

# DPV 516

Morphologie, stratigraphie et déglaciation dans la région de Beauce - Monts Notre-Dame - Parc des Laurentides

Documents complémentaires

*Additional Files*



Licence



Licence

Cette première page a été ajoutée  
au document et ne fait pas partie du  
rapport tel que soumis par les auteurs.

Énergie et Ressources  
naturelles

Québec 



MINISTÈRE  
DES RICHESSES  
NATURELLES

DIRECTION GÉNÉRALE  
DES MINES

**MORPHOLOGIE, STRATIGRAPHIE ET DÉGLACIATION  
DANS LA RÉGION DE  
BEAUCE—MONTS NOTRE-DAME—PARC DES LAURENTIDES**

**MORPHOLOGY, STRATIGRAPHY AND DEGLACIATION  
IN  
BEAUCE—NOTRE-DAME MOUNTAINS—LAURENTIDE PARK AREA**

P. LaSalle, G. Martinez, L. Chauvin,



MINISTERE DES RICHESSES NATURELLES  
EXPLORATION GEOLOGIQUE  
DIVISION DU QUATERNAIRE

MORPHOLOGIE, STRATIGRAPHIE ET DEGLACIATION  
DANS LA REGION DE BEAUCE  
- MONTS NOTRE-DAME - PARC DES LAURENTIDES

MORPHOLOGY, STRATIGRAPHY AND DEGLACIATION  
IN BEAUCE - NOTRE-DAME MOUNTAINS -  
LAURENTIDE PARK AREA

P. LaSalle, G. Martineau, L. Chauvin

1977

*Versé au fichier ouvert en août 1977.*

*Placed on open file in August 1977.*

DPV-516

TABLE DES MATIERES / TABLE OF CONTENTS

	page
INTRODUCTION / INTRODUCTION .....	1
GEOMORPHOLOGIE / GEOMORPHOLOGY .....	3
STRATIGRAPHIE / STRATIGRAPHY .....	7
Sédiments pré-glaciaires / Pre-glacial sediments .....	7
Sédiments glaciaires et interglaciaires / Glacial and interglacial sediments .....	9
DEGLACIATION / DEGLACIATION .....	37
Premier épisode / First episode .....	39
Deuxième épisode / Second episode .....	40
Modèles déjà proposés / Models already proposed .....	40
Present modèle / Present model .....	40
HISTOIRE POST-GLACIAIRE ET RECENTE / POST-GLACIAL AND RECENT HISTORY .....	58
REMERCIEMENTS / ACKNOWLEDGMENTS .....	59
ANNEXES / APPENDICES :	
I - Description de l'oxisol de Charlesbourg / Description of Charlesbourg oxisol .....	65
II - Microfossiles de la mer Goldthwait / Goldthwait sea microfossils .....	67
III- Mousses de la coupe de Beauport / Mosses of the Beauport sections .....	68
IV - Mousses de la coupe de Vallée-Jonction / Mosses of the Vallée-Jonction section .....	71
V - Coupes composites schématiques des sites 1,2,5,10,11,12 Schematic composite sections of sites 1,2,5,10,11,12 .....	72
VI - Schémas de corrélation stratigraphique / Stratigraphic correlation charts .....	74

## FIGURES

	Page
1 - Localisation de la région / Location of area .....	2
2 - Carte géologique et structurale de la région de Québec <i>Geological and structural map of the Québec City area</i> .....	6
3 - Localisation des sites des photographies / Location of <i>photographed sites</i> .....	15
Positions du front glaciaire: <i>Ice frontal positions:</i>	
4 - Circa 13 000 - 13 500 BP .....	43
5 - Circa 13 000 BP .....	44
6 - Circa 12 800 - 13 000 BP .....	45
7 - Circa 12 800 - 12 900 BP .....	46
8 - Circa 12 500 - 12 800 BP .....	47
9 - Circa 11 600 BP .....	48
10 - Circa 11 000 - 11 300 BP .....	49
11 - Circa 10 400 - 11 000 BP .....	50
12 - Circa 10 100 - 10 200 BP .....	51
13 - Circa 10 100 BP .....	52
14 - Circa 10 000 BP .....	53

## PHOTOGRAPHIES / PHOTOGRAPHS

1-2 Coupe des chutes Jean-Larose - Site 1 / <i>Jean-Larose Falls</i> <i>section - Site 1</i> .....	16
3-10: Coupe de Beaupré - Site 2 / <i>Beaupré section - Site 2</i> .....	17
11 : Coupe de Saint-Joachim - Site 3 / <i>Joachim section - Site 3</i>	21

