement du bouleau nain et des Ericacées.

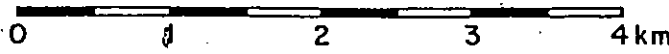
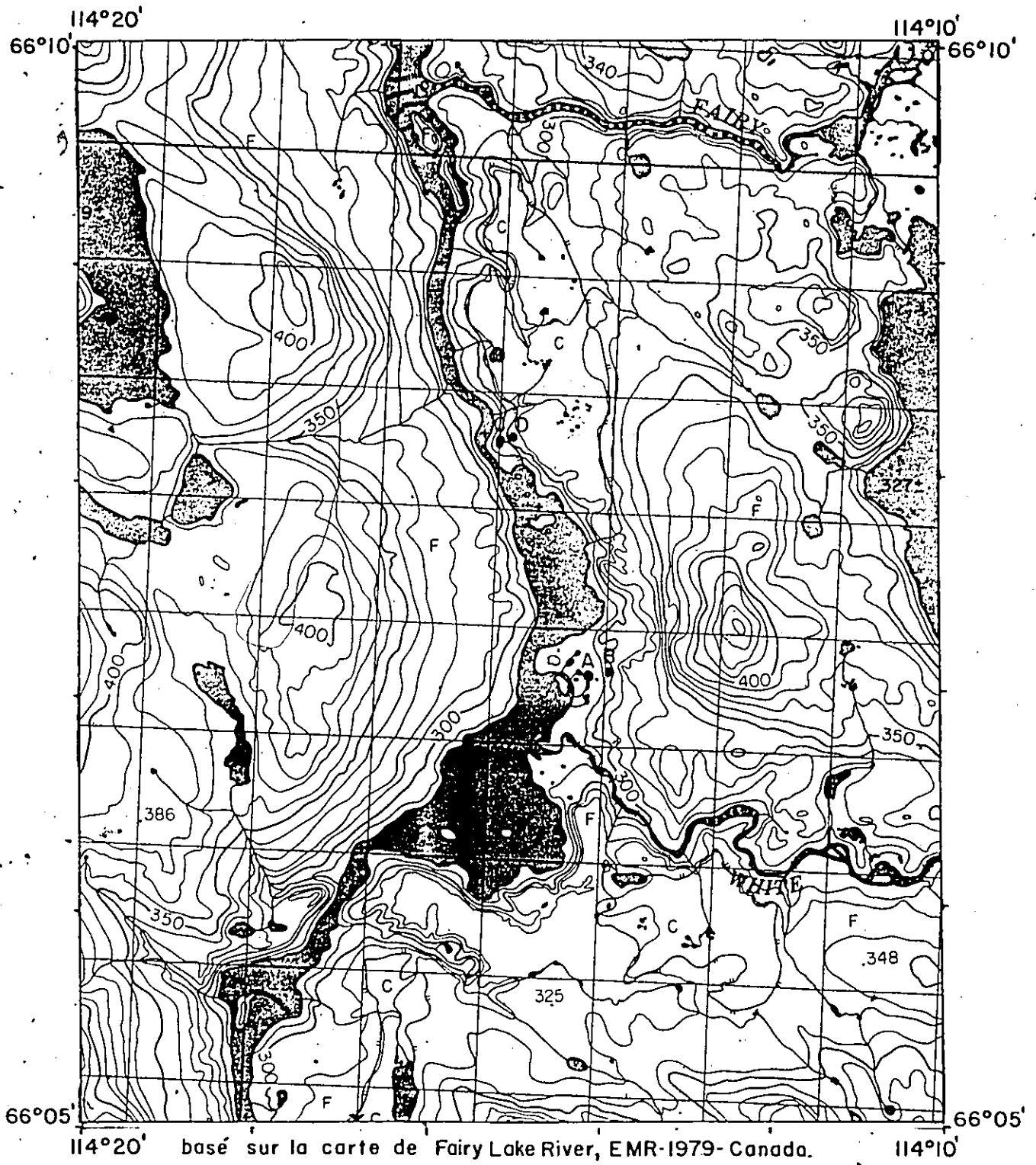
2.2 Les terrasses

Des tourbières ont été échantillonnées au sommet de quatre lambeaux de terrasse sur le versant est de la rivière Coppermine et tous situés dans un rayon de 2 km les uns des autres. Les deux terrasses supérieures, celles de 25 et 20 mètres au dessus du niveau de la rivière, sont localisées à 2,5 km de l'embouchure de la White Sandy et aux coordonnées $66^{\circ} 07'86''$ N, $114^{\circ} 16'0''$. (carte de localisation à la figure 4). Ces deux terrasses sont situées côte à côte, tout près de la rivière. Les tourbières sont constituées de sphai-



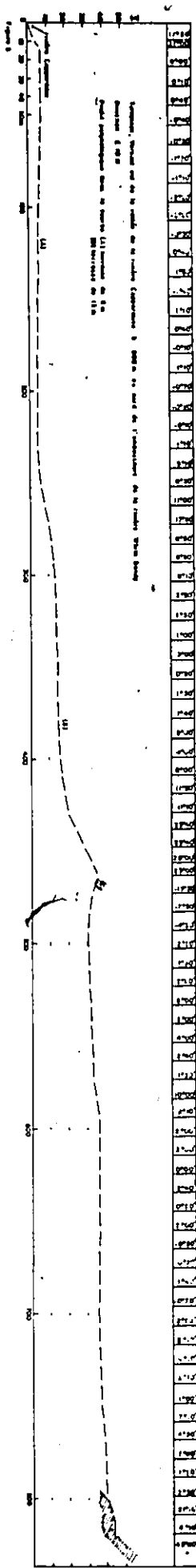
• Localisation du profil du chenal de Quicksand Creek

Figure 3



Profil palynologique: A - la terrasse de 6 m
 B _____ 15 m
 C _____ 20 m
 D _____ 25 m

Figure 4



7
gnes et de Cypéracées. Le paysage végétal environnant est une toundra arbustive dominée par le bouleau nain, le saule et les Ericacées. L'épinette est très clairsemée et légèrement plus importante près de la terrasse inférieure de 20 mètres (photo 10).

Les terrasses de 15 et 6 mètres sont elles aussi spatialement rapprochées. Elles sont localisées aux coordonnées $66^{\circ}06'85''$ N., $114^{\circ}14'50''$ O. et à 800 mètres au nord de l'embouchure de la White Sandy (figures 4 et 5-profil du clinomètre). La terrasse de 6 mètres est située dans une dépression proche de la rivière (photo 11) et celle de 15 mètres, à moins de 300 mètres sur le versant. Elles se présentent sous la forme de longues tourbières étroites entre lesquelles domine une végétation arborescente. Les tourbières sont principalement constituées de Cypéracées. La toundra forestière est ouverte et laisse une large part du territoire aux arbustifs dominés par le bouleau nain, les Ericacées et le saule dans les endroits plus humides.

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 Le terrain

Un échantillonnage monolithique dans dix boîtes de plastiques de 38 cm a permis d'apporter en laboratoire, un profil quasi-complet du chenal. A cela s'ajoute quelques échantillons prélevés tous les 5 cm, dans des sachets plastiques,

pour compléter le profil. Les boîtes ont été enfoncées dans la coupe en respectant la continuité des horizons sédimentaires (photo 12), ensuite soigneusement enlevées puis, emballées dans des sacs de plastique.

Les tourbières ont été échantillonnées à partir d'un trou creusé à la pelle depuis la surface jusqu'à la base de la tourbe. Un prélèvement a été effectué tous les 5 cm et conservé dans des sachets plastiques. Une description sommaire des coupes échantillonnées complète le travail de terrain.

Les échantillons des tourbières ont été conservés au réfrigérateur alors que ceux du chenal ont été gardés à la température "de la pièce". La description sédimentologique du chenal a été complétée en laboratoire à partir des monolithes. Ils ont ensuite été échantillonnés tous les 10 cm.

3.2 Le laboratoire

Le traitement suit à peu près la méthode traditionnelle de l'acétolyse d'Erdtman (voir p. 107 dans Faegri et Iversen 1975). Les étapes varient selon le type de sédiment. Elles ont été effectuées comme suit, HCL (10%), tamisage grossier (si nécessaire), HF (si les sédiments sont minéraux), HCL (10%), NaOH (10%), tamisage 15 μ m (si les sédiments sont à teneur argileuse (méthode Ouimet-Geurts dans Ouimet 1983), acide acétique glacial, acétolyse, et conservation du résidu dans l'eau glycinée.

3.3 L'analyse

L'identification des pollens s'est effectuée à un grossissement de 200X ou de 400X, selon la densité du résidu pollinique et les types de pollen rencontrés. La somme pollinique inclut tous les pollens et spores comptés sur une ou plusieurs lames jusqu'à un total minimum de 300 pollens. Les échantillons pauvres en pollens ont été comptés selon les critères de Bastin (1971 p.52); avec moins de 25 pollens par lame, on essaie d'atteindre un total de 100 pollens comptés, de 25 à 50 pollens par lame le total doit être de 150 pollens et avec plus de 50 pollens par lame on doit atteindre 200 pollens.

3.4. Les diagrammes polliniques

Les observations et les analyses sont présentées sous forme de diagrammes polliniques. On y retrouve d'abord l'échelle des profondeurs en centimètres, à droite de laquelle la colonne sédimentologique illustre les variations de sédimentations décrites dans le texte. La localisation de quatre datations ^{14}C , constitue les bases chronologiques pour le diagramme du chenal. Les fréquences individuelles des taxons sont présentées par des barres proportionnelles au pourcentage calculé par rapport à la somme de tous les taxons présents dans l'échantillon. Elles sont aussi présentées sous la forme d'une ligne continue qui représente le pourcentage de l'espèce par rapport à une somme pollinique qui exclut

les taxons considérés comme locaux. Ceux-ci comprennent des aquatiques et des Ptéridophytes mais surtout les Cypéracées et Sphagnum dont la pollination est parfois importante au point de masquer complètement les apports régionaux. Cette courbe individuelle des taxons basée sur le total moins les espèces considérées comme locales, est intégrée au diagramme seulement pour les espèces ou les deux courbes (diagramme barre et ligne continue) diffèrent suffisamment l'une de l'autre. C'est elle qui est utilisée comme base d'interprétation dans la description de la végétation régionale.

Les espèces sont catégorisées en arbres, arbustes et herbacés, auxquels viennent s'ajouter Sphagnum et une variété de spores appartenant aux aquatiques et aux Ptéridophytes. La dernière courbe pollinique présente le pourcentage des pollens indéterminés, pour chaque échantillon. Le total des pollens comptés est dans plusieurs cas inférieur à 300. Pour le comptage de ces échantillons nous avons suivi la règle de Bastin (1971) (voir ch. 3.3). Pour augmenter la crédibilité de notre interprétation pour les échantillons pauvres en pollen, nous avons joint l'intervalle de confiance (95%) à la courbe de l'épinette (figures 7 et 8). Nous voulons de ce fait confirmer la valeur statistique des zones polliniques qui seront introduites ultérieurement dans le texte.



Photo 1: La vallée de la rivière Coppermine à 25 km au nord de la White Sandy. L'affleurement des dépôts meubles dans plusieurs niveaux de terrasses a servi de "coupé type" pour la reconnaissance des unités lithostratigraphiques de la vallée. (ph. D.A.St-Onge)

COLOURED PICTURES
Images en couleur



Photo 2: Une terrasse d'érosion caractérisée par la présence des varves déposées durant la phase glaciolacustre, au dessus desquelles il y a quelques mètres de sables et graviers alluviaux.

COLOURED PICTURES
Images en couleur

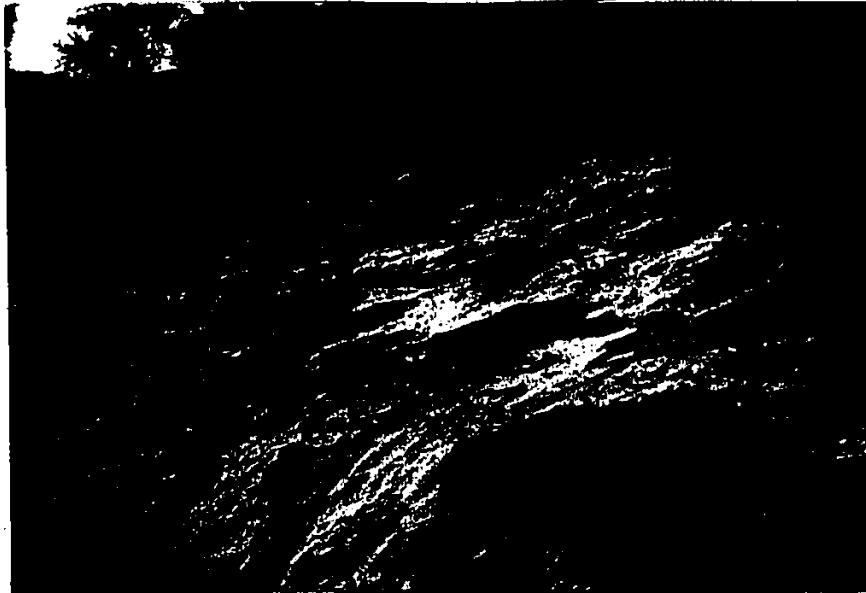


Photo 3: La terrasse d'accrétion de 15 mètres, constituée de sables et graviers alluviaux, riche en débris organiques et à structures lenticulaires. La construction de cette terrasse est datée de 4370 BP.

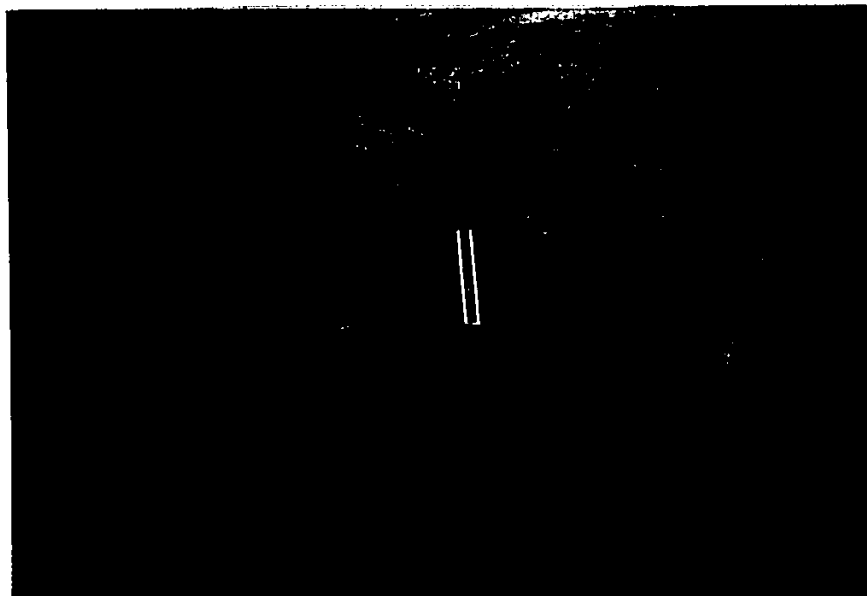


Photo 4: Détail de la coupe dans la terrasse de 15 mètres (ph. 3, coin inférieur droit) illustrant les structures de courant.

COLOURED PICTURES
Images en couleur



Photo 5: La partie supérieure de la terrasse de 15 mètres (ph.3). Les structures de courant sont bien développées jusqu'au sommet de la terrasse. A remarquer aussi la présence de lits de brindilles emprisonnés dans les sables.



Photo 6: La terrasse de 6 mètres constituée de sables, de graviers et de débris organiques. La stratification horizontale et la nature du matériel indiquent qu'il s'agit d'un dépôt de plaine d'inondation, relié à des crues saisonnières.

COLOURED PICTURES
Images en couleur

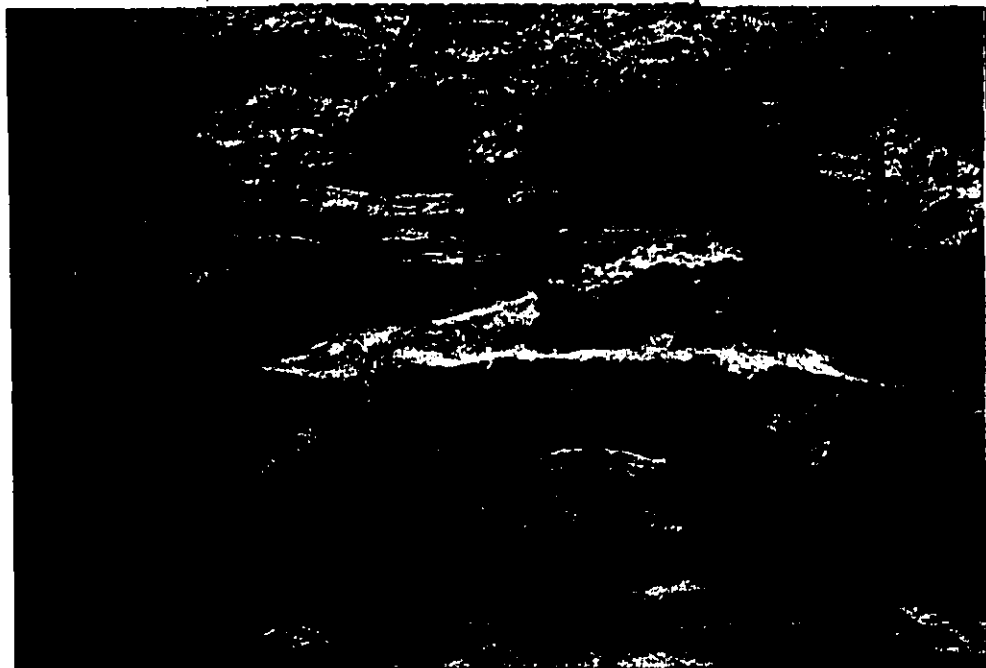


Photo 7: Détail de la coupe dans la terrasse de 6 mètres (ph.6)
illustrant la stratification horizontale des dépôts.



Photo 8: Détail de la coupe dans la terrasse de 6 mètres (ph.6)
montrant le fin lissage des dépôts qui emprisonnent
de la matière organique.

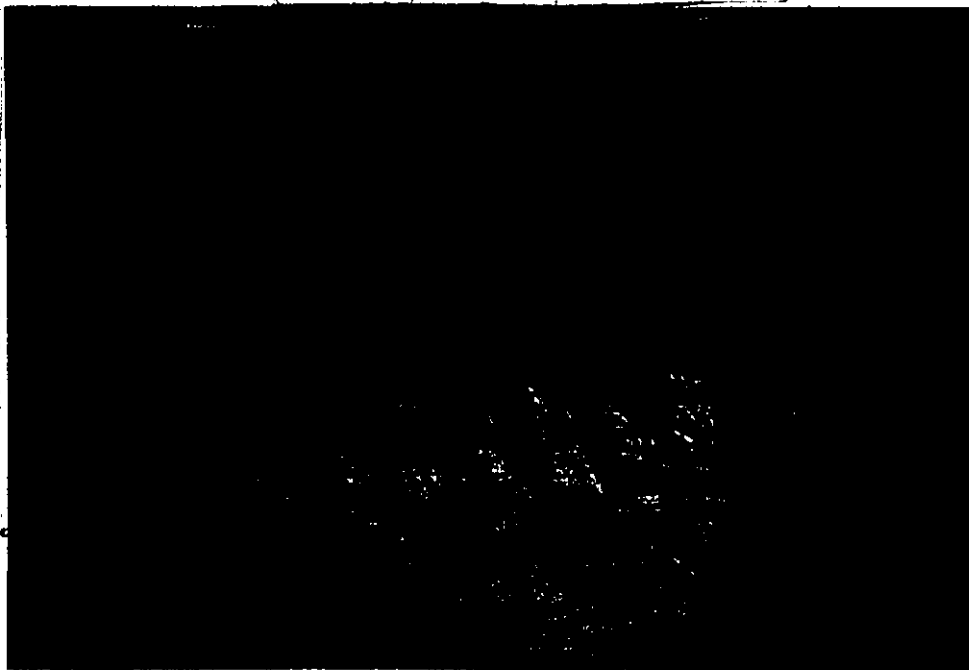


Photo 9: Le chenal de Quicksand Creek qui s'est encaissé il y a plus de 8400 BP dans les sables et graviers alluviaux situés au sommet des varves du lac glaciaire Coppermine. A remarquer la densité forestière, en bordure des terrasses. Le ruisseau du Quicksand Creek s'écoule dans la partie plus basse à droite de la photo (ph. St-Onge).

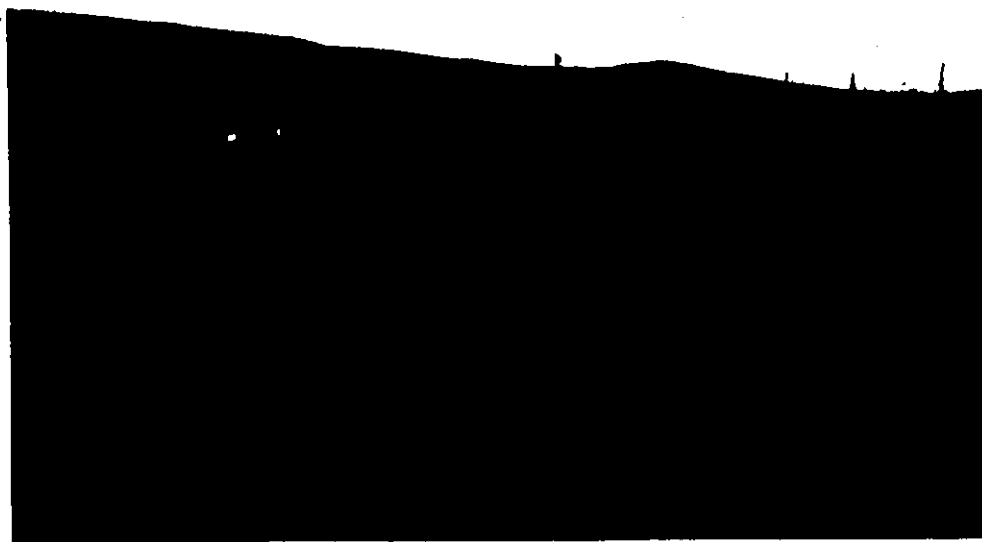


Photo 10: L'échantillonnage de la terrasse de 25 m, située sur la photo entre les terrasses de 32 et de 20 mètres. L'épinette colonise les endroits mieux protégés ainsi, sa présence est plus importante en bordure de la tourbière de la terrasse de 20 m qu'autour des deux terrasses supérieures (ph. St-Onge).

COLOURED PICTURES
Images en couleur

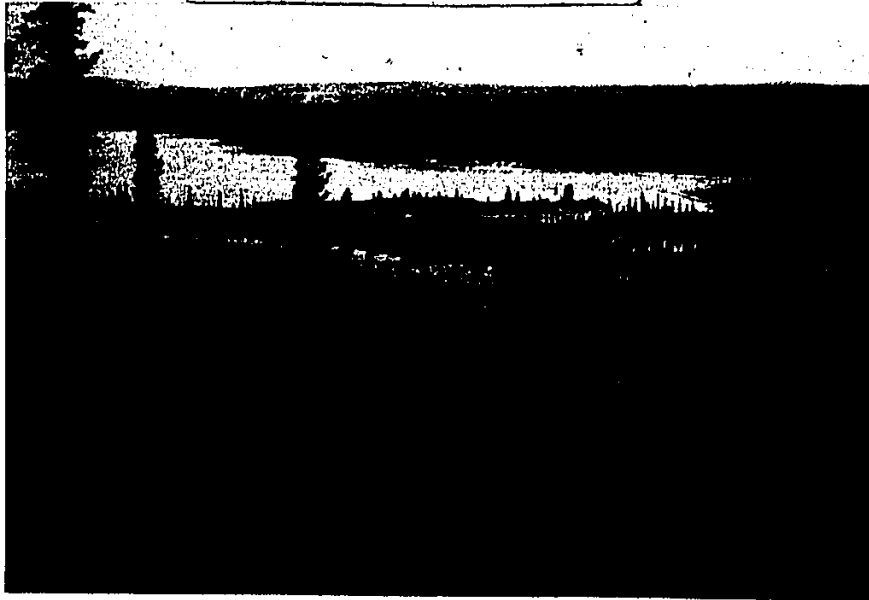


Photo 11: L'échantillonnage de la terrasse de 6 mètres s'est effectuée sur la longue tourbière située près de la rivière. Elle est localisée à 800 m en aval de la White Sandy.



Photo 12: L'échantillonnage du chenal a été fait à partir de boîtes enfoncées dans la coupe en respectant la continuité des horizons sédimentaires (ph. St-Onge).

4. RÉSULTATS ET COMMENTAIRES

La description et l'interprétation des diagrammes polliniques, en terme d'histoire de la végétation s'organise autour d'une zonation par périodes. Chaque période correspond à une phase d'accumulation individualisée de façon à mettre en évidence un type de formation végétale caractérisée par des espèces dominantes et parfois, caractéristiques. Les espèces caractéristiques ont généralement des pourcentages faibles cependant, leur présence constitue un trait distinctif qui ajoute à l'interprétation de certaines zones.

Deux paliers d'interprétation, la végétation locale puis la végétation régionale, découlent de cette zonation qui permettra la reconstitution paléophytogéographique d'une partie du postglaciaire de la vallée de la Coppermine. On entend par végétation locale les espèces qui occupent la proximité immédiate du site, c'est-à-dire le milieu des tourbières ou celui du chenal. Ces espèces de milieu humide sont les Cypéracées, Sphagnum, Lycopodium, Selaginella, les Spores monolètes, les Nymphéacées, les Sparganiacées, les Lemnacées et les Polypodiacées. La végétation régionale est celle qui caractérise plus généralement l'ensemble de la vallée de la rivière Coppermine. Ces constituantes sont Picea, Betula, Alnus, Shepherdia canadensis, ainsi que différentes plantes herbacées. Nous devons aussi considérer l'influence extra-régionale constituée essentiellement de Pinus et dans certaines parties des diagrammes de Picea et d'Alnus.

La zonation sera complétée par une description des variations sédimentologiques et s'il y a lieu par les datations absolues connues pour le profit.

L'interprétation qui suit la description des zones polliniques met en évidence le type de formation végétale avec ses principaux centres d'intérêts (sédimentologique, v. locale ou v. régionale), intégrés pour justifier la zonation ainsi que pour déduire des informations sur l'environnement.

Diagramme 1: Le Chenal

Contexte chronologique

Quatre datations ^{14}C fixent les bases chronologiques de l'interprétation du diagramme du chenal.

8400 \pm 80 BP (GSC-2959) à 580 cm, base du chenal

7530 \pm 140 BP (GSC-3463) à 360 cm

7350 \pm 400 BP (UQ#-924) à 285 cm

3210 \pm 60 BP (GSC-2998) à 195 cm

La figure 6 illustre la localisation de ces dates en fonction de la profondeur. Un changement sédimentologique important au niveau 200 cm alors que le remblaiement du chenal, jusque-là constitué de sable organique devient de la tourbe, s'avère être un hiatus de 4000 ans dans le diagramme.

Nous allons donc considérer deux périodes distinctes de l'Holocène, soit entre 8400 et environ 7000 BP et entre 3210 et l'âge de l'arrêt de croissance de la tourbe, pour laquelle aucune date n'est disponible dans la région.

Figure 6: Courbe âge-profondeur pour le chenal

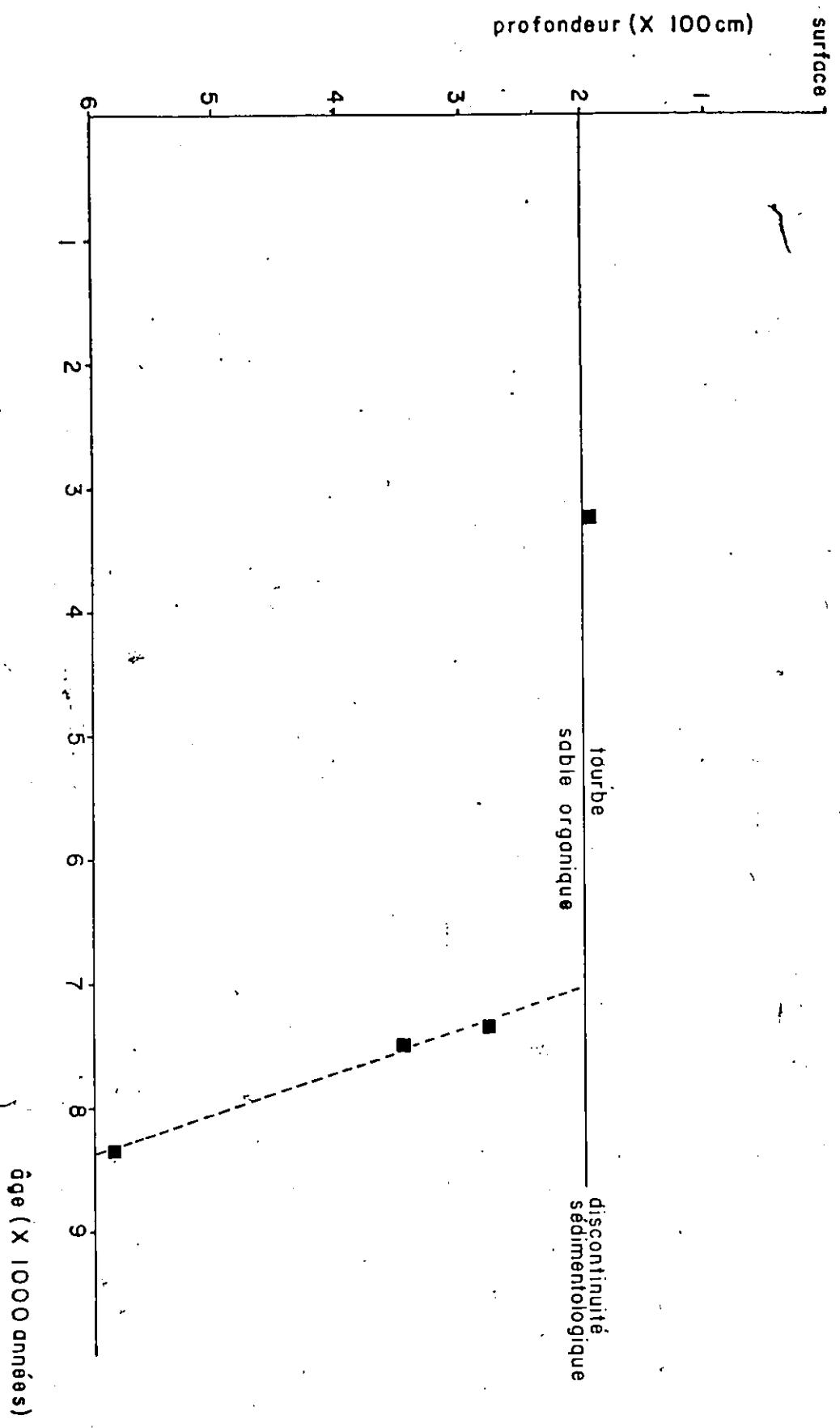


Diagramme 1: Le Chenal

Zone 9 à Cypéracée, Betula et Picea (de 580 à 557 cm)

Sédimentologie

580 à 573 cm: Sable grossier, cailloux et gravier

573 à 557 cm: Sable et matière organique diffuse

La végétation locale

La base du diagramme est dominée par les Cypéracées. Elles sont associées aux Sphagnum dont les valeurs sont croissantes et aux Lycopodium qui paraissent de façon irrégulière dans le spectre pollinique. Les aquatiques sont faiblement représentées par des traces de Nymphéacées et de Lemnacées.

La végétation régionale

La toundra arbustive occupe la région. Elle est dominée par Betula. La strate arbustive est complétée par Shepherdia canadensis ainsi que par Salix dans les endroits plus humides. La présence sporadique dans le spectre pollinique des Graminées, d'Artemisia, des Rosacées et des Crucifères illustrent la diversité de la végétation herbacée. Les taxons exotiques sont importants. Picea, Pinus et aussi Alnus atteignent un pourcentage cumulatif situé autour de 30%. L'Aulne est considéré ici comme un taxon exotique, à cause de l'allure générale de sa courbe assez comparable à celles de Picea et de Pinus dans les premières zones du diagramme (zone 9 et 8 principalement).

Datation

La base du chenal a été datée de 8400 ± 80 BP (GSC-2959) à partir d'un morceau de bois de Salix sp. (St-Onge 1980).

Interprétation

La déglaciation était achevée dans la région avant 10 300 BP (St-Onge, comm. pers.). Nous ne connaissons pas la vitesse de la colonisation végétale avant 8400 BP puisque c'est l'âge de la base de notre diagramme et le plus ancien pour cette région. Cependant, depuis la déglaciation, une toundra arbustive a dû s'imposer car elle occupe le site comme l'indique la première zone pollinique du diagramme. Le paysage est dominé par le bouleau arbustif. Aucun test de la taille de Betula n'a été fait pour préciser l'espèce de bouleau ou pour déterminer la proportion des pollens exotiques chez le bouleau. Nous estimons qu'il s'agit en majeure partie d'espèces arbustives parce que Betula glandulosa est l'espèce commune dans la région et parce qu'il est le plus fréquent dans la palynostratigraphie des régions voisines. Les valeurs relativement élevées des taxons exotiques s'expliquent par une fréquence importante de vents en provenance du sud et/ou de l'ouest qui réchauffent la région (ce raisonnement est tiré des articles de Nichols 1974 et 1975). Les valeurs élevées des taxons exotiques peuvent aussi s'expliquer par un paysage très ouvert du type toundra du haut arctique (voir Ritchie et Lichti-Federovich 1967 p. 264, Nichols

1974 p. 641, Richard 1981 p.55). Cependant, nous sommes dans une toundra arbustive passablement diversifiée avec des valeurs importantes de Betula donc, la fréquence élevée des vents du sud et/ou de l'ouest explique mieux la valeur élevée des exotiques. Ils peuvent cependant être une indication de l'ouverture du paysage végétal, non-en équilibre avec le climat.

Dans le chenal, la sédimentation fine s'effectue dans un bassin calme. Geurts et Bourgeois (1980) soulignent dans des analyses préliminaires du chenal, la présence d'oogones de characées (organes femelles d'algues d'eau douce) qui confirme la permanence de l'eau dans le chenal à cette époque. Le milieu local est dans des conditions humides qui favorisent une production pollinique importante des Cypéracées et des spores de Sphagnum.

Zone 8 à Cypéracée, Picea et Betula (de 557 à 538 cm)

Sédimentologie

557 à 538 cm: Sable et matière organique diffuse

La végétation locale

Les Cypéracées dominent l'environnement du chenal, accompagnées de Lycopodium, de Sphagnum et de traces de spores monolètes. Les taxons aquatiques sont faiblement représentés par une seule apparition de Nymphéacées.

La végétation régionale

La toundra arbustive à Betula et à Salix (en extension)

occupe toujours le site, cependant le spectre pollinique est fortement dominé par Picea accompagné des pollens exotiques de Pinus et d'Alnus. La très forte sur-représentation des taxons exotiques se fait dans le spectre pollinique aux dépens de la proportion de Betula. Des traces de Shepherdia canadensis et finalement de Crucifère chez les herbacées complètent le paysage végétal.

Interprétation

La forte extension de Picea traduit l'augmentation de la fréquence des vents provenant du sud et/ou de l'ouest qui signifie nécessairement un réchauffement climatique. Il est cependant de très courte durée. Le paysage végétal n'est certes pas en équilibre avec le climat plus chaud cependant; la valeur élevée des exotiques peut être considérée comme étant l'expression directe du changement climatique comme l'explique Nichols pour le diagramme du lac Pelly:

"...the Picea and Pinus variation are directly due to meteorological expressions of climatic changes, rather than representing the local climatic transgression of some plant growth threshold as in the usual pollen diagram." (Nichols 1974 p.648)

Une légère augmentation d'humidité en bordure du chenal est exprimée par l'extension des valeurs de Salix. La sédimentation de sable fin contenant de la matière organique diffuse, reflète un bassin calme. Il est à noter aussi que la somme pollinique pour les 10 premiers échantillons est

à peine supérieure à 100 pollens (minimum de 5 lames comptées), ce qui donne une idée de la pauvreté des échantillons et possiblement de la faible production pollinique et/ou de l'ouverture du paysage végétal (ceci n'est pas nécessairement vrai puisque la vitesse de sédimentation joue aussi un rôle).

Zone 7 à Cypéracée et Betula (de 538 à 445 cm)

Sédimentologie

- 538 à 526 cm: Sable fin contenant de la matière organique et des petits fragments de bois, le tout est très compact.
- 526 à 519 cm: Sable fin contenant de la matière organique diffuse et de gros morceaux de bois.
- 519 à 512 cm: Sable fin lité en alternance avec de la matière organique et présence de quelques lentilles de sable fin oxydé.
- 512 à 493 cm: Sable fin contenant de la matière organique et de gros morceaux de bois.
- 493 à 455 cm: Sable fin lité en alternance avec de la matière organique et présence de gros fragments de bois entre 460 et 470 cm.
- 455 à 445 cm: Sable fin contenant des poches de matière organique.

La végétation locale

Les Cypéracées dominent la végétation à l'intérieur du

chenal. Elles sont d'abord associées aux Lemnacées (plantes nageantes, Flore Laurentienne p. 641) jusqu'à 493 cm puis à Sphagnum dans la partie supérieure de la zone. La présence irrégulière de Lycopodium et des spores monolètes complète le spectre de la végétation locale.

La végétation régionale

La toundra arbustive est dominée par Betula associée à Salix qui est assez important durant cette période et à Shepherdia canadensis dont l'extension maximale correspond à la seule chute des valeurs de Betula durant cette période (à 450 cm). Les herbacées sont représentées par des traces occasionnelles des Ericacées, des Graminées, des Composées, d'Artemisia, des Rosacées et des Chénopodiacées donc, d'un éventail assez diversifié d'espèces. Chez les exotiques; Picea a des valeurs relativement faibles, alors que Pinus et Alnus n'effectuent que quelques apparitions irrégulières.

Interprétation

Nous avons des valeurs importantes des Cypéacées et de Salix accompagnées de la succession Lemnacée (jusqu'à 493 cm) et Sphagnum qui suggèrent une période très humide dans le chenal. Le sédiment quoique mieux trié reste composé de sable fin et de matière organique et traduit un écoulement faible dans un bassin calme. Les replats bien drainés autour du chenal sont occupés par Betula, accompagné de Shepherdia canadensis et d'une variété de taxons herbacés. Ce qui dis-

tingue cette zone des toundras arbustives précédentes (zone 9 et 8) c'est la très faible valeur des taxons exotiques. Celle-ci accompagnée du mauvais drainage dans le chenal reflète un climat moins favorable qui entraîne une diminution de la profondeur du mollisol et ainsi, limite l'efficacité du drainage.

Zone 6 à Betula, Cypéracée et Picea (de 445 à 368 cm)

Sédimentologie

- 445 à 440 cm: Sable fin contenant des poches de matière organique.
- 440 à 437 cm: Sable grossier.
- 437 à 420 cm: Sable fin contenant des lits de matière organique, marqué de taches d'oxydation et de présence de morceaux de bois.
- 420 à 405 cm: Alternance de sable fin et moyen contenant de la matière organique diffuse et un gros morceau de bois à 409 cm.
- 405 à 384 cm: Alternance de sable moyen avec beaucoup de lits de matière organique.
- 384 à 368 cm: Alternance de sable fin et moyen avec de la matière organique.

La végétation locale

Un meilleur drainage et une diminution de l'humidité contraignent les taxons typiques du milieu aquatique à quelques rares apparitions et explique la chute des valeurs des Cypé-

racées. Les Lemnacées ont cependant une brève éruption à 440 cm. Sphagnum, Lycopodium et les Spores monolètes ont elles aussi des présences très irrégulières.