12-14	: Coupe de Rivière-au-Chien - Site 4 / Rivière-au-Chien section - Site 4 .....	22
15	: Coupe de Beauport - Site 5 / Beauport section - Site 5 .	23
16-17	: Coupe de Bon-Pasteur - Site 6 / Bon-Pasteur section - Site 6 .....	24
18	: Moraine du lac Saint-Charles - Site 7 / Lake Saint-Charles moraine - Site 7 .....	25
19	: Coupe de Charlesbourg - Site 8 / Charlesbourg section - Site 8 .....	26
20-21	: Gravière de Cap-Rouge - Site 9 / Cap-Rouge gravel pit - Site 9 .....	27
22-25	: Gravière du lac Saint-Augustin - Site 10 / Lake Saint-Augustin gravel pit - Site 10 .....	28
26-29	: Gravière de Cap-Rouge - Site 11 / Cap-Rouge gravel pit - Site 11 .....	30
30-36	: Gravière de la pointe Saint-Nicolas - Site 12 / Point Saint-Nicolas gravel pit - Site 12 .....	32
37-38	: Coupe de Saint-Antoine-de-Tilly - Site 13 / Saint-Antoine-de-Tilly section - Site 13 .....	35
39-41	: Coupe de Vallée-Jonction - Site 14 / Vallée-Jonction section - Site 14 .....	36

## INTRODUCTION

Le but du présent rapport est de résumer brièvement l'état de nos connaissances sur la géomorphologie et l'histoire géologique du Quaternaire dans la région de Beauce - Monts Notre-Dame - Parc des Laurentides (figure 1).

Nous traiterons d'abord de la géomorphologie et des accidents topographiques de la région et nous formulerons des hypothèses quant à leur origine. Nous discuterons ensuite de la stratigraphie des sédiments glaciaires et interstadias de la région. Finalement, nous parlerons des événements qui se sont produits pendant la période tardi-glaciaire et post-glaciaire à la lumière des documents de terrain recueillis jusqu'à présent (LaSalle *et al.*, 1977).

Le travail s'accompagne de 41 photographies, regroupées en 14 sites d'observations, pour illustrer les différents types de sédiments et de structures, ainsi que de 11 figures illustrant l'évolution de la position du front glaciaire pendant le second épisode de déglaciation.

## INTRODUCTION

The objective of this report is to summarize briefly the state of our knowledge on the geomorphology and geological history of the Quaternary in the Beauce - Notre-Dame Mountains - Laurentide Park area (Figure 1).

The geomorphology and the topographical features of the region will be dealt with first and hypotheses concerning their genesis will be formulated. Next the stratigraphy of glacial and interstadial sediments of the region will be discussed. Finally, the events which occurred during the late-glacial and post-glacial period will be dealt with in the light of field documents which have been collected up to the present (LaSalle *et al.*, 1977).

The work is accompanied by 41 photographs, regrouped into 14 observation sites, to illustrate the different types of sediments and structures, along with 11 figures showing the evolution of the glacial front in the course of the second episode of deglaciation.



## GEOMORPHOLOGIE

La géomorphologie de la région immédiate de Québec et plus particulièrement celle du côté nord du fleuve Saint-Laurent est marquée par de nombreux escarpements qui sont dus tantôt à des mouvements tectoniques tantôt à de l'érosion fluviale, littorale ou autre. Elle compte aussi deux promontoires, dont l'un, très important, est celui de la ville de Québec (cap Diamant) et l'autre, de moindre importance, celui du Petit-Cap (cap Tourmente).

Le plus continu des escarpements est sans doute celui relié à la terrasse Micmac (altitude de 6 m environ), ainsi nommée par J.W. Goldthwait (1911, p. 305). Ces deux accidents géomorphologiques (la terrasse et l'escarpement) ne sont pas taillés dans du drift glaciaire, du moins pas de façon continue, comme l'affirmait Goldthwait (1911, p. 296). C'est plutôt l'inverse qui est vrai. Pour la plus grande partie de la distance entre Québec et Sainte-Anne-de-Beaupré, l'escarpement Micmac est taillé dans le roc et la plateforme rocheuse sous-jacente est

## GEOMORPHOLOGY

The geomorphology of the region surrounding Québec City and more specifically on the north side of the St. Lawrence river is marked by numerous escarpments which are sometimes due to tectonic movements and sometimes due to erosion, fluvial, littoral or other. It also includes two promontories; one, the more important, is that of Québec City (Cape Diamond) and the other, of less importance, that of Petit-Cap (Cape Tourmente).

The most continuous escarpment is, without doubt, the one related to the Micmac terrace (altitude approximately 6 m), so named by J.W. Goldthwait (1911, p. 305). These two geomorphological features (the terrace and the escarpment) are not cut into glacial drift, at least not continuously, as Goldthwait (1911, p. 296) asserted. It is just the opposite that is true. For most of the distance between Québec and Sainte-Anne-de-Beaupré, the Micmac escarpment is cut into bedrock, and the underlying rock platform is covered by loose sediments,

recouverte de sédiments meubles, généralement des sédiments estuariens du proto-Saint-Laurent, ainsi que, par endroits, de sédiments glaciaires (till et dépôts fluvio-glaciaires; site 3, photo 11) ou interstadias (varves; site 2, photos 6, 7, 8).

L'érosion de la plateforme rocheuse Micmac et de l'escarpement qui l'accompagne n'est donc pas reliée à une érosion post-glaciaire mais bien à l'action ancienne d'agents géologiques qui peuvent être multiples. On doit associer cette terrasse à une érosion interglaciaire (Quaternaire) ou pré-glaciaire (Tertiaire?).

D'autres escarpements situés topographiquement au-dessus de la terrasse Micmac, mais pas aussi bien développés, peuvent être observés entre Québec et Beaupré, toujours sur le côté nord du fleuve. Certains peuvent être reliés à une érosion fluviale ou littorale; d'autres sont des escarpements de failles. L'érosion fluviale ou littorale peut avoir accentué ces escarpements, qui, encore une fois, sont très anciens

generally estuarian sediments of the proto-Saint Lawrence river, but also, in some places, glacial (till and fluvio-glacial deposits; site 3, photo 11) or interstadial sediments. (varves; site 2, photos 6, 7, 8).

The erosion of the Micmac rock platform and of the accompanying escarpment is thus not related to post-glacial erosion, but to the earlier action of geological agents which may be multiple. It is thus necessary to associate this terrace with interglacial erosion (Quaternary) or pre-glacial (Tertiary?) erosion.

Other escarpments lying topographically above the Micmac terrace, but not as well developed, can be seen between Québec and Beaupré, on the north side of the river. Some of them may be related to fluvial or littoral erosion; others are fault escarpments. Fluvial or littoral erosion may have accentuated these escarpments which, once again, are very old and are not related to recent movements in the bedrock.

et ne sont pas reliés à des mouvements récents du socle.

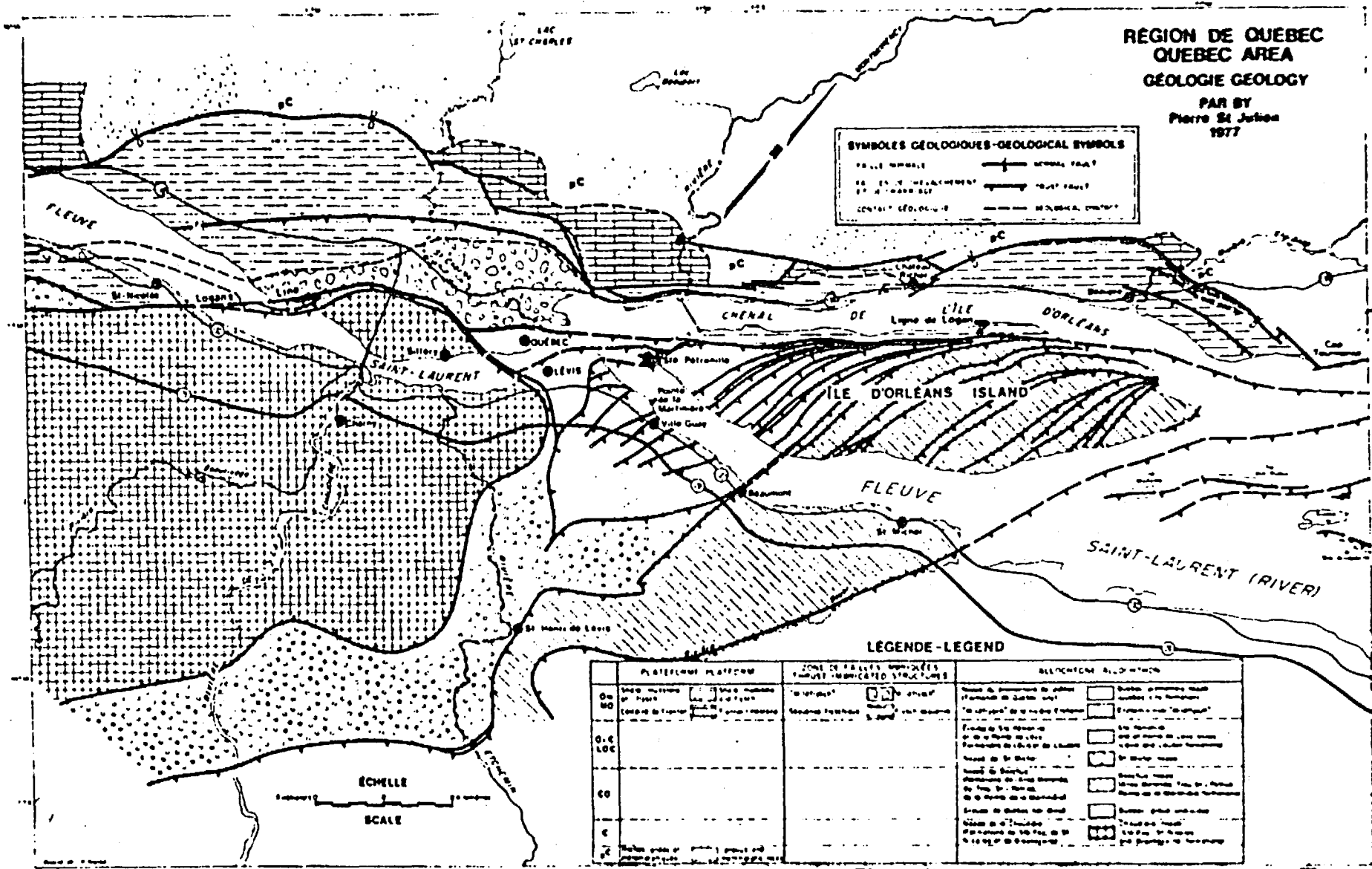
Enfin, comme on peut le constater en examinant la carte structurale (figure 2), les escarpements rocheux de chaque côté du fleuve à la hauteur de la ville de Québec ne sont pas reliés à des failles. Il faut donc en conclure qu'ils sont forcément dus à l'érosion fluviale (ou autre). Comme il est difficile de postuler un taux suffisant d'érosion dans les temps post-glaciaires, il faut conclure que le système de drainage pré-Quaternaire des Basses Terres du Saint-Laurent, mis à part les changements eustatiques et isostatiques du niveau marin, a dû ressembler au système actuel depuis au moins les temps pré-Quaternaires. A tout événement, la présente topographie du roc est due à l'érosion sévissant depuis le Crétacé (Goldthwait, 1913; Elson, 1962).