La végétation régionale

La végétation est constituée d'une toundra arbustive dominée par de très fortes valeurs de Betula. Ces valeurs sont cependant instables comme l'indique sa courbe en "dent de scie". Les creux de cette courbe correspondent aux extensions des courbes de Picea, Salix et Shepherdia canadensis. Salix est moins important que durant la période précédente (zone 7). Alnus et Pinus sont présents dans presque toute la zone pollinique cependant, leurs valeurs sont faibles. Deux extensions importantes de Picea marquent les premières traces de son extension dans la région. La végétation se diversifie encore comme l'indique l'apparition dans le spectre pollinique des Saxifragacées et des Empétracées.

Interprétation

Cette zone est importante puisqu'elle assure la transition entre deux types de végétation. Les premières extensions de Picea dans le paysage nous acheminent vers une toundra forestière cependant Betula domine toujours la toundra arbustive. L'extension de Picea peut être le résultat d'un réchauffement climatique ou d'une transformation de la topographie. Geurts (1983) dans son étude sur la région de Coppermine souligne la relation possible entre "l'apparition de versant en pente nette dans l'environnement du site étudié" (Geurts

1983 p. 593) et l'augmentation des valeurs de Picea. Un coup d'oeil à la sédimentologie du chenal apporte des précisions sur cette question. Nous remarquons à 420 cm un changement important puisque depuis la base du diagramme jusqu'à ce niveau les dépôts étaient constitués de sables fins et qu'à partir de là, les sables deviennent plus généralement moyens. Ceci reflète une plus grande agitation de l'eau dans le chenal. L'une des raisons possibles de l'amélioration de l'écoulement est un changement de la pente résultant d'une nouvelle entaille du ruisseau du Quicksand Creek qui sert d'exutoire au chenal et qui est situé à proximité du site étudié. Les versants en pente nette qui résultent de cette entaille deviennent des sites favorables pour l'extension de Picea. Ajoutons à cela que le drainage rapide du chenal confirmé par la quasi-absence des taxons aquatiques, la chute des Cyperacées et la diminution de Salix, cadre bien avec cette hypothèse. Durant cette période, il n'y a pas de cours d'eau permanent dans le chenal. Il y a une éruption des Lemnacées à la base de la zone mais elle est synchrone avec une passée de sable grossier (440 cm). Elle n'est pas le fait d'une pollination locale mais les pollens ont plutôt été entraînés de l'amont du chenal lors d'une crue passagère. Un changement topographique peut donc être à l'origine de l'implantation de l'épinette à proximité du chenal cependant, cette évolution du relief n'est probablement pas indépendante d'un réchauffement climatique.

Zone 5 à Picea, Betula et Cypéracée (de 368 à 292 cm)

Sédimentologie

- 368 à 358 cm: Zone de décalage de 10 cm dans le profil.
- 358 à 350 cm: Sable moyen contenant beaucoup de brindilles de bois vers la base.
- 350 à 344 cm: Sable fin avec concentration de lit de matière organique.
- 344 à 328 cm: Sable moyen, gris contenant une zone plus organique entre 340 et 342.
- 328 à 322 cm: Sable fin avec des passées horizontales de matière organique dans la partie supérieure et la présence de bois entre 327 et 328 cm.
- 322 à 320 cm: Sable grossier contenant de la matière organique fibreuse.
- 320 à 310 cm: Zone de décalage de 10 cm dans le profil.
- 310 à 302 cm: Sable moyen contenant des traces de matière organique.
- 302 à 298 cm: Sable grossier avec fragments de bois.
- 298 à 292 cm: Sable fin avec matière organique, possiblement en sol.

La végétation locale

Les valeurs de Cypéracées sont relativement faibles durant cette période. La courbe de Sphagnum marque une légère extension. La présence faible mais régulière des Lemnacées complète la végétation locale. Il semble que le drainage commence à se détériorer légèrement.

La végétation régionale

Cette période a connu une formation de toundra forestière. Picea domine le spectre pollinique. Sa présence plus ou moins favorisée dans le spectre selon les "caprices" du ruissellement, entraîne une alternance des extensions de Picea avec des éruptions successives d'Alnus, de Salix et des Rosacées. Ces éruptions ont peu de significations quant à la densité de ces espèces dans le paysage, elles permettent cependant de confirmer leurs présences dans le voisinage. Alnus n'est donc plus considéré comme un exotique alors qu'il l'était à la base du diagramme. Les valeurs de Betula sont relativement faible. La strate arbustive est complétée par Sheperdia canadensis alors que les Ericacées et les Graminées constituent avec les Rosacées, la strate herbacée.

Datation

Une datation ^{14}C provenant d'un fragment de Salix échantillonné au niveau 360 cm, donne une date de 7530 \pm 140 années BP (GSC-3463). Le taux de sédimentation est de 210 cm pour une période de 870 années donc une vitesse estimée de 0,24 cm/année.

Interprétation

La date de 7530 BP donne l'âge du passage d'une dominance de Betula vers une dominance de Picea donc du changement de formation végétale. La valeur faible de Betula suggère qu'il s'agit d'une phase forestière relativement dense. L'influence marquée dans le spectre, du type de sédimentation à l'inté-

rieur du chenal sujet aux mécanismes d'entraînement de pollen provenant de l'amont et au ruissellement sur les versant du chenal, amène l'instabilité des courbes polliniques mais ne camoufle pas les grandes tendances du spectre. Ainsi, il est clair malgré l'instabilité de la courbe de Picea, que la toundra arbustive laisse sa place à une végétation de type forestier. Geurts (1983) remarque que: des pourcentages de Picea supérieurs à 30% indiquent la proximité immédiate de la forêt..." (p. 588). Il est évident que Picea pousse à proximité du chenal cependant peut-on prétendre qu'il était jusque là absent de la région? C'est un fait difficile à préciser car même si Picea avait colonisé les versants de la vallée de la rivière Coppermine avant 7530 BP, la morphologie du terrain ne permettait pas nécessairement son implantation à proximité du site étudié. En effet, la localisation du chenal sur un replat de terrasse bien drainé et fortement colonisé par Betula, favorisait nettement cet arbuste dans le spectre pollinique. D'autre part les faibles valeurs atteintes par Picea en zone 7 ne permettent pas de conclure l'absence de Picea dans la région puisque comme le souligne Geurts (1983, p. 591) "les fréquences de Picea chutent rapidement en dehors des plateaux forestiers...". Cependant à partir du moment où Picea est important à proximité du chenal, on peut dire qu'il est important sur les versants et aux autres endroits qui lui sont favorables topographiquement. Il est évident à partir de maintenant que le diagramme est un censeur beaucoup plus régional, c'est à dire qu'il représente mieux

toute la vallée de la Coppermine à la hauteur du lac Qingaluk.

Dans la mesure où l'on accepte l'hypothèse qu'un changement topographique soit à l'origine de l'extention de Picea, il est difficile de préciser l'importance d'une variation climatique. L'extension de Picea permet de dire que le climat est relativement chaud à partir de 7530 BP. La présence presque continue de Sphagnum et des Lemnacées, suggère le retour d'un cours d'eau permanent dans le chenal. Des difficultés techniques au moment de l'échantillonnage sur le terrain sont à l'origine des deux zones de décalages de 10 cm dans le profil.

Zone 4 à Cyperacée, Betula et Picea (de 292 à 234 cm)

Sédimentologie

- 292 à 288 cm: Sable moyen contenant un peu de matière organique.
- 288 à 280 cm: Sable fin alternant avec des lits de matière organique et contenant des petits fragments de bois.
- 280 à 260 cm: Sable grossier contenant des fragments de bois, le matériel n'est pas bien en place dans la boîte.
- 260 à 245 cm: Alternance de sable fin et grossier avec une zone plus organique entre 253 et 255 cm.
- 245 à 234 cm: Sable fin avec quelques taches d'oxydations, quelques débris de mousse et autres débris organiques.

La végétation locale

Le retour des valeurs élevées des Cypéracées caractérise cette zone. Il est accompagné d'une poussée régulière des Lemnacées. Sphagnum apparaît à quelques niveaux. Il se produit une nette détérioration du drainage dans le chenal favorisant les taxons de milieu humide.

La végétation régionale

L'extention de la courbe d'Artemisia et celle des Graminées en fin de période, donnent un caractère particulier au paysage végétal. La chute des valeurs de Picea est aussi un trait marquant de cette période. Les valeurs moyennes de Betula suggèrent un paysage ouvert. Une végétation de type steppique semble prévaloir dans la région. Salix augmentent nettement durant cette zone. La strate arbustive est complétée par la présence en importance variable de Sheperdia canadensis et d'Alnus. Chez les herbacées, on trouve des Rosacées et une apparition de Caryophyllacée.

Datation

Une date ^{14}C fixe l'âge du niveau 285 cm à 7350 ± 400 années BP (UQ#-924), ce qui suggère une vitesse de sédimentation de l'ordre de 0.41 cm/année pour cette zone du diagramme, soit une sédimentation plus rapide encore que la période 8400 à 7530 BP.

Interprétation

La détérioration du drainage est marquée par l'extension des taxons dit "locaux" et par l'augmentation de Salix. De

plus, la sédimentation de sable grossier suggère un écoulement parfois plus vigoureux. Le refroidissement climatique se justifie par la chute de Picea et par des valeurs qui sont simplement moyenne de Betula. L'extension dans le paysage d'Artemisia confirme le climat froid et sec. En effet, Geurts (1983) suggère qu'une légère extension d'Artemisia reflète une détérioration climatique (p. 592). De plus, l'extension des Graminées confirme aussi le climat sec. Richard (1981) note que "les Graminées indiqueraient des conditions plus xériques que les Cypéracées" (p. 111). Elliot et al. (1982) soulignent que "The increased dominance of grass northward maybe partly a response to the decrease in precipitation toward higher latitude..." (p.102). Ces espèces suggèrent une végétation de type steppique. La région est dominée par les vents froids et secs provenant du nord. L'eau disponible pour les taxons locaux et ceux de bordure du chenal ne peut provenir de forte précipitation puisque les masses d'air arctique sont sèches, même malgré la proximité du Golfe du Couronnement puisqu'il garde sa couverture de glace durant la saison chaude quand il est lui aussi dominé par les masses d'air arctique comme le suggère Nichols (1975 en page 29). Le climat froid ne permet pas un dégel profond du mollisol et en ce sens il restreint l'eau disponible; par contre, un mollisol peu profond permet à l'eau disponible d'être plus abondante en surface et favorise ainsi le développement des taxons de milieu humide

dans le chenal. Le climat froid et sec est ainsi compatible avec la détérioration du drainage qui permet d'augmenter l'importance des taxons de milieu humide dans le chenal et son voisinage. Cette période s'amorce vers 7350 BP.

Zone 3 à Betula, Picea et Cypéracée (234 à 203 cm)

Sédimentologie

- 234 à 229 cm: Sable grossier contenant des débris organiques, des taches d'oxydations et des coquilles.
- 229 à 221 cm: Sable gris fin contenant des coquilles et une passée oblique de matière organique de 222 à 226 cm.
- 221 à 211 cm: Sable gris fin contenant des coquilles de lamellibranches
- 211 à 207 cm: Sable fin à très fin (peut être du silt) oxydé.
- 207 à 203 cm: Sable gris grossier et hétérométrique contenant des coquilles.

La végétation locale

Le drainage ne semble pas s'améliorer dans le chenal puisque les valeurs des Lemnacées restent importantes. Les Cypéracées chutent cependant passablement. Des traces de Sphagnum et des spores monolètes complètent le spectre de la végétation locale.

La végétation régionale

Betula domine la toundra arbustive. Salix est moins

important que dans la zone précédente. Des valeurs irrégulières d'Alnus et de Shepherdia canadensis complètent la strate arbustive. L'augmentation des valeurs de Picea indique une nouvelle phase d'afforestation ou du moins une reprise importante de sa production pollinique. Artemisia demeure cependant dans le paysage. Les Graminées chutent nettement. La strate herbacée est complétée par des traces d'Ericacées, des Composées et des Rosacées.

Interprétation

Malgré la chute des Cypéracées et de Salix, il semble que le drainage demeure très mauvais. L'importance des Lemnacées et la présence de coquille dans les sédiments indiquent une nappe d'eau permanente dans le chenal. D'autre part, l'extension de la courbe de Picea donne des signes d'un réchauffement, mais qui est progressif car Artemisia garde encore des valeurs élevées. C'est une zone de transition de la toundra arbustive vers une toundra forestière. L'extrapolation de la courbe de la vitesse de sédimentation suggère que la fin de cette zone pollinique date d'environ 7000 BP.

Zone 2 à Picea, Betula et Alnus (de 203 à 168 cm)

Sédimentologie

203 à 198 cm: Sable et mousse brune.

198 à 196 cm: Débris organique dont des feuilles.

196 à 185 cm: Fibre de mousse avec sable fin.

185 à 172 cm: Sol humifère.

172 à 168 cm: Tourbe brune très fibreuse contenant des

macrorestes dont des moussés (possiblement de sphaigne).

La végétation locale

Les valeurs des Cypéracées sont les plus faibles du diagramme avec à peine 10%. Elles sont accompagnées de façon irrégulière par Sphagnum et par les Lemnacées. Il y a une éruption des Nymphéacées au centre de la zone et Lycopodium apparaît en traces. Entre 2 mètres et 1,50 mètre, le chenal s'identifie de plus en plus à la topographie environnante et le spectre de la végétation locale devient beaucoup moins caractérisé.

La végétation régionale

La toundra forestière domine le site. Les valeurs de Picea sont très importantes et très régulières. La toundra forestière est cependant ouverte et laisse une grande place aux taxons arbustifs. Les valeurs de Betula sont presque moyennes. Il y a une poussée intéressante d'Alnus. La strate arbustive est complétée par des valeurs faibles de Salix et l'irrégulière présence de Shepherdia canadensis. Pinus apparaît faiblement. La présence occasionnelle des Ericacées, des Graminées, les derniers soubresauts de la courbe d'Artemisia et des traces de Caryophyllacée, d'Epilobe, d'Ombellifère et Gentianacée complète l'étage herbacé.

Datation

Une date ^{14}C provenant de la mousse brune à la base de

la tourbe donne un âge de 3210 ± 60 BP (GSC-2998). L'échantillon a été prélevé à 195 cm. Cette date suggère un hiatus de 4000 ans depuis la précédente zone pollinique.

Interprétation

Le milieu du chenal est suffisamment humide pour permettre le développement d'une tourbière. Elle se présente d'abord comme un marais sableux entre 203 et 185 cm, puis se transforme en tourbière après 185 cm. Les échantillons provenant de tourbe comme c'est le cas durant cette zone, donnent des courbes polliniques beaucoup plus régulières. L'épinette se développe très bien à proximité du site d'échantillonnage. La région est par conséquent à 3210 années BP, occupée par une toundra forestière. Les versants de la vallée de la Coppermine et tous les sites topographiquement et édaphiquement aptes sont forestiers.

Zone 1 à Betula, Alnus et Picea (de 168 à 120 cm)

Sédimentologie

- 168 à 158 cm: Tourbe brune très fibreuse contenant des macrorestes dont des mousses (possiblement de sphaigne)
- 158 à 155 cm: Sable fin
- 155 à 142 cm: Sable humière et macroreste
- 142 à 134 cm: Sable
- 134 à 124 cm: Tourbe
- 124 à 120 cm: Sable

La végétation locale

Le spectre de la végétation locale reste faiblement représenté durant cette zone. Les valeurs de Cypéracées sont faibles sauf au dernier échantillon qui laisse supposer le retour de l'humidité. La présence intermittente de Sphagnum, de Spores monolètes et des Lemnacées sont peu concluantes.

La végétation régionale

La toundra forestière devient plus clairsemée durant cette période. Les valeurs de Picea chutent et demeurent autour de 20%. L'étage arbustif est très important. Betula et Alnus ont des valeurs cumulatives situées autour de 60%.

L'extension de l'aulne est le fait marquant de cette zone. Les valeurs de Salix sont irrégulières. Des traces des Ericacées, des Composées, d'Artemisia, de Caryophyllacées, de Saxifragacées, d'Epilobe et de Polygonacées marquent la grande diversité des herbacées.

Interprétation

Cette dernière zone pollinique n'est pas actuelle puisque 120 cm de sable fin la couvre avant d'atteindre la surface. Ce matériel de remplissage du chenal en surface n'a pas fait l'objet d'analyse pollinique. C'est un sable éolien provenant des affleurements des varves à proximité du site (voir ch. 1.6 géomorphologie). Ces dunes de sommet d'escarpement sont sub-actuelles et ne constituent pas d'intérêt dans le cadre de notre recherche.

Une formation de toundra forestière occupe le site du-

rant cette dernière zone pollinique (168 à 120 cm). La chute des valeurs de Picea suggère un refroidissement climatique. L'extension des valeurs d'Alnus donne un caractère particulier à la partie supérieure du diagramme. Deux diagrammes produits à l'ouest de notre région d'étude, au Delta du Mackenzie et à Tuktoyaktuk présentent aussi des extensions d'Alnus dans leurs parties supérieures. Mackay et Terasmae (1963) soulignent "...increase in moisture as shown by an increase of alder and Ericaceae." (p. 237). Ils estiment que l'augmentation d'Alnus se produit alors que le climat devient froid et humide. L'âge estimé de cette détérioration climatique est de 2000 à 3000 années BP. Ritchie et Hare (1971) remarquent pour leurs parts que leur zone IV qui est cependant beaucoup plus ancienne que la nôtre mais est interprétée dans le même sens, datée de 5500 à 4000 années BP "is distinguished by a decrease in spruce pollen and the dominance of alder (50-60%..." (p. 338). L'Aulne qui demeure important à travers les zones 4 et 5 de leur diagramme, semble associé au processus de détérioration climatique. Il apparaît donc vraisemblable que l'extension de l'aulne dans notre diagramme du chenal soit en relation avec une détérioration climatique.

L'augmentation des Cypéracées et des valeurs de Sphagnum dans la partie supérieure de cette zone pollinique (1) confirme la détérioration climatique qui se traduit par une augmentation d'humidité dans le chenal.

Diagramme 2: La terrasse de 25 mètres.

Zone 4 à Betula et Picea (de 46 à 37 cm)

Sédimentologie

46 à 40 cm: Sable.

40 à 37 cm: Tourbe brune foncée et bien décomposée

La végétation locale

Ce replat de terrasse est colonisé par Sphagnum et les Cypéracées. La présence de Spores monolètes et de Lycopodium complète le spectre de la végétation locale.

La végétation régionale

Cette zone présente des évidences de toundra forestière. En effet, Picea atteint des valeurs proches de 25% du spectre pollinique. La végétation arbustive est constituée de valeurs élevées de Betula et d'Alnus. Elle est complétée par des traces de Salix. Pinus, seul taxon exotique, garde des valeurs faibles. Les Ericacées constituent une part importante du tapis herbacé. L'état encore précaire de la végétation est marqué dans le spectre par la présence d'Epilobium. Des traces de Rosacées et de Saxifragacées complètent la végétation.

Interprétation

Les échantillons de cette zone proviennent du sable situé à la surface de la terrasse et de la zone de contact entre ce sable et la tourbe. A cette époque, la végétation locale n'est pas très bien développée c'est pourquoi le spectre pollini-

que est largement dominé par la végétation régionale. La présence d'Epilobium reconnu comme un colonisateur confirme l'état encore clairsemé de la végétation sur la surface de la terrasse. Nous n'avons pas de précisions sur l'âge du début de l'accumulation de la tourbe nous savons cependant que la toundra forestière dominait la région et que la strate arbustive était bien développée dans les environs. Le site d'échantillonnage est en bordure de la rivière et isolé des versants de la vallée qui abritent l'épinette, par les replats de terrasses. La végétation arbustive qui occupe ces replats bien drainés est donc favorisée dans le spectre. Un climat passablement chaud prévalait à cette époque.

Zone 3 à Picea et Sphagnum (de 37 à 25 cm)

Sédimentologie

37 à 25 cm: Tourbe brune foncée, bien décomposée

La végétation locale

Cette phase de développement de la tourbe est caractérisée par des valeurs très élevées quoiqu'irrégulières de Sphagnum. Les valeurs des Cypéracées sont très faibles.