Quant à la dépression au nord du promontoire de la ville de Québec, on peut l'attribuer à un jeu de failles de chevauchement et de failles normales (figure 2) mais probablement aussi à l'érosion accélérée des calcaires

Finally, as may be observed by examining the structural map (Figure 2), the rocky escarpments on each side of the river at the height of Québec City are not linked to faults. It must therefore be concluded that they must be due to fluvial (or other) erosion. As it is difficult to postulate an erosion rate sufficient to erode such a channel in post-glacial times, it must be concluded that the pre-Quaternary drainage system of the Saint Lawrence Lowlands, omitting the eustatic and isostatic changes of sea level, must have resembled the present drainage system, at least since pre-Quaternary times. In any event, the present topography of the rock is due to erosion which occurred after the Cretaceous (Goldthwait, 1913; Elson, 1912).

As for the depression north of the Québec City promontory, this may be attributed to a set of thrust and normal faults (Figure 2) but probably also to accelerated erosion of Ordovician limestones with respect to the

FIGURE 2 - Carte géologique et structurale de la région de Québec / Geological and structural map on the Québec City area.



ordoviciens par rapport aux formations plus résistantes (précambriennes et autres). Il est bien évident que la mer Champlain a occupé cette dépression et que le promontoire a formé une île à un moment donné pendant l'épisode marin, lequel a duré de 12 500 à 9000 ans BP.

## STRATIGRAPHIE

### SEDIMENTS PRE-GLACIAIRES

On trouve, en quelques endroits, sous les sédiments glaciaires et non glaciaires, ce que l'on appellerait une "roche pourrie" (Goldthwait et Kruger, 1938). Le site le plus étudié est celui de Château-Richer (Cimon, 1969) où affleure une anorthosite altérée sur plus de 15 mètres de profondeur. Des lentilles de matériel altéré (clastes d'anorthosite) ont été retrouvées dans le till de surface à l'occasion. Il est cependant possible que ces lentilles (ou clastes) se soient altérées après leur incorporation au till sablonneux et poreux qui recouvre la "roche pourrie".

more resistant formations (pre-cambrian or other). It is obvious that the Champlain Sea occupied this depression and that the promontory formed an island at one time during the marine invasion, which lasted from about 12 500 to 9 000 BP.

## STRATIGRAPHY

### PRE-GLACIAL SEDIMENTS

In some places, under the glacial and non-glacial sediments, one finds what might be called a "rotten stone" (Goldthwait and Kruger, 1938). The location which has been studied most is that of Château-Richer (Cimon, 1969) where an anorthosite, weathered to a depth of more than 15 metres, outcrops. Lenses of the altered material (anorthosite clasts) have been found occasionally in the surface till; however, it is possible that those lenses (or clasts) were altered after their incorporation into the sandy and porous till which overlies the "rotten stone".

Cimon (1969, p. 77) suggère que "le profil de la carrière au sud-ouest a été tronqué d'une épaisseur de 5 à 7 mètres par le passage des glaciers". Il cite l'hydro-kaolin comme principal produit d'altération; on trouve aussi le kaolin, la muscovite et l'halloysite.

Un autre site, celui de Charlesbourg, montre aussi un oxisol (Brady, 1974) commençant à l'horizon B. Le profil (annexe 1) a été décrit par G. Bourbeau de l'université Laval (LaSalle, 1974). Il est possible que ce sol se soit formé sous l'influence d'une faille et que, conséquemment, ce soit un hydrosol (Brady, 1974). La minéralogie du sol - étudiée par R. Ledoux, université Laval, sur des échantillons fournis par LaSalle (1974) - montre la présence prédominante de kaolin, gibbsite, illite, goethite, anatase, tous minéraux d'altération. Sans y attacher une importance indue, il est cependant intéressant de noter que la formation de ces minéraux remonte probablement aux temps pré-glaciaires ou inter-glaciaires vu que les conditions climatiques et la courte

Cimon (1969, p. 77) suggests that "the profile of the quarry to the southwest has been truncated to a thickness of 5 to 7 meters by overriding glaciers". The same author gives hydro-kaolin as the main product of weathering; kaolin, muscovite and halloysite are the other minerals present.

Another site, at Charlesbourg, also shows an oxisol (Brady, 1974) starting at the B horizon. The profile (Appendix 1) was described by G. Bourbeau of Laval University (LaSalle, 1974). It is possible that this soil has developed because of the presence of a fault and that it is consequently a ground water laterite (Brady, 1974). The mineralogy of the soil (study by R. Ledoux, Laval University, on samples collected by LaSalle, 1974) shows the predominance of kaolin, gibbsite, illite, goethite, anatase - all alteration minerals. Without placing undue importance on these phenomenon, it is nevertheless interesting to note that their formation probably dates back to preglacial or interglacial times as the climatic conditions in the last 12 000 years and the short duration of this

durée des derniers 12 000 ans ne peuvent expliquer de telles zones d'altération (Birkeland, 1974, p. 175).