La végétation régionale

Une toundra forestière relativement fermée domine le site. Picea atteint plus de 50% du spectre. L'extension forestière se fait aux dépens de la strate arbustive. La chute des valeurs de Betula ainsi que celle d'Alnus dans la partie supérieure de cette zone permet de déduire une

afforestation assez dense durant cette période. Pinus prend une importance grandissante dans le spectre. Salix est très faiblement représenté. L'étage herbacé est dominé par les Ericacées dont les valeurs sont variables, accompagnées de traces des Graminées, des Composées, d'Artemisia, de Rubus et des Caryophyllacées.

Interprétation

Un réchauffement climatique explique l'afforestation intensive de la région. Un milieu humide favorise le développement d'une tourbière à sphaigne. La région est certainement occupée fréquemment par les vents chauds et humides du sud et/ou de l'ouest.

Zone 2 à Betula, Alnus et Pinus (de 25 à 12 cm)

Sédimentologie

25 à 12 cm: Tourbe brune foncée, bien décomposée

La végétation locale

Sphagnum domine toujours la tourbière quoique sa valeur diminue nettement. Ceci semble traduire un ralentissement de la vitesse de croissance de la tourbe. Les Cypéracées augmentent légèrement dans le paysage.

La végétation régionale

La chute de Picea amène l'ouverture de la toundra forestière et permet l'extension de Betula, d'Alnus et même des Ericacées. La courbe de Pinus atteint son extension maximale. Les valeurs de Salix demeurent très faibles. Chez les

herbacées, les Ericacées dominant accompagnées de traces de Graminées, de Composées, d'Artemisia, de Rosacées et de Rubus.

Interprétation

La chute des valeurs de Picea suggère une période de détérioration climatique. Apparemment celle-ci ne cadre pas très bien avec l'extension de la courbe de Pinus. Elle produit cependant l'extension des arbustifs et en particulier d'Alnus et des Ericacées qui atteignent dans plusieurs cas des maximums de leurs courbes durant cette phase d'éclaircissement de la toundra forestière.

Zone 1 à Betula, Picea et Alnus (de 12 à 0 cm)

Sédimentologie


12 à 0 cm: Tourbe contenant de la matière organique mal décomposée, zone de litière.

La végétation locale

Les Cypéracées s'étendent mais Sphagnum domine toujours la tourbière. Il y a des traces de Spores monolètes dans le spectre pollinique.

La végétation régionale

La toundra forestière demeure très ouverte jusqu'au sommet du diagramme. Des valeurs très élevées de Betula et d'Alnus marquent l'importance de la strate arbustive. Elle est complétée par une très légère extension des Salix et des traces de Shepherdia canadensis. Les valeurs de Pinus diminuent. L'importance grandissante des Ericacées et l'augmenta-



tion des valeurs de Rubus caractérisent la végétation herbacée. Elle est complétée par des apparitions irrégulières de Graminées, de Composées, de Rosacées, de Saxifragacées, de Chénopodiacées et de Légumineuses.

Interprétation

Un climat relativement froid persiste sur la région qui porte une toundra forestière très ouverte dans laquelle la strate arbustive est importante.

Diagramme 3. La terrasse de 20 mètres

Zone 3 à Picea, Betula et Alnus (de 31 à 27 cm)

Sédimentologie

31 à 30 cm: Sable

30 à 27 cm: Tourbe sableuse

La végétation locale

Cet échantillon présente une végétation locale encore restreinte. Les Cypéracées et Sphagnum se disputent l'occupation du territoire.

La végétation régionale

La toundra forestière est dominée par Picea. Seul Pinus est exotique et il atteint 5% du spectre pollinique. Une importante strate arbustive est composée de Betula et d'Alnus ainsi que de valeur faible de Salix. L'étage herbacé est constitué principalement d'Ericacées, accompagnés de valeur faible de Graminées, de Composées et d'Artemisia.

Interprétation

L'échantillon de la base du diagramme qui constitue à lui seul cette zone, provient du contact entre sable et tourbe à 30 cm. La tourbière est alors mal développée et sa production pollinique est faible. Durant cette période, la végétation régionale domine le spectre. Un climat chaud et humide justifie l'importance de l'épinette. Une fréquence élevée des vents provenant du sud et/ou de l'ouest semble prévaloir sur la région. La localisation du site d'échantillonnage favorise dans ce diagramme les taxons arbustifs, puisqu'ils occupent les replats de terrasse, qui isolent la tourbière de la toundra forestière qui occupe les versants de la vallée, de la même façon que pour la tourbière de la terrasse de 25 mètres. Quelques épinettes éparses colonisent cependant les bords des replats de terrasse près du site.

Zone 2 à Betula et Picea (de 27 à 12 cm)

Sédimentologie

27 à 12 cm: Tourbe sableuse

La végétation locale

Une éruption de Sphagnum à la base de la zone est ensuite suivie de valeurs relativement faibles. Les Cypéracées sont peu importantes. Le spectre de l'environnement local est complété par des Spores monolètes et des valeurs relativement importantes de Lycopodium dans les deux échantillons supérieurs de cette zone.

La végétation régionale

La toundra forestière demeure la formation végétale qui domine la région malgré la diminution de la valeur de Picea. Alnus chute dans cette zone alors que Betula gagne de l'importance. La représentation de Salix reste inférieure à 1%. Aux valeurs faibles de Pinus chez les exotiques, viennent s'ajouter quelques apparitions de Tsuga. La strate herbacée est représentée par des valeurs moyennes des Ericacées, une présence continue des Graminées et des traces de Composées, de Rosacées, d'Epilobium et des Scrophulariacées. Finalement, la courbe d'Artemisia marque une poussée importante dans les deux échantillons supérieurs de la zone.

Interprétation

Un certain refroidissement climatique explique la chute des valeurs de Picea, l'augmentation de la représentation de Betula qui en résulte, ainsi que l'extension d'Artemisia dans la partie supérieure de la zone pollinique. Lycopodium s'adapte à plusieurs types d'environnement et n'a pas de signification écologique bien définie. Le milieu tourbeux est jusqu'ici principalement dominé par la sphaigne.

Zone 1 à Betula, Alnus et Pinus (de 12 à 0 cm)

Sédimentologie

12 à 10 cm: Tourbe sableuse

10 à 0 cm: Tourbe bien décomposée.

La végétation locale

Les Cypéracées prennent le dessus sur la végétation locale. Sphagnum a une importance moindre.

La végétation régionale

La formation végétale est une toundra forestière malgré la chute des valeurs de Picea à 6 cm. Les taxons exotiques sont importants comme l'indiquent l'extension de Pinus et une trace de Tilia. L'extension d'Alnus, des Ericacées et une très légère augmentation de Salix, alors que Betula chute légèrement caractérisent cette partie du diagramme. La végétation est complétée par des traces de Graminées, de Composées, d'Artemisia, de Rosacées, de Saxifragacées et de Légumineuses.

Interprétation

La tourbière à Sphaigne se transforme graduellement en tourbière à Cypéracées. A la chute de Picea et Betula s'opposent des extensions de Pinus, d'Alnus, d'Ericacées, de Cypéracées et très légèrement de Salix. Le refroidissement climatique est indiqué par la chute de Picea ainsi que par l'extension de l'aulne et des Ericacées. Des extensions d'Alnus ont été reconnues dans la partie supérieure de plusieurs diagrammes et elles sont associées à un refroidissement climatique (le chenal et la terrasse de 25 m de ce travail ainsi que les travaux de MacKay et Terasmae (1963) et de Ritchie et Hare (1971). Dans plusieurs de ces cas des extensions de l'aulne sont associées à celles des Ericacées. De plus les Ericacées sont réputés sous-représentés, une extension de cette espèce

dans le spectre, surtout en association avec de forts producteurs polliniques traduit l'ouverture du paysage végétal. Ce refroidissement climatique est accompagné d'une augmentation de Pinus, c'est aussi le cas pour la terrasse de 25 mètres. Rappelons que les extensions de Pinus sont souvent associées à des vents chauds du secteur sud. Cette apparente opposition est cependant plausible si on considère la position du front arctique dans la région de la White Sandy, puisqu'on aura à la fois refroidissement, augmentation d'humidité et apport massif des exotiques.

Diagramme 4: La terrasse de 15 mètres

Zone 5 à Betula et Picea (de 36 à 33 cm)

Sédimentologie

36 à 35 cm: Sable saturé d'eau

35 à 33 cm: Tourbe brune claire

La végétation locale

La base du diagramme présente des valeurs faibles des Cypéracées et plus faibles encore de Sphagnum et des Polypodiacées.

La végétation régionale

La toundra forestière occupe la région. Les valeurs de Picea atteignent 24%. Betula est très important dans cette partie du diagramme. Il est accompagné d'Alnus et de traces de Salix chez les arbustifs. Pinus est le seul exotique pré-

sent dans le spectre. La strate herbacée est composée principalement d'Ericacées associées aux Empétracées, Graminées, Epilobium et Pyrolacées.

Interprétation

Le spectre est nettement dominé par la végétation régionale. L'échantillon de la base du diagramme qui constitue cette zone pollinique, provient du contact entre le sable et la tourbe. La tourbière est alors mal développée c'est pourquoi la végétation locale est pauvrement représentée dans le spectre. La présence d'Epilobium confirme l'état encore pionnier de la végétation sur la surface de la terrasse. La toundra forestière occupe la région; cependant l'importance de Betula ainsi que des Ericacées, suggèrent un paysage forestier très ouvert; par contre leur importance peut résulter de la lenteur de Picea à s'imposer à proximité du site. Les espèces des strates inférieures sont ainsi favorisées puisqu'elles colonisent très rapidement la bordure de la terrasse sur laquelle la tourbière tente de s'implanter. Ces événements se produisent après 4370 ± 60 (GSC-3135) puisque c'est l'âge d'un morceau de bois emprisonné lors de la formation de la terrasse de 15 mètres.

Zone 4 à Picea (de 33 à 22 cm)

Sédimentologie

33 à 22 cm: Tourbe brune claire

La végétation locale

La tourbière à Cypéracées se développe accompagnée de Sphagnum qui augmente légèrement. Le spectre de la végétation locale est complété par la présence de Lycopodium et de Spores monolètes.

La végétation régionale

La toundra forestière est très dense comme l'indique l'éruption à plus de 70% des valeurs de Picea. Une légère extension est marquée par Pinus. Les valeurs de Betula et d'Alnus sont très modérées et celles de Salix sont faibles. La courbe des Ericacées diminue. La strate herbacée est complétée par des Composées et par Artemisia.

Interprétation

La localisation de cette terrasse intégrée au versant de la vallée, à même un site très favorable au développement de l'épinette, favorise justement la bonne représentation de Picea. La densité de la forêt explique la chute de Betula puisqu'elle contraint son extension. Localement la tourbière à Cypéracées se développe rapidement. Un climat chaud et humide résultant d'une fréquence élevée des vents provenant du sud et/ou de l'ouest prévalait durant cette période.

Zone 3 à Cypéracée, Pinus et Picea (de 22 à 13 cm)

Sédimentologie

22 à 13 cm: Tourbe brune claire

La végétation locale

Les Cypéracées atteignent jusqu'à 50% du spectre pollinique, c'est une phase de développement intensif de la tourbe. Les valeurs de Sphagnum demeurent faibles.

La végétation régionale

La toundra forestière domine toujours la région cependant la chute importante de Picea suggère une phase d'ouverture de la forêt. De son côté Pinus atteint des valeurs importantes. Alnus et les Ericacées sont dans les creux de leur courbe. Betula, par contre est en extension. Salix est faiblement représenté. Le spectre est complété par des traces de Composées, d'Artemisia, de Rosacées et de Saxifragacées.

Interprétation

La chute de Picea répond à un refroidissement climatique cependant l'extension de Pinus marque l'apport exotique important. Le phénomène est le même que pour les terrasses de 25 et 20 mètres et suggère donc que la position moyenne du front en été se situait dans la région de la White Sandy. L'extension de Betula confirme l'ouverture de la forêt. De son côté, le développement intense de la tourbe reflète l'augmentation de l'humidité disponible dans la tourbière résultant soit de la montée de la table de pergélisol soit de l'augmentation des précipitations. Les masses d'air Arctique dominent la région avec leurs vents froids et secs et la position du front dans la région justifie l'importance de Pinus et l'augmentation des précipitations.

Zone 2 à Cypéracée et Betula (de 13 à 8 cm)

Sédimentologie

13 à 8 cm: Tourbe brune claire

La végétation locale

Les Cypéracées dominent nettement le spectre accompagnées de traces de Sphagnum et de Nymphaeacées.

La végétation régionale

La toundra forestière devient très ouverte comme l'indique la courbe de Picea qui est au plus bas. La valeur de Pinus chute. Alnus s'étend légèrement. Les Ericacées suivent la courbe de Betula, ils atteignent tous deux un sommet durant cette période. Salix et Shepherdia canadensis sont faiblement représentés. La strate herbacée est aussi constituée d'Artemisia et de Rosacées.

Interprétation

Une période climatique très froide favorise l'extension des bouleaux et des Ericacées au détriment de Picea. La tourbe à Cypéracée continue de bien se développer sous l'influence dominante des masses d'air arctique. Le front arctique est nettement plus au sud.

Zone 1 à Cyperacée, Picea et Alnus (de 8 à 0 cm)

Sédimentologie

8 à 0 cm: Tourbe brune claire

La végétation locale

La dominance des Cypéracées est toujours nette, associée

aux Sphagnum et Lycopodium.

La végétation régionale

Une nouvelle extension de Picea marque une phase d'afforestation qui améliore la densité de la toundra forestière. La valeur des exotiques est située autour de 10% comme l'indique la courbe de Pinus. L'Aulne est en extension alors que Betula et les Ericacées sont à la baisse. Le diagramme présente enfin des traces de Salix, de Shepherdia canadensis, d'Artemisia et des Caryophyllacées.

Interprétation

Le climat se réchauffe et permet l'extension de Picea. Alnus qui s'est étendu durant la période froide demeure important durant cette zone. La tourbière à Cypéracées continue de bien se développer à travers l'augmentation de la fréquence des vents chauds et humides provenant du sud et/ou de l'ouest, sur la région.

Diagramme 5: La terrasse de 6 mètres

Zone 7 à Cypéracée et Picea (de 42 à 38 cm)

Sédimentologie

42 à 38 cm: Sable saturé d'eau

La végétation locale

Les pollens des Cypéracées dominent le spectre de la végétation locale. Celui-ci est complété par des Spores monolètes, Selaginella et des Lemnacées en faibles quantités.

La végétation régionale

La toundra forestière occupe la région. Picea présente des valeurs élevées. La courbe de Pinus marque aussi une représentation relativement élevée pour les taxons exotiques. Les arbustifs sont peu importants. Les valeurs faibles de Betula, Alnus et Salix suggèrent une forêt assez dense. Seul Saxifragacée apparaît chez les herbacées.

Interprétation

La base du diagramme présente un spectre de climat relativement chaud, dans lequel Picea et Pinus sont très élevés alors qu'Alnus et surtout Betula ont des valeurs faibles. L'éruption des Cypéacées traduit une forte production pollinique résultant de l'humidité élevée sur la terrasse. L'importance de l'épinette dès la base du diagramme ne surprend pas puisque cette terrasse se situe à 120 mètres de la rive de la Coppermine, elle est donc intégrée au versant de la vallée sur lequel l'épinette se développe très bien. Contrairement donc aux tourbières de 25 et 20 mètres, la tourbière de 6 mètres est actuellement ceinturée par l'épinette. Elle se situe dans un milieu "protégé" dans lequel Picea était favorisé avant même la formation de la tourbe.

Zone 6 à Betula et Picea (de 38 à 33 cm)

Sédimentologie

38 à 35 cm: Sable saturé d'eau

35 à 33 cm: Tourbe brune claire avec passée sableuse

La végétation locale

La végétation locale est faiblement représentée par des valeurs faibles de Cypéracées et des traces de Sphagnum et de Lemnacées.

La végétation régionale

La toundra forestière domine le site cependant la courbe de Picea chute passablement. Chez les exotiques Pinus est à la baisse. Par contre la valeur de Betula devient très importante. C'est le seul des taxons arbustifs qui s'affirme puisque Alnus diminue et que Salix et Shepherdia canadensis demeurent faibles. La végétation herbacée est composée d'Ericacées et de traces de Graminées.

Interprétation

Les passées sableuses dans la tourbe ne sont pas bien localisées dans la sédimentologie cependant elles suggèrent que la tourbière est inondée certaines années par les crues printanières de la rivière et transformée en espèce de grand marais. Ceci peut justifier un ruissellement important à l'origine des dépôts sableux, et par le fait même, favoriser un plus grand apport de Betula, bien développé en bordure de la tourbière. Il n'y a donc pas de refroidissement climatique comme tel puisque le spectre pollinique reflète plutôt des phases de construction de la terrasse subactuelle de 6 mètres.

Zone 5 à Picea, Cypéracée et Pinus (de 33 à 24 cm)

Sédimentologie

33 à 24 cm: Tourbe brune claire contenant des passées sableuses

La végétation locale

Les Cypéracées sont de nouveau dans une période de très forte production pollinique. Sphagnum est aussi présent dans la tourbière.

La végétation régionale

La toundra forestière demeure assez fermée malgré une tendance à la baisse de Picea durant cette zone. Les valeurs de Pinus, taxon exotique, atteignent près de 20%. Betula est relativement peu important. Alnus commence une extension durant cette zone, il est accompagné chez les arbustifs de traces de Salix et de Shepherdia canadensis. Les herbacées sont représentées par de brèves apparitions d'Artemisia, de Rosacées, de Saxifragacées et de Scrophulariacées.

Interprétation

Une légère tendance au refroidissement semble s'imposer malgré un spectre pollinique caractéristique d'un climat chaud et humide. Picea, Pinus et les Cypéracées laissent peu de place aux arbustifs dans le spectre. Malgré tout, l'épinette chute légèrement durant cette zone et même un peu plus par rapport à la zone 7 du diagramme.

Zone 4 à Betula et Picea (de 24 à 18 cm)

Sédimentologie

24 à 18 cm: Tourbe brune claire contenant des passées sableuses

La végétation locale

Des valeurs moyennes de Cypéracées qui est le principal occupant de la tourbière, sont accompagnées de valeurs faibles de Sphagnum et de Lemnacées dans le spectre.

La végétation régionale

La toundra forestière est marquée d'une chute importante de Picea. La courbe de Pinus chute également, il est accompagné chez les exotiques par la présence de Tsuga. Betula marque une nouvelle éruption alors qu'Alnus est relativement stable. La végétation est complétée par des Ericacées, Artemisia et Epilobium.

Interprétation

La tendance au refroidissement se confirme certainement cependant, pour justifier une nouvelle éruption de Betula aux dépens de l'épinette, il est plus vraisemblable d'opter pour une nouvelle phase de construction de la terrasse amenant des sables et Betula associé au mécanisme de ruissellement d'un marais comme nous en avons discuté en zone 6 de ce diagramme.

Zone 3 à Betula, Picea et Alnus (de 18 à 8 cm)

Sédimentologie

18 à 8 cm: Tourbe brune claire avec passées sableuses

La végétation locale

Les Cypéracées sont d'abord modérées puis elles marquent une forte éruption. Les autres taxons présents sont Sphagnum, les spores monolètes et les Lemnacées.

La végétation régionale

Picea domine la toundra forestière mais les valeurs des taxons arbustifs restent importantes. L'ouverture de la végétation arborescente entraîne la tendance vers l'augmentation des valeurs de Betula ainsi que d'Alnus. La présence de Salix et de Shepherdia canadensis complète la strate arbustive. Pinus marque une légère tendance à la hausse. Les herbacées sont assez diversifiées comme l'indique des traces des Ericacées, d'Artémisia, des Rosacées, des Caryophyllacées et des Scrophulariacées dans le spectre.

Interprétation

Un climat plus froid occupe la région comme le suggère la chute des valeurs de Picea. L'ouverture du paysage végétal est confirmée par des valeurs élevées de Betula et d'Alnus et une bonne diversité des herbacées.

Zone 2 à Betula, Alnus et Pinus (de 8 à 4 cm).

Sédimentologie

8 à 4 cm: Tourbe brune claire avec passées sableuses.

La végétation locale

Les Cypéracées présentent des valeurs moyennes et ils sont accompagnés de Sphagnum.

La végétation régionale

Malgré la présence faible située autour de 14% de Picea, la toundra forestière occupe toujours la région. L'ouverture forestière est telle qu'elle permet le développement important de la strate arbustive. Le paysage est donc probablement constitué de Picea épars dans une mosaïque de Betula, d'Alnus et de Salix en bordure de la tourbière. Quelques Ericacées et Graminées complètent la végétation.

Interprétation

Les précédentes éruptions de Betula accompagnant les chutes de Picea dans le diagramme (zone 6 et 4) ont été interprétées comme résultant de la formation d'un marais qui justifiait les fréquentes passées sableuses dans la tourbe, déposées au moment des grandes crues printanières. Dans cette zone, une nouvelle éruption de Betula s'explique par le même mécanisme et celui-ci a les mêmes effets, c'est-à-dire favoriser la représentation de Betula au dépend de celle de Picea qui se trouve par le fait même, nettement sous-représenté. C'est pourquoi, 14% de Picea justifient l'interprétation d'une toundra forestière alors que Pinus avec le même pourcentage est considéré comme un exotique. Le climat est cependant froid comme l'indique le maximum d'Alnus qui accompagne celui de Betula et la faible représentation de Picea.

Zone 1 à Picea, Betula et Cypéacées (de 4 à 0 cm)

Sédimentologie

4 à 0 cm. Tourbe brune claire contenant des passées sableuses

La végétation locale

Les Cypéacées dominent la tourbière, accompagnées de quelques Sphagnum et Lemnacées.

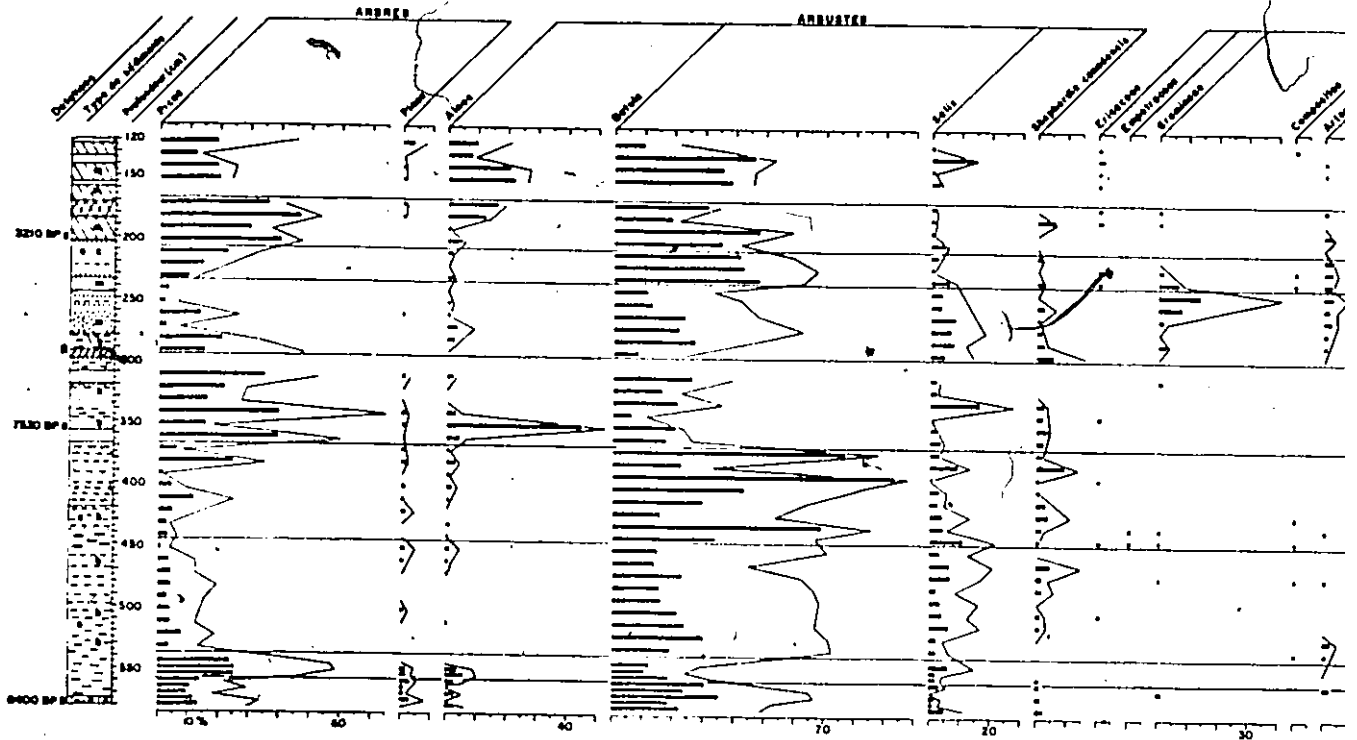
La végétation régionale

La toundra forestière occupe le site. Picea est en extension. Chez les exotiques Pinus présente des valeurs assez élevées. Betula et Alnus chutent alors que Salix demeure peu important. La strate herbacée est constituée d'Ericacées, d'Artemisia, de Caryophyllacées et de Scrophulariacées.

Interprétation

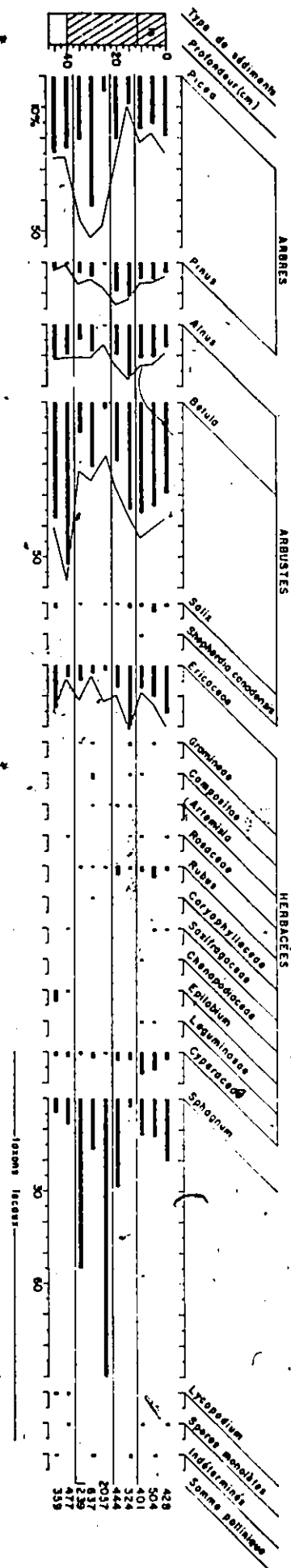
La tourbière à Cypéacées se développe dans un milieu humide. Il semble y avoir une tendance vers le réchauffement climatique produisant un certain resserrement de la strate arborescente et limitant la production pollinique des arbustifs.

Le Canal de Quicksand Creek, COPPERMINE, T.N.O.

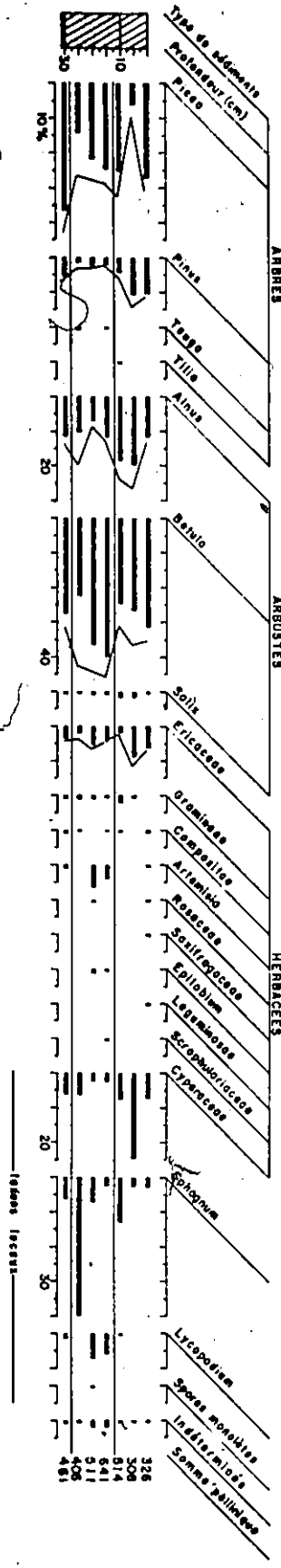


un Diagramme barre % de l'espèce par rapport au total des pollens et spores comptés.
 Diagramme ligne courbe % de l'espèce par rapport au total incluant les taxons lacustres.

La terrasse de 25 mètres.



La terrasse de 20 mètres.



La terrasse de 15 mètres.

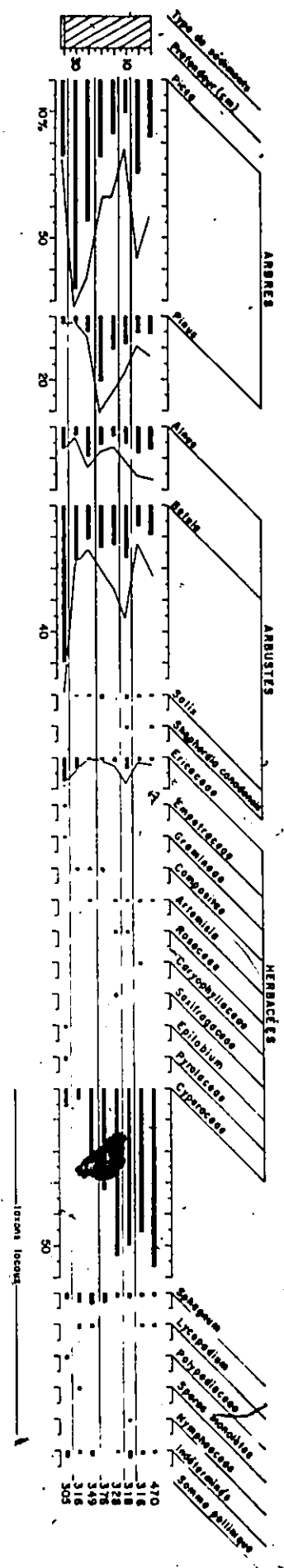
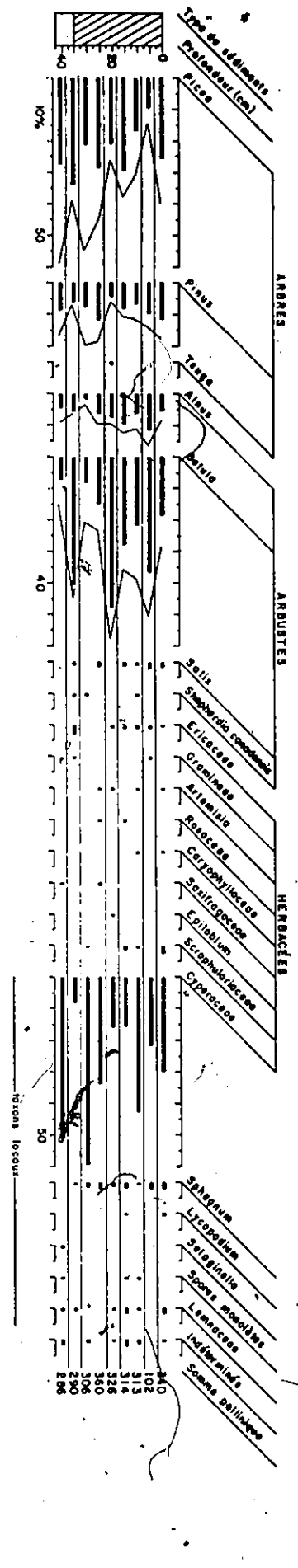


Diagramme barre: % de l'espace par rapport au total des pollens et spores comptés.
 Diagramme ligne courbe: % de l'espace par rapport au total incluant les terreaux locusts.

terreaux locusts
 herbes
 sable

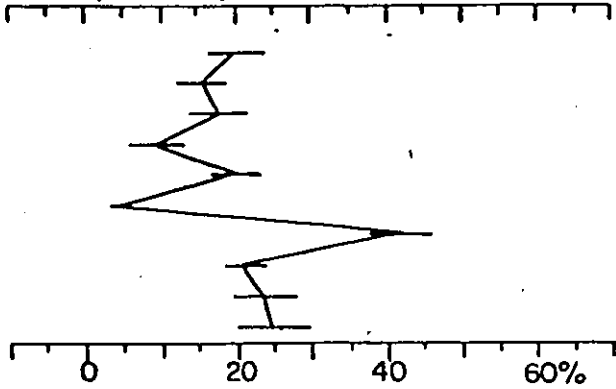
La terrasse de 6 mètres.



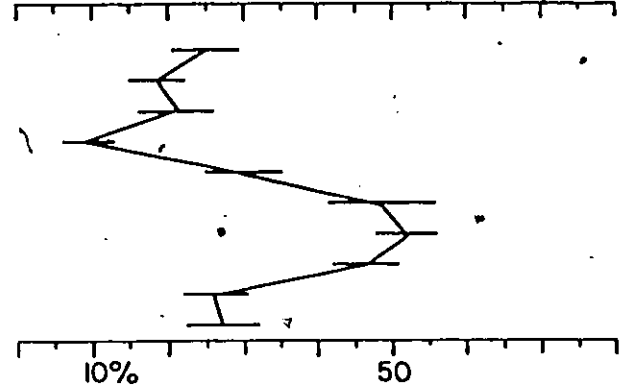
terreaux locusts

LA TERRASSE DE 25 MÈTRES

Picea (sur total)

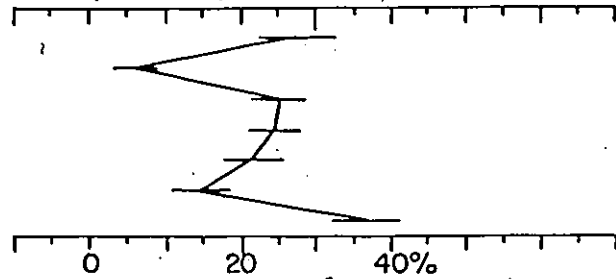


Picea (sur total moins les taxons locaux)

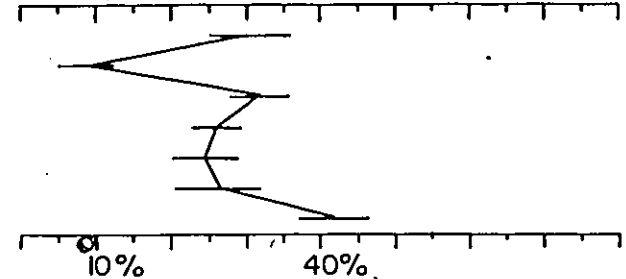


LA TERRASSE DE 20 MÈTRES

Picea (sur total)

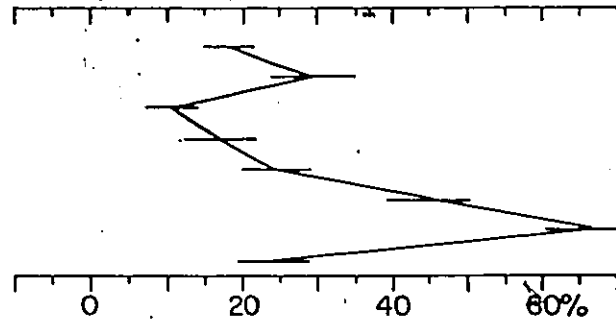


Picea (sur total moins les taxons locaux)

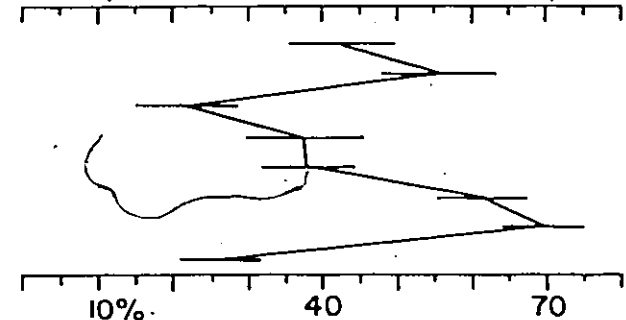


LA TERRASSE DE 15 MÈTRES

Picea (sur total)

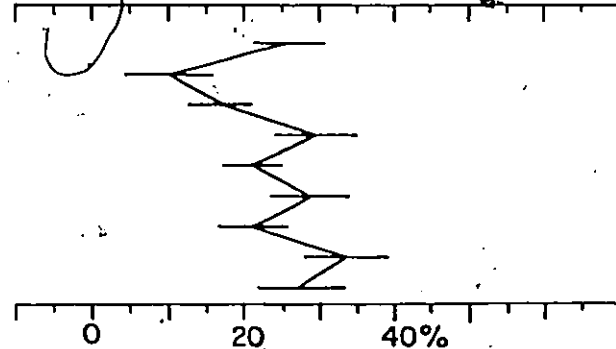


Picea (sur total moins les taxons locaux)



LA TERRASSE DE 6 MÈTRES

Picea (sur total)



Picea (sur total moins les taxons locaux)

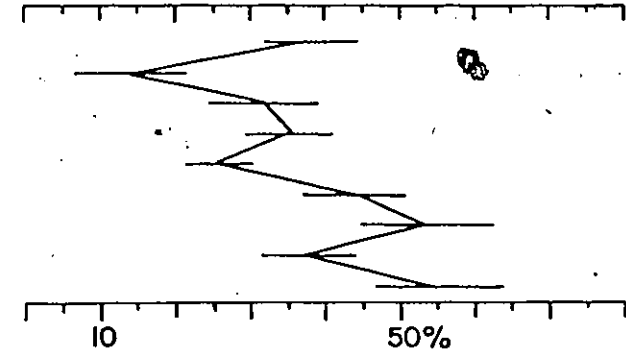
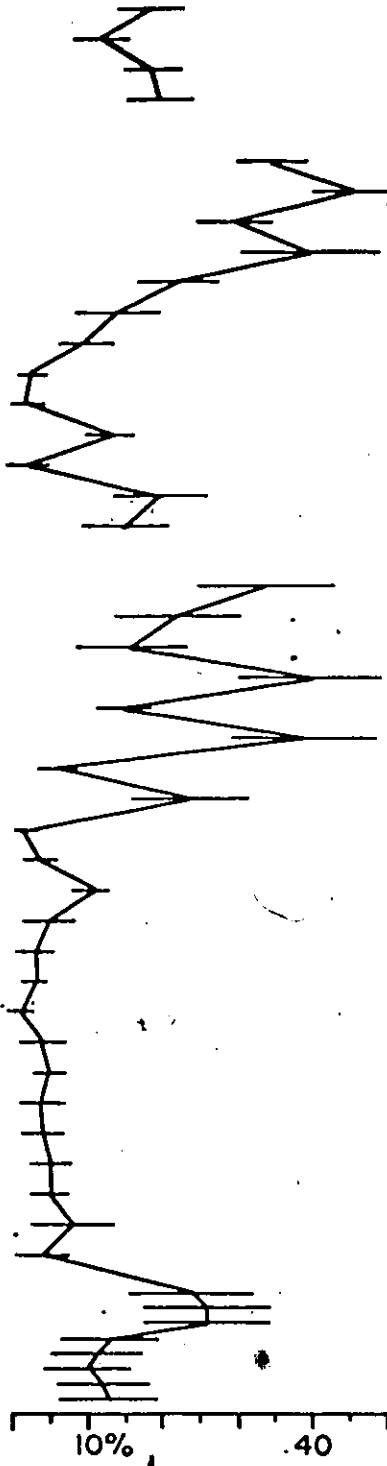
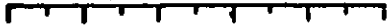


Figure 7 : Intervalle de confiance (95%) pour les courbes de l'épinette.