La "roche pourrie" a aussi été rapportée en plusieurs autres endroits sous les sédiments glaciaires: Chibougamau (Allard *et al.* 1974), Nouvelle-Angleterre (Kerr, 1930; Goldthwait *et al.*, 1938) et Saint-Elzéar (voir guide d'excursion N.E.I.G.C., 1977, excursion A-10). Il est cependant impossible de la dater par les méthodes radiométriques présentement connues (Perry, 1974).

#### SEDIMENTS GLACIAIRES ET INTERGLACIAIRES

La présence du till de Bécancour (annexe VI) et de varves sous-jacentes à ce till a été rapportée par Karrow (1957, p. 30) dans la région de Grondines. La région de Québec, plus particulièrement le secteur de Saint-Féréol, comprend aussi des coupes montrant deux tills séparés par des sédiments sablonneux. Le statut et l'importance de ces deux tills demeurent encore à déterminer, spécialement à la lumière d'une datation au radiocarbone de  $24\ 810 \pm 430$  BP (QU-402) obtenue sur des coquillages (*Balanus p.*

episode do not permit the formation of such weathering zones (Birkeland, 1974, p. 175).

The "rotten stone" has been reported in various places under the glacial sediments: Chibougamau (Allard *et al.*, 1974), New England (Kerr, 1930; Goldthwait *et al.*, 1938) and Saint-Elzéar (see N.E.I.G.C. Guidebook 1977, Excursion A-10). However, it is impossible to date it using present day radioactive dating methods (Perry, 1974).

#### GLACIAL AND INTERGLACIAL SEDIMENTS

The presence of Bécancour till (Appendix VI) and underlying varves was reported by Karrow (1957, p. 30) in the Grondines area. In the Québec City area, particularly the Saint-Féréol sector, there are also sections showing two tills separated by sandy sediments. The status and importance of these two tills remains to be determined, especially in the light of a radiocarbon dating of  $24\ 810 \pm 430$  BP (QU-402) taken from shells (*Balanus p. hameri*) in a glacio-marine diamicton at Pointe-aux-Orignaux, approximately 55 km east of

Montmagny. dans un diamicton glacio-  
marin à Pointe-aux-Orignaux, à  
environ 55 km à l'est de Montmagny.

A Vallée-Jonction (si-  
te 5), il y a également des indi-  
cations de plus d'une avancée gla-  
ciaire. La partie supérieure de  
la coupe ne peut pas être observée  
parce qu'elle est couverte par la  
forêt. Mais on peut présumer que  
le substratum sur lequel a poussé  
la forêt est un colluvium dérivé  
d'un till (diamicton glaciaire).  
La partie visible de la coupe mon-  
tre les unités suivantes:

Montmagny.

At vallée-Jonction  
(site 5) there are indications of  
more than one glacial advance.  
The upper part of the section  
cannot be seen because it is  
covered by forest, but it may be  
presumed that the substratum on  
which the forest grew is a  
colluvium developed from a till  
(glacial-diamicton). The visible  
part of the section shows the  
following:

DESCRIPTION	EPAISSEUR (m) THICKNESS (m)	DESCRIPTION
Sommet couvert par la forêt (colluvium)		Upper part covered by forest (colluvium)
Sable fin, oxydé, apparemment déposé de façon rythmique. Couches d'environ 1.5 à 2 cm d'épaisseur. Granoclassement pauvre ou absent. Laminations entrecroisées avec lits fron- taux d'environ 3 cm de hauteur avec pendage indiquant un écou- lement vers le NW, parallèle à l'écoulement du ruisseau actuel. Plusieurs couches de matière or- ganique (bryophytes; >39 000 BP (QU-402)) de 1 à 2 mm d'épais- seur (photo 40). A l'occasion, à l'interface entre les couches, on observe des sillons sinueux interprétés ici comme des <i>lebens- spuren</i> .	2.5	Fine oxidized sand, apparently deposited rythmically. The layers are about 1.5 to 2 cm thick; grading poor or absent. Cross-bedded laminations with foresets about 3 cm in height with dip indicating a flow to- wards the NW parallel to the present river flow. Many layers of organic material (bryophytes; > 39 000 BP (QU-402), 1 to 2 mm thick (photo 40). Occasionally, at the interface between the layers, one can observe sinuous furrows interpreted here as <i>Lebensspuren</i> .

Diamicton (colluvium) contenant des cailloux de roches précambriennes.

0.5 Diamicton (colluvium) containing Precambrian cobbles.

Cette unité repose présumément sur le roc. Le matériel végétal (annexe IV) ne montre pas de traces d'usure ou de brisure dues au transport et daterait ainsi le temps de déposition du sédiment qui le contient. Le colluvium inférieur, sous les sédiments stratifiés, renferme des cailloux précambriens et pourrait s'être développé à partir d'un till pendant une période non glaciaire. Il est donc raisonnable de penser que les pseudo-rythmites ont été mises en place pendant une ré-avancée dans une baie peu profonde d'un lac pro-glaciaire équivalent au lac Deschailons. Il est également possible qu'il soit relié à l'épisode Gayhurst (McDonald et Shilts, 1971).

Si cette hypothèse est valide, le colluvium inférieur est équivalent au till d'une avancée glaciaire antérieure à celle qui a déposé le Gentilly après l'interstadaire Saint-Pierre. Les sédiments de ce dernier sont bien représentés à la

This last unit presumably rests on bedrock. The organic material (Appendix IV) does not show evidence of wear or breakage due to transport and presumably dates the deposition of the sediments which contain it. The colluvium below the stratified beds contains Precambrian cobbles and presumably developed from a till during a non-glacial period. Thus it seems reasonable to think that the pseudo-rythmites were deposited during a readvance in a shallow bay of a pro-glacial lake equivalent to Lake Deschailons. It is also possible that it is related to the Gayhurst episode (McDonald and Shilts, 1971).

If this hypothesis is correct, the lower colluvium represents the till of a glacial advance older than the Gentilly, which followed the Saint-Pierre interstadial. The sediments of this interstade are well represented at Point Saint-Nicolas

pointe Saint-Nicolas (annexe V) par une séquence de sédiments fluviaux surtout constitués de sable et de matière organique.

Au-dessus de ces sédiments, en plusieurs endroits dans la région de Québec, se présente une séquence d'avancée glaciaire quasi complète. Au lac Saint-Augustin (site 12 et annexe V), à Cap-Rouge (site 13 et annexe V), et à Rivière-au-Chien (site 4), cette séquence commence par un faciès sablonneux et graveleux avec de nombreuses structures (stratification oblique avec couches frontales planes ou tangentielles) indiquant un écoulement vers l'ouest. Il faut donc admettre qu'un lobe glaciaire s'avancant dans le chenal du Saint-Laurent bloquait l'écoulement des eaux vers la mer. La présence de varves distales à Beaupré (site 2, photos 6, 7, 8; annexe V) permet de spéculer sur la position du lobe au moment où les varves se déposaient et d'imaginer que le lobe se trouvait en deçà de l'embouchure de la rivière Saguenay. En effet, au-delà de ce point, la largeur du fleuve permet difficilement de supposer un tel blocage. La présence du lobe est d'ailleurs

(Appendix V) by a sequence of fluvial sediments consisting largely of sand and organic material.

Above these sediments, at many locations in the Québec area, there is an almost complete glacial advance sequence. At Lake Saint-Augustin (site 12 and Appendix V), at Cap-Rouge (site 13 and Appendix V), and at Rivière-au-Chien (site 4), this sequence begins with a sandy, gravelly facies with many structures (oblique stratification with planar or tangential foresets) indicating a flow towards the west. It must therefore be accepted that a glacial lobe advancing in the Saint Lawrence channel blocked the drainage of waters towards the sea. The presence of distal varves at Beaupré (site 2, photos 6, 7 8; Appendix V) allows one to speculate on the frontal position of the lobe at the time of deposition and to imagine that it was located on this side of the mouth of the Saguenay River. Indeed, beyond this point, the width of the river makes it difficult to imagine a similar blockage. The presence of this lobe is also confirmed by the presence of varves at other

confirmée par des varves à d'autres endroits dans la région de Québec (e.g. Beauport: site 5 et annexe V). Dans la gravière de Cap-Rouge, les plans de cisaillement dans un diamicton glaciaire indiquent un écoulement glaciaire vers le sud-ouest (site 11, photo 29). A Beaupré, la séquence commence par des varves distales (site 2, photos 6, 7, 8) et passe graduellement vers le haut à des varves proximales (site 2, photo 4) d'environ 50 cm d'épaisseur avec lits d'été constitués presque exclusivement de sable. Ces varves renferment des plis renversés, emboutis par des sédiments de contact glaciaire (site 2, photo 9) indiquant une mise en place de l'est vers l'ouest. A mesure que le glacier s'approche, des diamictons (à Beaupré) sont intercalés dans la séquence. Toute cette séquence d'avancée se termine en plusieurs endroits par du till ou un diamicton de matériaux très grossiers qui pourraient équivaloir à des sédiments de contact glaciaire.

Sous ce matériel grossier, au lac St-Augustin (site 10, photo 23, 25, 25), une surface

locations in the Québec area (e.g. Beauport: site 5 and Appendix V). In the Cap-Rouge gravel pit, glacial flow towards the southwest (Site 11, photo 29). At Beaupré, the sequence begins with distal varves (site 2, photos 6, 7, 8) and passes gradually upwards to proximal varves (site 2, photo 4) about 50 cm thick with summer beds consisting almost exclusively of sand. These varves enclose recumbent folds, crushed by ice-contact drift (site 2, photo 9) indicating a deposition from east to west. As the glacier approaches, diamictons (at Beaupré) are intercalated in the sequence. All this sequence of advance terminates in many places with a till or a diamicton of very coarse material seemingly equivalent to ice-contact drift.