LE CHENAL

Picea (sur total)



Picea (sur total moins les taxons locaux)

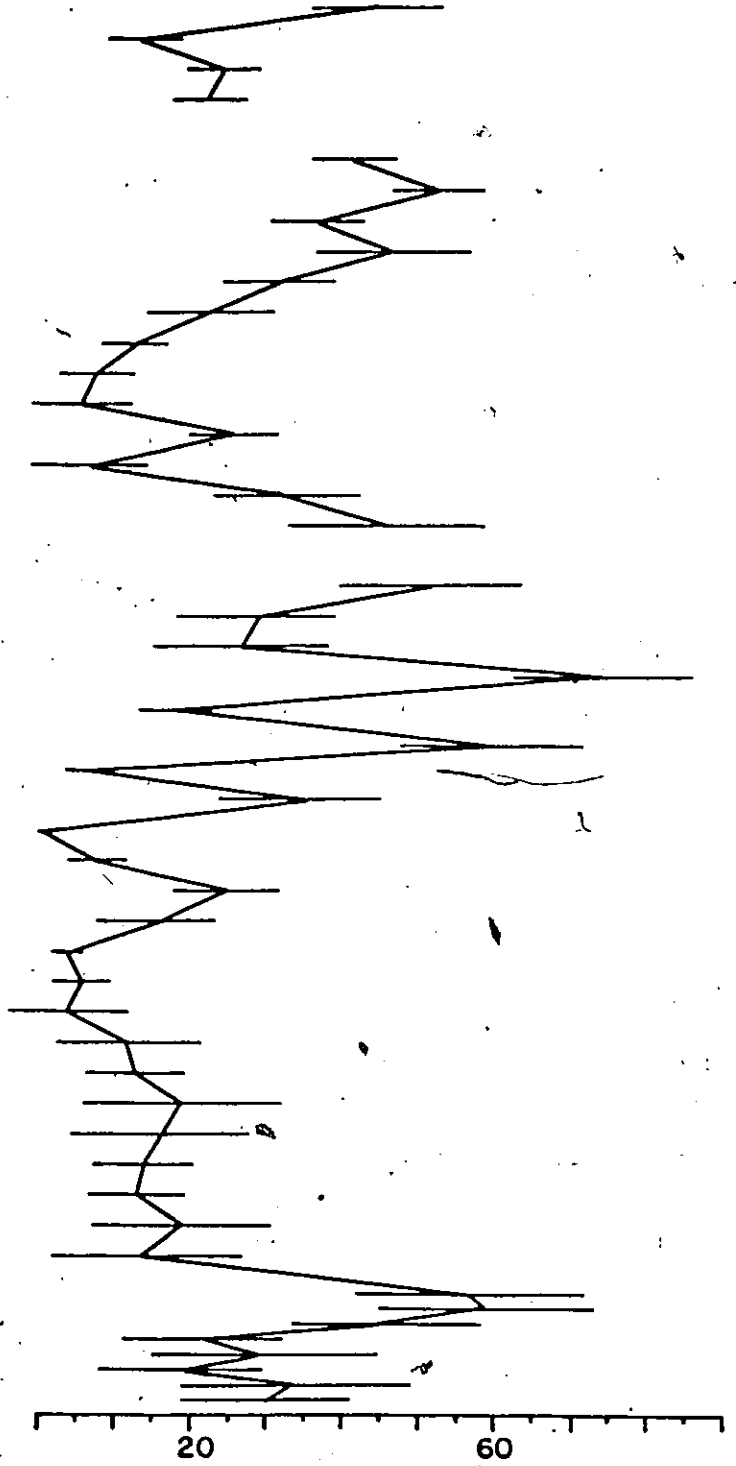


Figure 8 : Intervalle de confiance(95%) pour les courbes de l'épinette.

5. DISCUSSION

La végétation

Les diagrammes polliniques sont d'abord et avant tout des reflets de la végétation et des variations du couvert végétal. Les formations végétales qui nous concernent sont la toundra arbustive et la toundra forestière. Elles ont la réputation d'être difficile à interpréter. A cela s'ajoute la situation de "galerie-forestière" qui rend très spécifique la mosaïque du couvert végétal, comme le souligne l'étude de Geurts (1983) dans la région, reliant des types de végétation à des formes topographiques particulières. Le discernement des formations végétales est par contre facilité par le nombre restreint des espèces. Ainsi, il est possible d'identifier les principaux changements de végétation en suivant la courbe pollinique des principaux taxons. Dans plusieurs cas il est même possible de limiter la discussion au simple rapport entre la représentation des taxons arbustifs et arborescents. C'est à cette relation simple que nous souhaitons surtout nous attarder pour ce bilan des variations de la végétation dans nos diagrammes.

Le chenal

Le diagramme du Chenal retrace deux périodes de l'Holocène. La première de 8400 à environ 7000 BP, trouve son intérêt dans le fait qu'elle apporte des informations sur une période mal

connue. En effet, les diagrammes les plus anciens de la région sont plus récents que 7000 BP. Cependant cette période n'est pas suffisamment ancienne pour préciser le type, l'importance et la rapidité des phases initiales de la colonnisation végétale sur les sites découverts au fur et à mesure du retrait glaciaire estimé à plus de 10 300 BP comme nous l'avons vu précédemment (phase de toundra herbacée par exemple). La base du diagramme présente donc déjà une toundra arbustive. De 8400 à un âge estimé de 8300 années BP, la représentation forestière est considérée comme exotique. Les taxons arbustifs dominent la région. Cependant, ils ne dominent le spectre que dans la mesure où l'on élimine la trop forte représentation des Cypéracées et des autres taxons locaux. La pauvreté du couvert végétal est souligné entre 8300 et 8200 années BP par la faible représentation des arbustifs alors que le spectre est dominé par l'épinette qui est un exotique. La toundra arbustive est donc nécessairement très ouverte à cette époque. Elle consolide sa présence entre 8200 et 7800 années BP. Ainsi Betula occupe essentiellement les replats bien drainés alors que le chenal abrite les Cypéracées et qu'il est ceinturé par la Saulaie. Le paysage est jusque-là très ouvert puisque la représentation de Salix est assez importante alors que si Betula était très dense sa production pollinique masquerait beaucoup mieux ce faible producteur pollinique réputé sous-représenté. Il contraindrait aussi beaucoup mieux la représentation des Cypéracées comme c'est le cas entre 7800 et

7530 années BP. C'est à cette époque que pour la première fois dans le diagramme, la végétation régionale prend le dessus sur la représentation locale. On assiste aussi aux premières apparitions de l'épinette à proximité du site. Entre 7530 et 7350 années BP, la toundra forestière se développe localement. Elle entraîne la chute de l'importance de Betula. La strate arborescente est donc relativement dense puisqu'elle limite la strate arbustive. La production pollinique de l'épinette chute après 7350 années BP. Les premiers taxons favorisés par cette ouverture de la végétation sont les Cypéracées et aussi Salix. Leur forte représentation traduit l'état vraiment affecté de Betula lors de la phase forestière et son manque de vigueur au moment de l'ouverture du paysage forestier. L'importance prise par les Graminées et Artemisia durant cette période suggère une végétation de type steppique. Le retour à des valeurs importantes de Betula dans la zone suivante, accompagné de l'épinette qui recolonise graduellement le territoire suggère une nouvelle période de toundra arbustive. C'est après cette période que l'on retrouve une discontinuité sédimentologique qui pourrait être de l'ordre de 4000 ans.

La tourbe marque le début de la deuxième période reconstituée à partir du diagramme du chenal. La base est datée de 3210 années BP, cependant l'âge de l'arrêt de croissance de la tourbe n'a pas été daté. A 3210 BP les arbres sont importants. Les arbustifs gardent une part de l'occupation du territoire, ainsi, malgré des valeurs très régulières de

l'épinette, il semble que la densité forestière est moindre que durant la phase forestière (7530 - 7350). La toundra forestière s'ouvre ensuite alors que le bouleau dispute la strate arbustive avec l'aulne. Finalement, l'épinette reprend de l'extension au sommet du diagramme.

La terrasse de 25 mètres.

L'ensemble du diagramme provenant de la surface de la terrasse de 25 mètres présente des évidences de toundra forestière. D'abord (zone 4) une tourbière à sphaigne et à Cypéracées tente de s'implanter sur cette terrasse. Elle est alors ceinturée d'un couvert végétal où l'épinette partage l'occupation du territoire avec les arbustifs et les Ericacées essentiellement. Le couvert forestier est assez important sur l'ensemble de la région puisque la proximité d'une surface horizontale bien drainée favorise plutôt la représentation de Betula comme le suggère l'article de Geurts (1983). Nous assistons ensuite (zone 3) à l'extension de l'épinette dans la région qui réduit passablement les chances de développement des arbustifs. La sphaigne s'implante nettement alors que l'on atteint une phase intensive de développement de la tourbe. Cette période de croissance de la tourbe s'assagit graduellement ensuite (zone 2) alors que l'importance de l'épinette chute dans la région. Ceci favorise une recrudescence des arbustifs et des Ericacées. Pinus atteint son extension maximale au moment où Picea est au plus bas.

L'importance de l'épinette s'améliore ensuite légèrement (zone 1). Cependant, les arbustifs et les Ericacées demeurent très fréquents dans la région. Les Cypéracées prennent de l'importance dans la tourbière.

La terrasse de 20 mètres.

Cette terrasse se situe dans le même environnement que la terrasse de 25 mètres. A cause de son altitude inférieure de 5 mètres, elle est mieux protégée ce qui favorise la présence de l'épinette. Son extension la plus importante se produit à la base du diagramme (zone 3). C'est un paysage forestier ouvert dans lequel les arbustifs se développent très bien. Un appauvrissement de la strate forestière se produit cependant (zone 2) qui favorise l'extension de Betula. Jusqu'ici la tourbière est dominée par la sphaigne. Les Cypéracées sont cependant compétitives. Elles prennent le dessus sur la sphaigne dans la partie supérieure du diagramme (zone 1). L'épinette change peu sauf durant un arrêt momentané de sa production pollinique (à 6 cm) qui est synchrone avec l'extension maximale de Pinus, exotique. L'aulne et les Ericacées atteignent eux aussi une représentation maximale alors que Betula pour sa part chute légèrement.

La terrasse de 15 mètres

La terrasse de 15 mètres n'est pas comme c'était le cas des précédentes (25 et 20 mètres), ceinturées d'une surface horizontale bien drainée. Au contraire, elle est bien intégrée au versant de la vallée et se présente sous la forme

d'un ruban tourbeux dans un paysage forestier. La terrasse est graduellement colonisée par les Cypéacées. En bordure de celle-ci, le bouleau arbustif domine alors que l'importance de l'épinette croît à mesure que l'on s'en éloigne (zone 5). Rapidement cependant (zone 4) la forêt devient très dense à proximité de la tourbière et laisse peu de place aux arbustifs. Le développement de la tourbe s'intensifie ensuite (zone 3) alors que dans la région on assiste à la chute de l'importance de l'épinette. Cette ouverture permet à Betula de regagner du terrain. Cette chute de Picea se produit au moment même où la courbe des exotiques, donc de Pinus est en pleine extension. Après avoir atteint une valeur minimale (zone 2) l'épinette reprend de l'importance dans la partie supérieure du diagramme (zone 1) alors que les bouleaux et les Ericacées suivent le mouvement inverse.

La terrasse de 6 mètres

La terrasse de 6 mètres est elle aussi au coeur d'un paysage forestier. L'intérêt porte sur les grandes tendances du diagramme plutôt que sur les fréquentes fluctuations des courbes de Picea et de Betula qui sont, comme suggérées dans l'interprétation, reliées à des phases d'inondations de la terrasse. La base du diagramme présente un paysage forestier relativement fermé dans lequel l'espace laissé aux arbustifs est assez restreint. Les Cypéacées dominent la tourbière. A partir de là, on assiste à une chute graduelle mais continue de l'épinette donc à une transformation vers un pay-

sage forestier de plus en plus ouvert dans lequel la part des
arbustifs augmente tout aussi graduellement. Il semble que
la tendance des Cypéacées soit vers une occupation de plus
en plus intensive de la tourbière.

Comparaison entre ces séquences de végétation

A l'origine notre objectif était de donner des âges relatifs aux différents niveaux de terrasse à partir de la comparaison des diagrammes polliniques. Cela impliquait que l'accumulation organique ainsi que le développement de la tourbe étaient presque immédiats suite au dégagement de la terrasse par la rivière. Cela n'est certainement pas le cas, sans doute que les conditions d'alors ne favorisaient pas le développement d'une tourbière. Nous n'avons pas de datation absolue qui permette de dire l'âge du début ni de l'arrêt du développement de la tourbe. Ces séquences de végétation qui sont somme toute relativement courtes et qui n'ont pas d'âge rendent discutable le simple fait de vouloir établir une corrélation entre elles. Par contre, la proximité des sites d'échantillonnages des terrasses, toutes situées dans un rayon de 2 km, donne de la vraisemblance aux points de repère qui servent de base de comparaison entre ces différentes séquences de végétation.

Partons de la terrasse de 15 mètres puisque nous savons qu'elle est plus récente que 4370 BP. Elle présente une phase forestière dense suivie d'une ouverture de la couverture forestière durant laquelle les arbustifs et les Ericacées prennent de l'expansion. A cette même époque, la courbe de Pinus est en pleine extension. L'épinette redevient ensuite importante dans la phase supérieure du diagramme. On assiste à la même séquence de végétation pour les deux niveaux de terrasse

supérieur, 25 et 20 mètres, c'est-à-dire à une chute de la production pollinique de Picea durant laquelle les arbustifs et les Ericacées prennent une plus grande part des spectres polliniques alors que Pinus marque un sommet de sa courbe pollinique. Finalement l'épinette reprend de l'importance dans la partie supérieure des diagrammes. Pour l'essentiel, ces 3 diagrammes polliniques présentent donc la même séquence d'événements. Le développement de la tourbe sur ces 3 niveaux de terrasse serait alors plus ou moins contemporain et postérieur à 4370 années BP. Dans le chenal la séquence d'évènements après 3210 années BP est aussi semblable, alors que la toundra forestière présente à cette époque, s'ouvre pour une période et redevient plus dense au sommet du diagramme.

En fait, ce que nous suggérons c'est que le développement de la tourbe s'est amorcé à la même époque aussi bien dans le chenal que sur les terrasses de 25, 20 et 15-mètres, c'est-à-dire vers 3200 BP, en réponse au même stimulus. La forêt est alors relativement dense puis, elle devient plus ouverte. Finalement une nouvelle extension des arbres se produit qui ne laisse que quelques traces au sommet du diagramme du chenal mais est beaucoup plus évidente dans le spectre de la terrasse de 15 mètres.

Nous pouvons supposer que c'est là que vient se greffer la tourbière de la terrasse de 6 mètres que nous avons caractérisée de sub-actuelle. Elle se développe d'abord pendant une phase forestière dense qui pourrait être la plus récente

enregistrée dans les autres diagrammes, puis se transforme ensuite graduellement en un paysage forestier plus ouvert.

L'influence du paysage locale sur l'image pollinique

Les variations entre les spectres que l'on considère contemporain c'est-à-dire ceux des terrasses de 25, 20 et 15 mètres peuvent être justifiées par la spécificité du couvert végétal en fonction de différents critères comme la topographie ou les conditions édaphiques. Ainsi, la présence d'une surface horizontale bien drainée favorise la représentation de Betula dans les diagrammes des terrasses de 25 et 20 m tout comme c'est le cas dans le chenal. A l'opposé, les terrasses de 15 et 6 mètres sont bien intégrées au versant, la représentation des arbres en est d'autant meilleure. L'altitude joue aussi un rôle puisqu'une meilleure protection est déterminante pour l'extension de l'épinette. Malgré la très grande proximité des sites d'échantillonnages, l'épinette est ainsi mieux représentée dans la terrasse de 20 mètres que dans celle de 25.

L'étude de spectre pollinique en fonction de surface topographique particulière a été faite par Geurts (1983) dans la région. A partir d'analyse préliminaire dans le chenal, elle souligne que la dynamique géomorphologique introduit en elle-même des variations de la végétation. Cette évolution du relief du chenal est la suivante " (i) la présence d'une surface horizontale bien drainée", qui comme nous l'avons vue joue un grand rôle dans la représentation de Betula sur la terrasse de 25 et 20 mètres et aussi évidemment pour le che-

nal, (ii) la détérioration du drainage dans le chenal qui entaille cette surface", c'est effectivement vers 250 cm qu'il y a une transformation du chenal en marais et que la représentation des Cypéracées devient très forte " (iii) l'apparition de versants en pente nette dans l'environnement du site étudié", l'apparition de pente nette vient effectivement jouer un rôle dans les variations de la végétation près du chenal. Cependant, ces pentes se sont développées dans la zone de Qingaluk avant 7530 BP puisqu'il a fallu qu'elles soient stabilisées pour que l'épinette puisse s'y implanter à cette époque. D'autre part une autre phase érosive a pu rafraîchir ou modifier les versants après 4370 BP et donner de nouvelles surfaces topographiques susceptibles de recevoir la nouvelle extension forestière à proximité du chenal vers 3200 BP. En effet, un encaissement est certainement survenu après 4370 BP puisque dans la zone de White Sandy la terrasse de 6 mètres est emboîtée dans celle de 15 mètres. Ceci semble indiquer que des encaissements holocènes de la Copermine se sont réalisés pendant les périodes de réchauffement climatiques.

Il apparaît donc particulièrement important dans un milieu de toundra forestière caractérisé par une très grande diversité de forme et de couverture végétale d'avoir des données précises sur l'environnement ainsi que sur les possibilités d'évolution du relief qui peuvent affecter dans leur dynamique les spectres de la végétation.

Le Climat

La faible diversité de la végétation dans les régions nordiques a permis de développer un rapport direct entre la végétation et le climat. La relation établie par Bryson (1966) reliant la position moyenne du front arctique en juillet à la limite de la forêt sert généralement de principe de base pour les interprétations palynostratigraphiques dans cette partie du territoire. Le déplacement de la position moyenne du front arctique en été a pour effet s'il est vers le nord, de produire un réchauffement climatique puisque la fréquence des vents provenant du sud et/ou de l'ouest augmente, entraînant des vents chauds et humides qui d'une part transportent un nombre important de pollens exotiques et d'autre part, produisent un réchauffement qui permet l'extension des arbres sur la région. Par contre, s'il est vers le sud, le climat se refroidit puisque les vents du nord froids et secs dominent et produisent un appauvrissement de la strate arborescente. Enfin, si le front arctique est situé dans la vallée par exemple à la hauteur de White Sandy, on peut imaginer que les terrains situés au nord du front sont sous l'influence des masses d'air froid mais que dans la zone du front, ils reçoivent une part de pollens exotiques en provenance du Sud.

La situation de galerie-forestière résulte du fait que la vallée assure une certaine protection contre les vents froids et secs provenant du nord même si ceux-ci sont dominants. Nous pensons néanmoins que c'est une situation dans laquelle la végétation reste sensible aux fluctuations du

front arctique et au régime de ces fluctuations.

— *La période 8400-7000 BP*

A la base du diagramme la végétation de toundra arbustive suggère un climat relativement froid. L'éruption brève des épinettes entre 8300 et 8200 BP marque un épisode climatique chaud durant lequel la fréquence des vents provenant du sud et/ou de l'ouest augmente et entraîne un apport exotique important.

Le climat froid et sec s'impose entre 8200 et 7800 BP alors que la proportion des exotiques chute et que la toundra arbustive domine le site. Un réchauffement s'amorce vers 7800 BP par l'implantation graduelle de Picea à proximité du site.

La chute de l'épinette marque le début d'une nouvelle phase climatique froide après 7530 BP. L'état très affecté de la végétation est particulièrement évident, vu l'apparition d'une formation végétale de type steppique qui suggère un climat froid mais surtout très sec.

Finalement dans une zone proche de 7000 BP, le climat semble s'améliorer comme le suggère l'extention de l'épinette et la meilleure représentation de Betula.

— *La période de 3210 BP jusqu'à l'actuelle*

La toundra forestière occupe la région au moins jusqu'à la hauteur du lac Qingaluk durant toute cette période. Les fluctuations climatiques se manifestent par des variations de la densité de l'épinette. A 3210 années BP le climat est

relativement chaud et la position moyenne du front arctique en été est situé au nord de Qingaluk.