Under this coarse material, at Lake Saint-Augustin (site 10, photos 23, 24, 25),

d'érosion s'enfonce vers l'est sous les graviers glaciaires. Sous la hêtraie adjacente, on note plus de 20 mètres de ce matériel de contact glaciaire. La signification de la discordance érosionnelle reste encore à déterminer. Mais il semble que, pour un moment, le niveau de base s'est abaissé et qu'une période d'érosion (?) a précédé l'arrivée du glacier (du moins à Saint-Augustin). Dans la séquence sablonneuse de Saint-Augustin, au-dessous de la plus basse surface de travail, on relève un diamicton s'apparentant à un till et surmontant encore des sables pro-glaciaires. Ce diamicton n'est probablement qu'un membre de la formation du till Gentilly (?). Tous les sédiments énumérés plus haut sont enfin surmontés, à l'intérieur de la limite marine, par les sédiments de l'invasion marine dont nous allons parler maintenant.

there is an erosion surface (discordance) which goes under the glacial gravels towards the east. Under the adjacent beech-grove, there is more than 20 meters of this ice-contact drift. The significance of the erosional discordance remains to be determined. But it seems that, for a moment, the base level was lowered and that a period of erosion (?) preceded the arrival of the glacier (at least at Saint-Augustin). In the sandy Saint-Augustin sequence, below the lowest working surface, there is a diamicton akin to a glacial till and again overlying pro-glacial sands. This diamicton is probably only a member of the Gentilly (?) till formation. All the sediments enumerated above are finally overlain, within the marine limit, by sediments deposited during the marine invasion which will now be dealt with.