La chute de l'épinette et l'extension d'Alnus marque le refroidissement climatique dans le chenal. Sur les terrasses cette détérioration climatique se manifeste de façon particulière puisqu'au moment de la chute de l'épinette et des variations des taxons locaux et régionaux qui accompagnent cette phase de refroidissement, on assiste à l'extension dans les diagrammes de Pinus qui est un exotique.

Un rapprochement de la position du front arctique de la région de la rivière White Sandy dans l'entourage de laquelle se situent les terrasses de 25, 20 et 15 m, provoque d'une part un refroidissement climatique et d'autre part produit un effet d'abatement au sol des exotiques, par le biais d'une augmentation des précipitations reliée à une position frontale juste au sud du site. En effet, selon Markgraf (1980), les pollens peuvent être lavés de l'atmosphère par les précipitations, et selon Lagarec et Geurts (manuscrit) les pollens régionaux et exotiques peuvent être associés surtout au passage des dépressions cycloniques.

Une nouvelle phase climatique chaude est marquée au sommet des terrasses de 25, 20 et 15 m ainsi que dans le chenal par une reprise plus ou moins bien perçue selon les diagrammes, de l'épinette. Il semble que cette phase soit moins chaude que la précédente (à 3210 BP).

Finalement une chute graduelle de l'épinette dans le

diagramme de la terrasse de 6 m, marque un refroidissement sauf pour la période récente, qui tend au réchauffement.

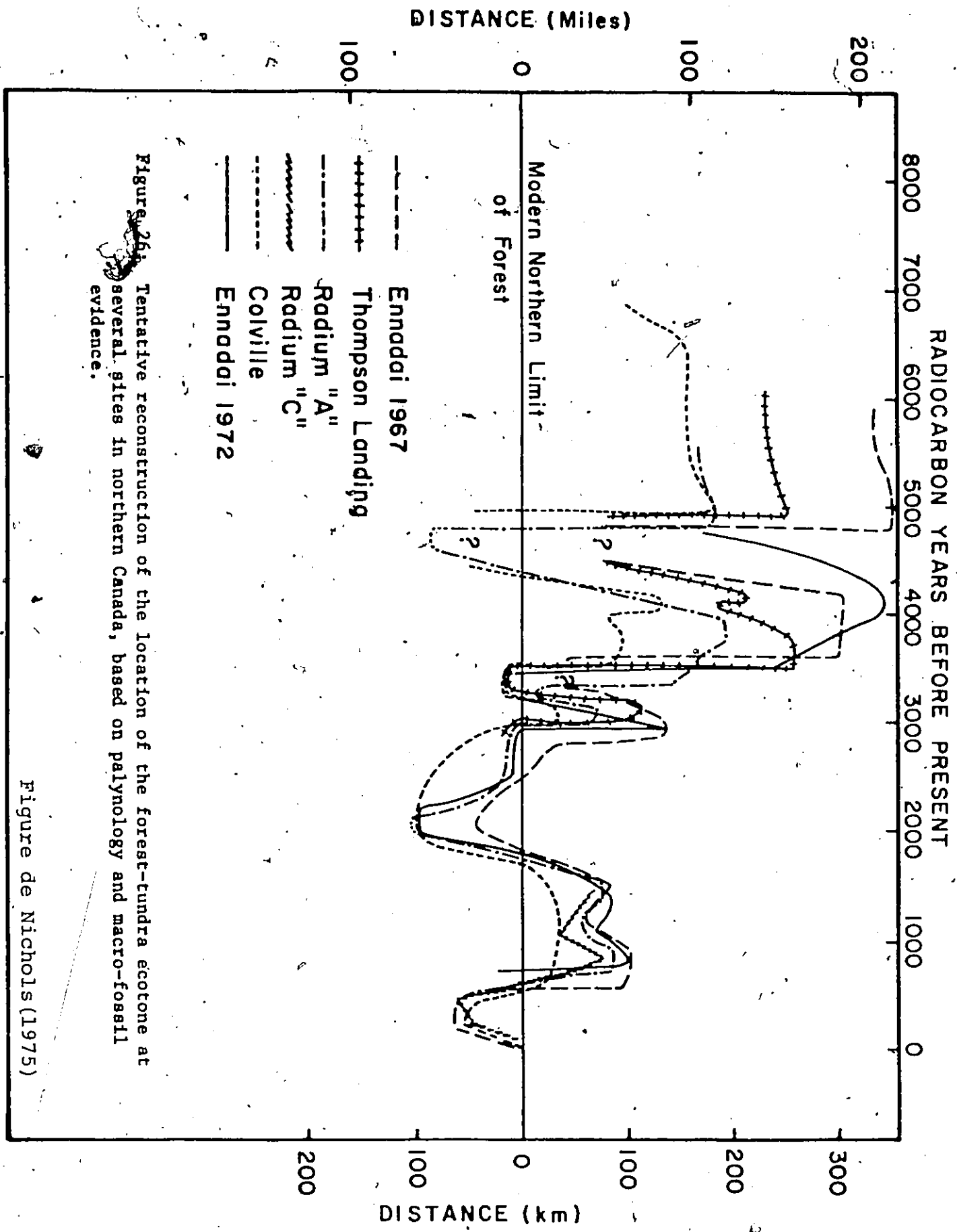
Comparaison avec d'autres diagrammes polliniques.

— *Les résultats de Nichols*

La séquence d'événement la plus intéressante dans cette partie du territoire est celle présentée par Nichols (1975). La figure 9 est une reproduction de sa tentative de reconstruction de la localisation de l'écotone toundra-forestière qu'il base sur les résultats obtenus de 6 diagrammes polliniques et d'évidences macro-fossiles. Ces diagrammes proviennent de Ennadai (1967 et 1972), Thompson Landing (1975), Port Radium A et C (1975) et de Colville (1975) qui sont situés dans le district du Keewatin et la partie est du district du Mackenzie.

Les sédiments les plus anciens sont de 6800 BP. Ils représentent un environnement de forêt d'épinettes jugés substantiellement plus chaud en été que l'environnement actuel. Nichols note des évidences d'un refroidissement de 5600 à 5500 BP qui est rapidement remplacé par le maximum de chaleur de 5300/5200 BP et ce jusqu'à 4800 BP où la toundra s'étend presque jusqu'à sa position actuelle.

Selon Nichols, la forêt reprend de l'expansion autour de 4500/4250 BP, entrecoupé d'un bref refroidissement à 4200 avant le retour à un nouveau maximum de chaleur d'été autour de 4000 à 3900 BP. Une nouvelle phase froide a lieu vers 3500 BP qui amène l'extension de la toundra sauf pour un



épisode doux vers 3000 BP. Le maximum du refroidissement a lieu vers 2200-2100 BP.

L'étude de Nichols indique que le recouvrement forestier s'organise entre 2000 et 1500 BP et qu'un refroidissement majeur a lieu vers 800 BP. La période chaude est entrecoupée d'un épisode froid à 1400 BP. Finalement un réchauffement mineur est retracé à 150 BP.

Des événements présentés par Nichols nous retenons la présence d'un climat plus chaud que l'actuel après 6800 BP et deux refroidissements, à 4800 et à 3500 années BP, auxquels nous ne pouvons comparer aucun résultat. Par contre l'épisode chaud qu'il retrace vers 3000 BP, la phase froide dont l'optimum est à 2200 BP et le recouvrement forestier qui s'installe entre 2000 et 1500 BP, ressemblent passablement aux événements que nous avons décrits dans nos diagrammes.

Nous suggérons de plus que la tourbe cesse de croître sur nos sites (chenal, t. 25, 20 et 15 m) à des âges proches de ceux obtenus dans plusieurs de ces diagrammes; Pelly lake, 700 BP (Nichols 1970), Drainage lake, 940 BP (Nichols 1970 BP), Ennadaï lake et Lynn lake, 600 BP (Nichols 1967), Ennadaï lake, 870 BP (Nichols 1975). Ces dates marquent un refroidissement majeur qu'il situe plus généralement vers 800 BP.

L'altitude très basse de la terrasse de 6 mètres justifie par son taux d'humidité élevé la continuité du développement de la tourbe à un âge récent. On y retrace une tendance gra-

duelle au refroidissement climatique suivi d'une stabilité ou même peut-être d'un léger réchauffement que l'on suggère très récent. Nous considérons cette séquence comme contemporaine aux événements situés entre 1500 BP et 150 BP dans Nichols qui présente une phase chaude, suivie d'un refroidissement et d'une tendance au réchauffement dans les derniers siècles.

— *Autres données*

Bien que nos diagrammes ne portent pas sur l'Hypsithermal, nous donnons ici un aperçu des conclusions obtenues par les autres auteurs pour le nord canadien.

Kay (1979) présente quatre diagrammes dont le plus important, celui de Long lake, retrace essentiellement deux épisodes. Un épisode plus chaud que l'actuel entre 5500 et 3745 BP et un épisode froid qui perdure ensuite. Terasmae (1967) a produit un seul diagramme à Mac Alpine lake dont la base est datée 2330 BP et qui ne présente aucune variation climatique jusqu'à l'époque actuelle.

Dans la partie centrale du nouveau Québec, Richard et al. (1982) souligne que "Le principal trait de l'histoire post-glaciaire de la végétation dans la région du lac Delorme est l'ouverture généralisée de la couverture arboréenne et arbustive vers 4700 à 4300 BP, selon les sites. ... Cette ouverture du paysage végétal reflète sans doute l'avènement d'un climat plus froid..." (p. 87). Ils considèrent que les seules indications d'une éventuelle fluctuation climatique

qu'aurait connue la région, sont deux périodes de plus grandes abondances du bouleau blanc entre 5750 et 4750 BP et entre 3600 et 2500 BP, enregistrées sur un site de la région. Richard (1981) dans son étude à l'ouest de la baie d'Ungava, souligne l'ouverture du paysage végétal vers 3500 BP au site le plus au nord de la baie du Diana, alors qu'il se manifeste vers 2500 BP dans la vallée de la rivière aux Feuilles, par contre sur les plateaux de cette même région l'ouverture est ressentie plus tôt vers 3200 et 3600 BP. Il présente des indices d'une remontée de la limite des arbres de 40 km vers 3600 BP.

Dans la partie nord-centrale Canadienne Bryson et al. (1965) estiment à partir d'évidences de paléosol (podzol) enfouie et de charbon que la limite des arbres avait progressée de 280 km vers le nord vers 3600 BP et de 90 km vers 900 BP.

Aucun des diagrammes que nous avons mentionnés ne présentent des séquences plus anciennes que 6800 BP. Nous devons aller chercher plus à l'ouest les informations précédant cette date puisqu'à l'ouest une déglaciation plus rapide a entraîné une colonisation végétale à des époques plus lointaines. L'extension forestière a lieu en réponse à un réchauffement climatique vers 8900 à 8500 BP dans 3 diagrammes qui sont situés à Inuvik (Ritchie 1977), Eskimo et Twin lake, Delta du Mackenzie (Mackay et Terasmae 1963) et à Tuktoyaktuk (Ritchie et Hare 1971). On y trouve peu d'informations sinon

que cette phase climatique chaude se stabilise à Inuvik vers 6500 alors qu'elle se détériore sur les deux autres sites vers 5500 BP.

Nos résultats rejoignent d'assez près les données de Nichols dans la région pour la période 3200 BP à l'actuelle, cependant les informations sur la période 8400 à 7000 BP sont rares et ne nous permettent pas de vérifier nos résultats.

Relation entre nos résultats et l'évolution géomorphologique de la vallée de la Coppermine.

L'analyse stratigraphique des terrasses de la rivière Coppermine permet d'établir les grands traits d'évolution de la vallée (Guay et St-Onge 1981). D'autre part nous connaissons maintenant les transformations de la végétation d'une grande partie de l'Holocène et les variations climatiques à leurs origines, grâce à nos résultats et ceux des autres palynologues ayant travaillé dans cette partie du territoire. Précédemment, nous avons vu comment la dynamique géomorphologique jouait un rôle sur la végétation, voyons maintenant à la lumière des données stratigraphiques et palynologiques, comment la végétation sous l'influence des variations climatiques joue un rôle sur l'évolution géomorphologique de la vallée. Les événements géomorphologiques se résument ainsi; il y a d'abord un encaissement très tardif après la déglaciation qui ne s'effectue qu'après 7980 BP dans la région de la rivière White Sandy. Suite à cet encaissement au moins jusqu'au niveau de la rivière actuelle, il y a une phase de remblaiement de 15 mètres, datée d'environ 4370 BP. Ensuite, un nouvel encaissement de nouveau au moins jusqu'au niveau de la rivière actuelle suivi par la formation de la terrasse de 6 mètres qui s'adosse à la terrasse de 15 mètres mais est de nature différente de celle-ci.

Plusieurs événements se produisent à ces époques du point de vue de la végétation et du climat. Un réchauffement clima-

tique favorise l'augmentation de la densité de la végétation vers 7800 BP puis la transformation de celle-ci, de toundra arbustive à toundra forestière vers 7500 BP.

— La lenteur de l'encaissement dans la terrasse supérieure de 32 m à la hauteur de la White Sandy

Deux événements semblent ici contemporains; l'augmentation de la densité forestière qui résulte d'un réchauffement climatique et l'encaissement de la rivière. On ne peut préciser à quelle vitesse et à quel moment l'encaissement a lieu dans la terrasse supérieure à la hauteur de la White Sandy après 7980 BP, ni affirmer que les transformations du climat et de la végétation qui se produisent vers 7800 BP y soient pour quelque chose. Il est très probable que c'est une barrière physique qui a retardé l'encaissement de la rivière. Le rapide Rocky Defile semble tout indiqué pour avoir joué ce rôle puisqu'à cet endroit la rivière forme un coude et incise la roche en place (St-Onge, comm. pers.) L'altitude du seuil rocheux est de 320 m a.n.m., c'est à dire celle du niveau de la terrasse supérieure à White Sandy et aussi à Qingaluk. L'entaille de ce seuil rocheux était commencé avant 8400 BP puisque c'est l'âge du début de l'accumulation dans le chenal qui est en amont de Rocky Defile. Cependant, si l'on se base sur la pente actuelle de la rivière Coppermine dans notre région de 0.025%, l'incision à la hauteur de Qingaluk devait être inférieure à 30 m puisque l'eau s'écoulait sous la forme d'une large plaine alluviale au niveau de la terrasse supérieure de 32 m à la hau-

teur de la White Sandy. Si la lenteur de l'encaissement peut s'expliquer indépendamment des variations du climat et de la végétation, on peut aussi supposer à la lumière du synchronisme suggéré pour ces deux phénomènes que ces changements environnementaux ont pu favoriser l'incision qui était jusque là limitée par le manque d'agressivité de la rivière. Supposons en effet, que l'augmentation des précipitations associée à une plus grande fréquence des vents provenant du sud et/ou de l'ouest, chauds et humides, ait amplifié le débit d'eau et ait ainsi accru la force d'incision de la rivière. Supposons aussi que l'augmentation de la densité de la végétation ait limité l'apport de versant d'une part, et d'autre part, favorisé la concentration du drainage et qu'ils aient ainsi augmenté l'agressivité du cours d'eau. On pourrait alors dire que des changements d'environnement sont à l'origine de l'encaissement de la rivière.

— *La formation de la terrasse de 15 m*

Le climat se détériore nettement d'après Nichols vers 4800 BP. C'est durant cette période froide (4800-4250) vers 4370 BP que se construit la terrasse de 15 mètres. Le refroidissement climatique qui entraîne la diminution du couvert végétal favorise, par le fait même, un plus grand apport par ruissellement, quoique de nombreux versants sont demeurés mêmes durant les périodes climatiques chaudes, des affleurements de matériel meuble dénudé de végétation. La diminution des précipitations accompagnant un climat plus froid

peut aussi diminuer le débit de la rivière qui perdra alors sa compétence de transport. D'autres hypothèses peuvent expliquer un remblaiement de 15 mètres d'une rivière. Nous pensons ici à un glissement de terrain qui en obstruant le cours d'eau permettrait la sédimentation. Cependant, aucune évidence ne valorise une hypothèse de cette ampleur (décrochement, structure des dépôts ou type de matériel par exemple). Il est donc vraisemblable que la formation de la terrasse de 15 mètres résulte de changements environnementaux, d'ordre climatique et/ou végétal.

— *La formation de la terrasse de 6 m*

Par la suite la rivière s'encaisse dans la terrasse de 15 mètres au moins jusqu'à son niveau actuel. La terrasse de 6 mètres se construit ultérieurement. Dans la vallée, elle se présente sous la forme de lambeaux de terrasse construite dans des zones protégées, par des dépôts d'inondations. La base de la tourbe sur cette terrasse montre des évidences de climat relativement chaud qui se transforme graduellement en climat plus rigoureux. Le début de la période chaude est estimé par Nichols (1975), à 2000/1500 BP, alors que la période froide se manifeste vers 800 BP.

Deux événements se produisent donc entre 4370 BP et 2000 BP; d'abord l'encaissement de la rivière dans la terrasse de 15 mètres puis la formation de la terrasse de 6 mètres. Nous aimerions suggérer une fois encore que l'évolution de la vallée

résulte des variations de la végétation et du climat. Ainsi l'encaissement dans la terrasse de 15 mètres se produit durant la phase climatique chaude datée vers 3200 BP dans le chenal et la formation de la terrasse de 6 mètres, qui suggère une légère surcharge de la rivière en sédiments, se produit durant la phase froide qui a son optimum vers 2200 BP d'après Nichols (1975), puisque comme nous l'avons vu, la base de la tourbe de cette terrasse enregistre la période chaude située entre 2000 et 800 BP (Nichols 1975).

Cette discussion nous amène à la conclusion que l'évolution géomorphologique Holocène de la vallée de la rivière Coppermine a été conditionnée par les variations climatiques et par le biais plus ou moins important des transformations de la végétation. Il semble en effet que les phases d'encaissements de la rivière se produisent lors des réchauffements climatiques alors que les remblaiements s'effectuent pendant les périodes froides.

— *Les terrasses d'origine climatique; les précédents*
Nous ne connaissons pas de précédents qui permettraient de confirmer cette hypothèse cependant, certains auteurs européens considèrent que les terrasses fluviales sont dans plusieurs cas d'origine climatique. Nous présenterons ici quelques exemples.

Dans leur synthèse des études sur la Meuse, Alexandre-Pyre et Kupper (1976) décrivent un type de terrasse comme suit: "Les premiers sont constitués de sédiments grossiers, où les marques

d'un climat froid sont restées imprimées. Elles ont été édifées au moins en partie par des cours à bras multiples anastomosés. Elles montrent une tendance à l'aggradation qui est notoire dans les niveaux inférieurs et relativement estompée par l'érosion dans les niveaux supérieurs." (p. 65). De plus, elles reprennent trois hypothèses pour expliquer la reprise de l'enfoncement des cours d'eau dont l'une nous apparaît particulièrement intéressante; "J. KLEIN (1914) et P. HALET (1919) élaboraient déjà pour les terrasses fluviatiles une théorie climatique qui sera confirmée par W. Soergel en 1939. Processus d'accumulation et incisions alternent dans le cadre d'oscillations climatiques où les premières se produiraient pendant les périodes froides tandis que les seconds coïncideraient avec des interglaciaires." (p. 65)

Bourdier (1962) associe la formation des terrasses du Rhône aux périodes glaciaires du Mindel I et II, Riss I et III et Wurm IV et V. Ce sont des terrasses d'origine fluvioglaciaire dans lesquelles l'auteur place l'action érosive du cours d'eau à la fin ou au début des phases froides (voir p. 83 (1961) et p. 13 (1962)).

Bustamente Santa Cruz (1973) dans son étude du bassin de la Meuse remarque que "Finalement, dans une étude synthétique, Macar, P. (1957) considère que les terrasses de la Meuse sont d'origine climatique (développement pendant les périodes froides du Quaternaire)".

Ces quelques exemples veulent démontrer que les terrasses

fluviales peuvent être d'origine climatique. Les phases d'accrétions y sont associées aux périodes froides alors que les phases d'incisions correspondent soit au début ou à la fin des périodes froides soit plus généralement aux interglaciaires. Evidemment ces épisodes glaciaires et interglaciaires sont de beaucoup plus fortes amplitudes que nos petites fluctuations climatiques des derniers 8400 ans. Par contre, la vallée de la Coppermine peut apparaître un milieu plus vulnérable avec une végétation du type toundra, pauvre par rapport à celle des forêts feuillues européennes desquelles proviennent nos exemples. Ces exemples nous permettent donc d'insister sur l'hypothèse d'une relation entre les périodes froides et l'accrétion de la rivière et les périodes chaudes et l'encaissement, que seules des études plus poussées permettront de confirmer.

CONCLUSION

Les connaissances acquises sur la période 8400-7000 BP sont les premiers aspects intéressants de cette recherche puisqu'aucun diagramme de la région ne présente de séquence aussi ancienne.

La dominance successive du bouleau et de l'épinette illustre les changements de formation végétale. Vers 7530 BP, la toundra arbustive se transforme en toundra forestière. Vers 7350 BP, la toundra arbustive domine de nouveau la région.

Les taxons exotiques et certaines plantes herbacées qui caractérisent l'évolution de la végétation, nuancent l'histoire climatique qui en découle. Ainsi, l'extension des exotiques à environ 8300 BP jusqu'à 8200 BP, marque un épisode chaud dans une période climatique froide qui dure de 8400 à 7800 BP. La période chaude suit à 7530 BP. Elle est suivie d'un refroidissement durant lequel la présence d'Artemisia et des Graminées marque des conditions particulièrement xériques. Cette période froide située à environ 7350 BP, est remplacée à environ 7000 BP par une tendance au réchauffement comme le suggère les extensions du bouleau et des épinettes dans le diagramme du chenal. Il semble donc y avoir plusieurs oscillations climatiques entre 8400 et 7000 BP, qui n'ont pas de commune mesure avec les connaissances actuelles pour le nord canadien. Nous devons signaler que la partie du chenal qui donne ces résultats, est constituée de sable contenant de la matière organique qui a pu être l'objet de brassage,

c'est à dire d'érosion, de redéposition des pollens ainsi que de vitesse de sédimentation variable.

Nous n'avons malheureusement aucune information sur la période de l'Hypsithermal puisque le diagramme du chenal ne présente pas une séquence d'évènement continue.

La date de 3210 BP marque le début de la croissance de la tourbe pour la région de Coppermine. Les autres dates associées aux événements suivants proviennent d'une corrélation avec les résultats de Nichols (1975). Une toundra forestière occupe la région de 3210 BP jusqu'à la période actuelle. La densité forestière varie cependant, conditionnée au moins en partie, par des variations climatiques. Il fait relativement chaud à 3210 BP. Un refroidissement suit, dont l'optimum est estimé à 2200 BP. Un nouveau réchauffement débute entre 2000 et 1500 BP. Cette séquence est reconnue dans le chenal et dans les terrasses de 25, 20 et 15 mètres. Dans ces terrasses, la période froide dont l'optimum est estimé à 2200 BP, prend un caractère bien particulier qui constitue un autre point d'intérêt de cette recherche. La végétation locale ressent effectivement le refroidissement alors que le spectre est caractérisé par l'extension des exotiques. Nous croyons qu'il s'agit là d'un bon critère pour justifier une position du front situé à la hauteur de la White Sandy, à cette époque.

Sur la terrasse de 6 m cette séquence n'est pas enregistrée, par contre nous pouvons situer les événements par corré-

lation avec les résultats de Nichols, de la façon suivante; La base de la tourbe enregistre la période chaude datée par Nichols à 2000 BP. Le refroidissement climatique à lieu vers 800 BP et la tendance au réchauffement la plus récente s'effectue vers 150 BP.

La production de plusieurs diagrammes palynologiques rapprochés, permet de conclure que l'amorce du développement de la tourbe dépend de facteurs climatiques plutôt que de la disponibilité des surfaces, c'est pourquoi les trois niveaux de terrasses supérieures (25, 20 et 15 m) ainsi que le chenal présentent des profils de tourbière dans lesquels la séquence générale des événements est commune. En dépit de ce fait, l'image de la végétation de chacun de ces diagrammes demeure particulière et caractérise le paysage local qui résulte d'une situation topographique distincte. Le chenal a subi une évolution topographique reliée d'abord à son remblaiement puis, aux transformations de la morphologie locale (comme l'apparition de pente nette dans l'environnement). Ce type d'évolution amène les palynologues à interpréter les spectres polliniques non seulement en fonction de la variable climatique ou du temps nécessaire à la colonisation, mais aussi en fonction d'autres variables comme la dynamique géomorphologique et les conditions édaphiques. Le chenal constitue un bon exemple de cette approche développée par Geurts (1983) particulièrement en milieu de toundra forestière.

D'autre part, nous avons tenté d'établir une relation entre

lès variations de l'environnement, d'abord et avant tout climatique et les transformations de la vallée de la Coppermine. Le synchronisme des faits est le suivant: l'encaissement tardif de la rivière après 7980 BP du moins dans la zone lamont et le début du réchauffement climatique vers 7800 BP, la formation de la terrasse de 15 m à 4370 BP lors de la période froide de 4800 - 4250 BP (selon Nichols 1975), ensuite la formation de tourbière sur 4 des 5 diagrammes (sauf 6 m) qui nous permet de juger de la suite des événements et, la formation de la terrasse de 6 m qui précède la période de 1500 - 800 BP puisqu'elle enregistre cette période chaude. Il y a donc après un remblaiement de 15 m, un encaissement au moins jusqu'au niveau actuel de la rivière, durant la période chaude à 3200 BP, puis un nouveau remblaiement de 6 m durant la période froide dont l'optimum est à 2200 BP. Il n'est pas possible à cause du manque de datation absolue et du manque d'informations géomorphologiques de confirmer le synchronisme parfait de ces événements. Il sera très intéressant de vérifier cette relation entre le climat et l'évolution géomorphologique de la vallée dans des recherches ultérieures.

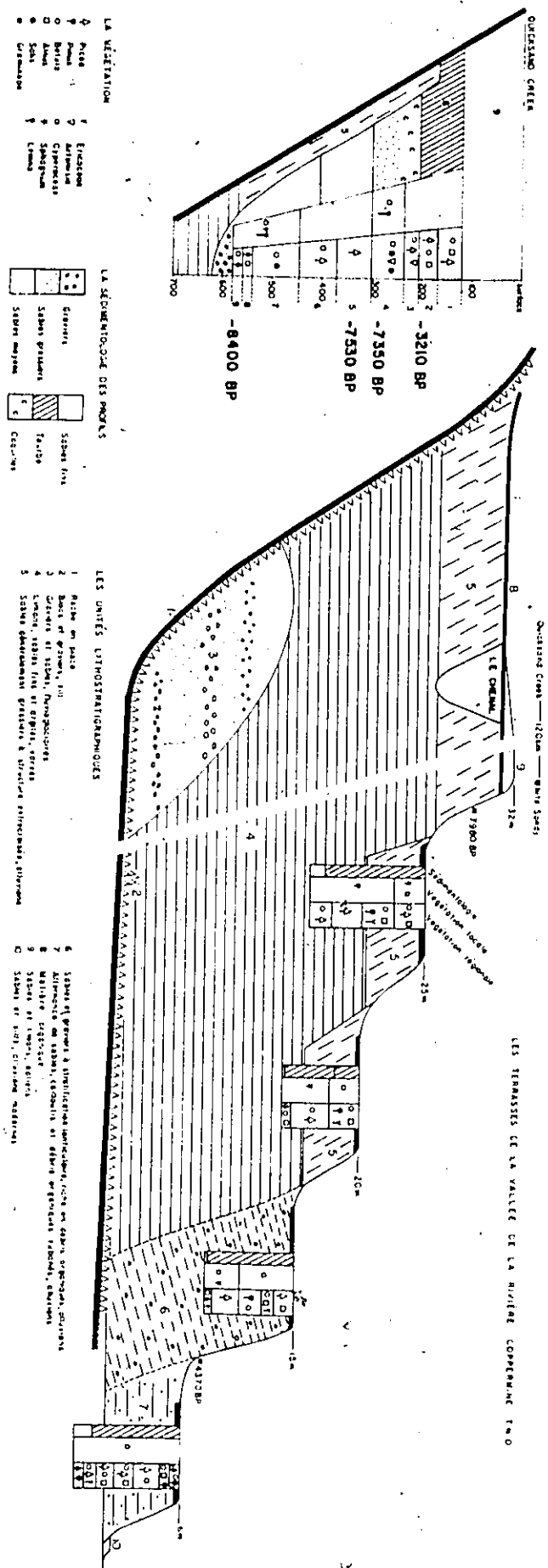
L'ensemble de nos résultats est résumé par le tableau 2 et la figure 10 qui constituent le bilan des événements et complète cette conclusion.

TABLÉAU 2 : LE BIEN

PERIODE (BP)	CLIMAT	VEGETATION	EVENEMENTS GEOMORPHOLOGIQUES
8400 - 8200	Court épisode chaud	Les exotiques sont très importants et accompagnés du bouleau et des taxons locaux dans le chenal	10 300 BP, fin de la déglaciation dans la région
8200 - 7800	Période climatique froide	La toundra arbustive à bouleau domine l'environnement du chenal, la valeur des exotiques est faible alors que les taxons locaux restent importants	
7800 - 7350	Réchauffement	Extension forestière à proximité du site Quicksand Creek	Début de l'encaissement après 7980 BP à White Sandy
7350 - 7000	Climat sec et froid	Végétation de type steppe, avec <u>Artemisia</u> et les Graminées, accompagnés de l'arrêt de pollinisation de l'épinette.	
HIATUS			
3210 - ...	Période climatique chaude	Episode forestier enregistré dans tous les diagrammes (sauf l. 6)	Formation de la terrasse de 15 m à 4370 BP (période froide de 4800-4250 BP, selon Nichols 1975)
... (2200) *...	Période de climat froid Le front arctique se situe dans la région de la White Sandy	Diminution de la densité forestière sur l'ensemble de la région. Dans les profils des terrasses, elle est accompagnée de l'extension de <u>Betula</u> , <u>Alnus</u> , <u>Pinus</u> , et des Ericacées	Début du développement de la tourbe daté 3210 BP dans le chenal et aussi sur les terrasses de 25, 20, 15 m. Période d'encaissement de la rivière dans la terrasse de 15 m
(2000/1500 - 800) *...	Réchauffement	Extension de la forêt. La densité forestière est inférieure à la période située à 3210 BP	Formation de la terrasse de 6 m
(800) *...	Refroidissement	Diminution de la densité forestière. Arrêt de croissance de la tourbe dans le chenal et sur les terrasses de 25, 20 et 15 m. Extension des arbustifs sur la terrasse de 6 m	Début de l'accumulation de tourbe sur la terrasse de 6 m
... (150) *...	Tendance au réchauffement	L'épinette augmente dans la terrasse de 6 m	

* (Dates provenant de Nichols 1975)

Figure 10: Le bilan est un résumé des principales informations sur la région. Il présente les unités stratigraphiques, les dates 14C disponibles pour les différents niveaux de terrasses, ainsi que le contenu des profils polliniques et de la sédimentologie des sites échantillonnés. L'altitude de la terrasse supérieure est de 320 m. Sa hauteur par rapport à la rivière est de 32 m à White Sandy et d'environ 65 m à Quicksand Creek, alors que 120 km séparent les deux sites. Ces deux niveaux de terrasses doivent être identifiés distinctement.



Remerciements

Cette recherche a bénéficié du soutien financier et logistique du CRSNG, du fonds des Etudes Nordiques de l'Université d'Ottawa, du Ministère des Affaires indiennes et du Nord, de la Commission Géologique du Canada ainsi que de BP Mineral. Nous avons également bénéficié d'une Bourse de recherche des Etudes Supérieures de l'Ontario (OGS). Nous aimerions remercier M. M.W.Padgham (MAIN), M. P.Hoffman (GSC), M. M.St-Onge (GSC) ainsi que nos professeurs et collègues étudiants pour leur intérêt et soutien durant cette recherche. Nous remercions tout particulièrement M. D.A.St-Onge qui a porté à notre attention l'intérêt du chenal du Quicksand Creek. Nous avons de plus largement bénéficié de son expérience sur le terrain et dans les discussions entourant cette recherche.

Références bibliographiques

- ALEXANDRE-PYRE, S. et KUPPER, M.
1976 Géomorphologie de la Belgique, dans: L'évolution des rivières, Hommage au Professeur P. Macar, Pissart, A. Laboratoire de géologie et géographie physique, Université de Liège, p. 51-74
- BASTIN, B.
1971 Recherches sur l'évolution du peuplement végétal en Belgique durant la glaciation du Würm, Institut de Géographie, Université de Louvain DEKENSTRAAT 2, Louvain, 136 p.
- BENNINGHOFF, W.S.
1952 Interaction of vegetation and soil frost phenomena. Arctic v.5, no 1, p. 34-44.
- BOUDIER, FRANK
1961-62 Le bassin du Rhône au Quaternaire, Edition du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, tome 1 et 2.
- BRYSON, R.A., IRVING, W.N., LARSEN, I.A.
1965 Radiocarbon and soil evidence of Former Forest in the Southern Canadian Tundra. Science 147, p. 46-48.
- BRYSON, R.A.
1966 Air masses, Streamlines, and the boreal forest, Geographical bulletin, v.8, no. 3, p. 228-269.
- BUSTAMANTE SANTA CRUZ, LUIS
1973 Les minéraux lourds des alluvions sableuses du bassin de la Meuse, Thèse de doctorat, KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUUVEN
- ELLIOT-FISK, D.L., ANDREWS, J.T., SHORT, S.K. and MODE, W.N.
1982 Isopole maps and an analysis of the distribution of the modern pollen rain, eastern and central northern Canada; Géographie physique et Quaternaire, vol. XXXVI, nos 1-2, p. 91-108.
- ENVIRONNEMENT CANADA
1973 Normales au Canada: Précipitations et températures 1941-1970. Downsview, Ontario. 186 et 330 p. respectivement.
- FAEGRI, K. and IVERSEN, J.
1975 Textbook of Pollen Analysis. Munksgaard, Copenhagen, Denmark.

- GEURTS, M.A.
 1976 Genèse et Stratigraphie des travertins de fonds de vallée en Belgique, Acta Geographica Lovanieusia, Vol. 16, Louvain-La-Neuve, 66 p.
- 1983 Relations entre spectres polliniques contemporains et topographie dans la vallée de la Coppermine, Territoires du Nord-Ouest, Journal canadien des sciences de la terre, Vol. 61, no. 2, p. 586-593.
- GEURTS, M.A., BOURGEOIS, J.
 1980 Essais d'analyses palynologiques dans le parc de la Gatineau (Québec) et dans la vallée de la Coppermine (Territoire du Nord-Ouest), Géoscope, Vol. 11, no. 2, p. 5-18.
- GUAY, F. et ST-ONGE, D.A.
 1981 Les terrasses fluviales dans la vallée de la rivière Coppermine, Territoires du Nord-Ouest, Géoscope, Vol. XII, no. 2, p. 51-58.
- HOFFMAN, P.F., ST-ONGE, D.A., EASTON, R.M. and ST-ONGE, M.R.
 1981 Preliminary Geological Map of Hepburn Lake, District of Mackenzie, (86J), 1: 100 000. Geological Survey of Canada, Open file 784.
- KAY, P.A.
 1979 Multivariate statistical estimates of Holocene vegetation and climate change. Forest - Tundra transition zone, N.W.T., Canada, Quaternary research 11, p. 125-140.
- LAGAREC, D. et GEURTS, M.A.
 1983 Les caractéristiques climatiques de la pluie pollinique dans la vallée du Gladstone Creek, Chaîne Ruby, Territoire du Yukon, manuscrit.
- MACKAY, J.B. and TERASMAE, J.
 1963 Pollen diagrams in the Mackenzie Delta Area NWT. Can. J. Botany, p. 229-238
- MARIE-VICTORIN, é.c.
 1964 Flore Laurentienne, Les presses de l'Université de Montréal, 925 p.
- MARKGRAF, V.
 1980 Pollen dispersal in a mountain area. Grana 19, p. 127-146.
- MAXWELL, I.B.
 1980 Le climat des îles arctiques et des eaux adjacentes du Canada, Environnement Canada - Service de l'environnement atmosphérique, ISSN 0068-7715, Vol. 1.

- NICHOLS, H.
 1967(c) The post-glacial history of vegetation and climate at Ennadai lake, Keewatin, and Lynn lake, Manitoba (Canada). *Eizeitalter und Gegenwart*, v. 18, p. 176-197.
- 1970 Late quaternary pollen diagrams from the Canadian Arctic Barren, Grounds at Pelly lake, Northern Keewatin N.W.T., *Arctic and Alpine Research* v.2, no. 1, p. 43-61.
- 1974 Arctic North American paleoecology: the recent history of vegetation and climate deduced from pollen analyses, *Arctic and Alpine Environments* Ed. Ives J.D. and Barry R.G., Methuen, London, p. 637-667.
- 1975 Palynological and paleoclimatic study of the late Quaternary displacement of the boreal forest-tundra ecotone in Keewatin and Mackenzie N.W.T., Canada. *Inst. Arct. Alp. Res., Occ. Pap. no 15, Boulder*, 87 p.
- OUIMET, D.
 1983 Etude palynologique des argiles de la mer de Champlain dans le canton de Cumberland, Est Ontarien. Thèse de maîtrise, Université d'Ottawa, 115 p.
- RICHARD, P.J.H.
 1981 Paléophytogéographie Postglaciaire en Ungava par l'analyse pollinique; Musée d'Archéologie, Université du Québec à Trois-Rivières, *Paléo-Québec*, no. 13, 153 p.
- RICHARD, P.J.H., LAROUCHE, A., BOUCHARD, M.A.
 1982 Age de la déglaciation finale et Histoire Postglaciaire de la végétation dans la partie centrale du Nouveau-Québec; *Géographie physique et Quaternaire*, Vol. XXXVI, nos 1-2, p. 63-90.
- RITCHIE, J.C.
 1974 Modern pollen assemblages near the Arctic tree line, Mackenzie Delta region, Northwest Territories. *Canadian Journal of Botany*, v. 52(2), p. 381-396.
- 1977 The modern and late Quaternary vegetation of the Campbell-Dolomite Uplands, Inuvik, N.W.T. Canada. *Ecological monographs*, v. 47, p. 401-423.
- RITCHIE, J.C. and LICHTI-FEDEROVICH, S.
 1967 Pollen dispersal phenomena in Arctic-Subarctic, Canada *Rev. Palaeobotany Palynology*, v. 3, p. 255-266.

- ROWE, J.S.
1972 Les régions forestières du Canada. Ministère de l'environnement, service canadien des forêts. Publication no 1300F, p. 172.
- ST-ONGE, D.A.
1980 Glacial lake Coppermine, north-central District of Mackenzie, Northwest territories. Can. J. of E. Sciences, v. 17, no 9, p. 1310-1315.
- 1983 Deglaciation Pattern, Coppermine River Region Northwest Territories, Commission Géologique du Canada, manuscrit.
- ST-ONGE, D.A., GEURTS, M.A., GUAY, F., DEWEZ, V., LANDRIAULT, F. and LEVEILLE, P.
1981 Aspects of the deglaciation of the Coppermine River region District of Mackenzie, in Current Research Part A, Geological Survey of Canada, paper 81-1A, p. 327-331.
- ST-ONGE, D.A. et BRUNEAU, H.C.
1982 Dépôts meubles du secteur aval de la rivière Coppermine Territoires du Nord-Ouest, in Recherches en cours, Partie B., Commission Géologique du Canada, Etude 82-1B, p. 51-55.
- ST-ONGE, D.A. et GEURTS, M.A.
1982 Les formes d'effondrements et le mode de déglaciation de la région du lac Qingaluk, Territoires du Nord-Ouest, Canada; Géographie physique et Quaternaire, v. XXXVI nos 1-2, p. 233-240.
- ST-ONGE, D.A. and GUAY, F.
1982 Quaternary geology of Upper Coppermine River Valley, District of Mackenzie; in current Research, Part A, Geological Survey of Canada, Paper 82-1A, p. 127-129.
- TERASMAE, J.
1967 Recent pollen deposition in the northeastern District of Mackenzie (Northwest Territories, Canada), Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology, v. 3, p. 17-27.