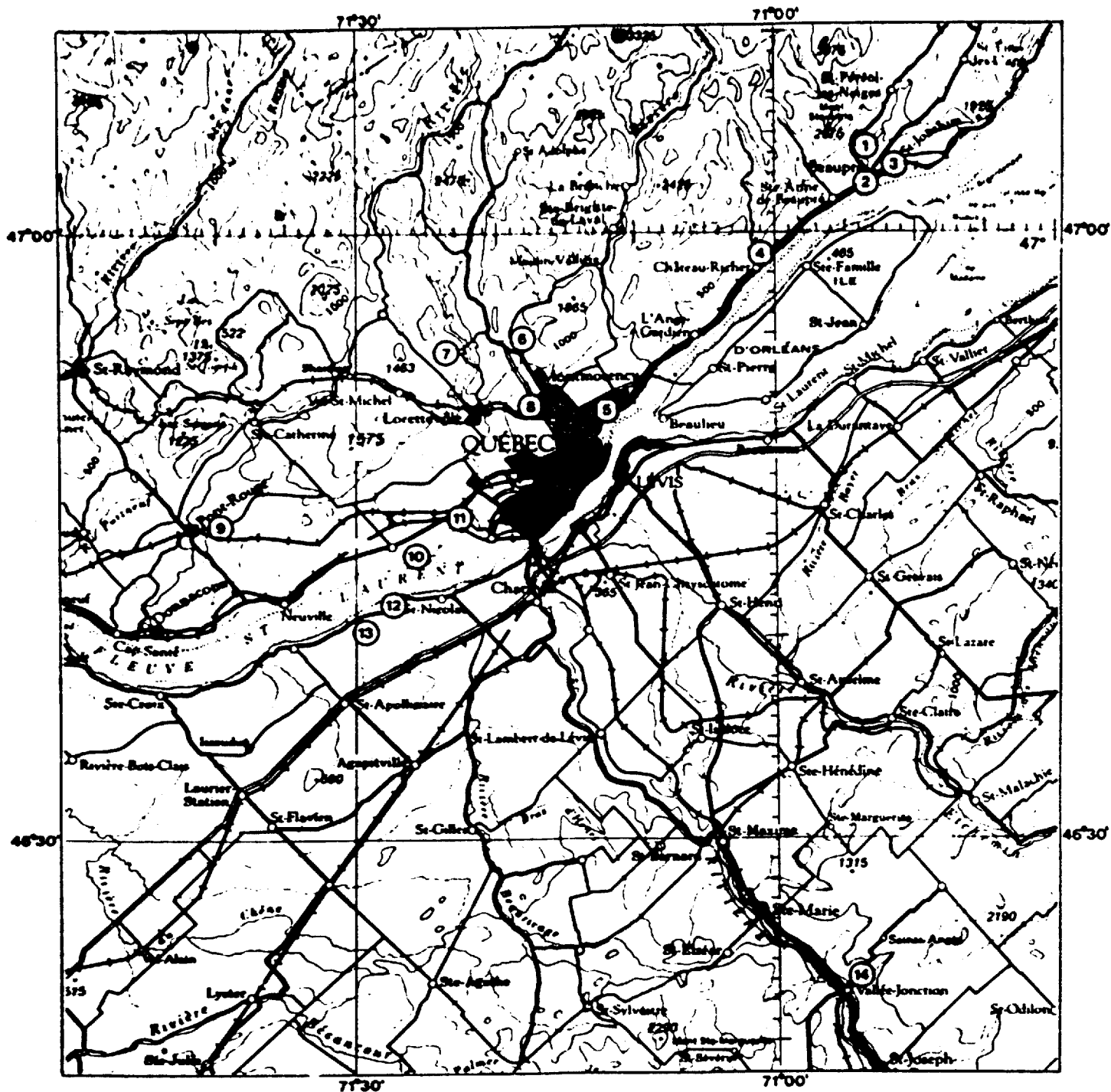


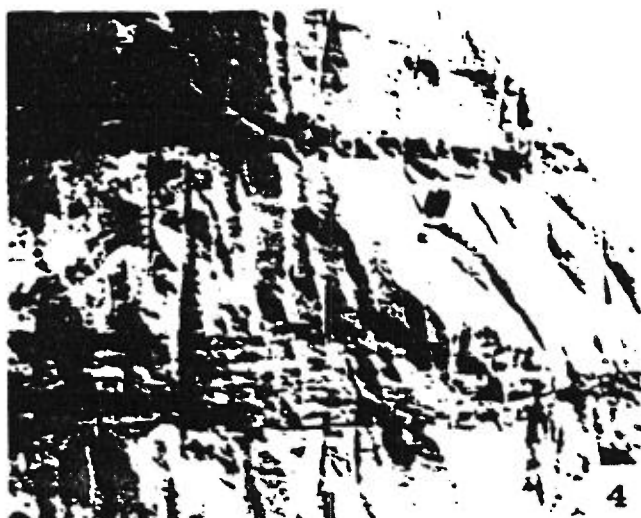
FIGURE 3 - Localisation des sites photographiques / Location of photographic sites.



SITE 1  
CHUTES JEAN-LAROSE  
JEAN-LAROSE FALLS

Cette coupe (photo 1) révèle, à la base, des graviers reposant sur le roc. Ces derniers sont à leur tour recouverts par des sables bien stratifiés. Ces deux unités font probablement partie d'une séquence fluviale (St-Pierre) précédant la dernière avancée glaciaire (Gentilly). A l'endroit où se trouve la personne (photo 2) apparaissent des varves mises en place pendant que le lobe glaciaire avançait dans le chenal du Saint-Laurent; des sédiments de contact glaciaire et du till recouvrent le tout. Si nous présumons que la topographie du roc n'a pas changé appréciablement depuis, la position des varves (altitude présente de 150 m environ) donne une idée de la profondeur de l'eau dans le lac proglaciaire Deschaillons.

This section shows pebble gravels lying on bedrock at the base (photo 1). The latter are in turn overlain by well-stratified sands. These two units are probably part of fluvial sequence (St-Pierre) preceding the last glacial advance (Gentilly). Where the person is standing (photo 2), varves deposited during the build-up of the last glacial readvance may be seen; ice-contact drift and till cap the section. If we assume that the topography has not changed very much, the present altitude of the varves, circa 150 meters, gives an idea of the depth of glacial Lake Deschaillons.



SITE 2 - COUPE DE BEAUPRE / BEAUPRE SECTION

Photo 3 - Vue d'ensemble de la coupe.

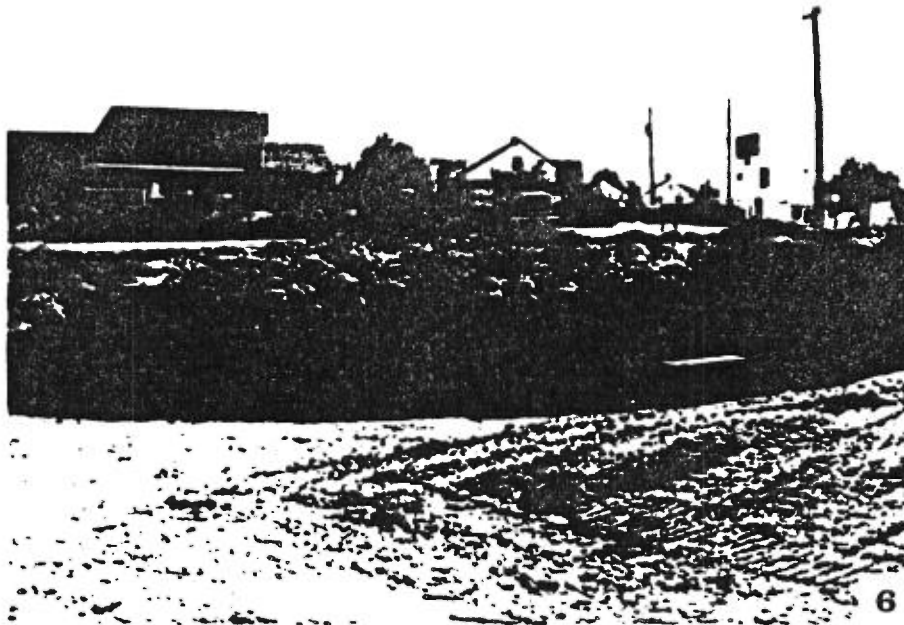
Photo 4 - Varves proximales sous le till (Gentilly) au sommet de la séquence d'avancée glaciaire.

Photo 5 - Sables proglaciaires surmontant des varves distales; une flore à bryophytes a été extraite de ces sables et datée à plus de 39 000 années BP (GSC-1539). Pour plus de détails sur la flore à bryophytes, voir annexe IV.

Photo 3 - General view of the section.

Photo 4 - Proximal varves below the till (Gentilly) close to the top of the glacial advance sequence.

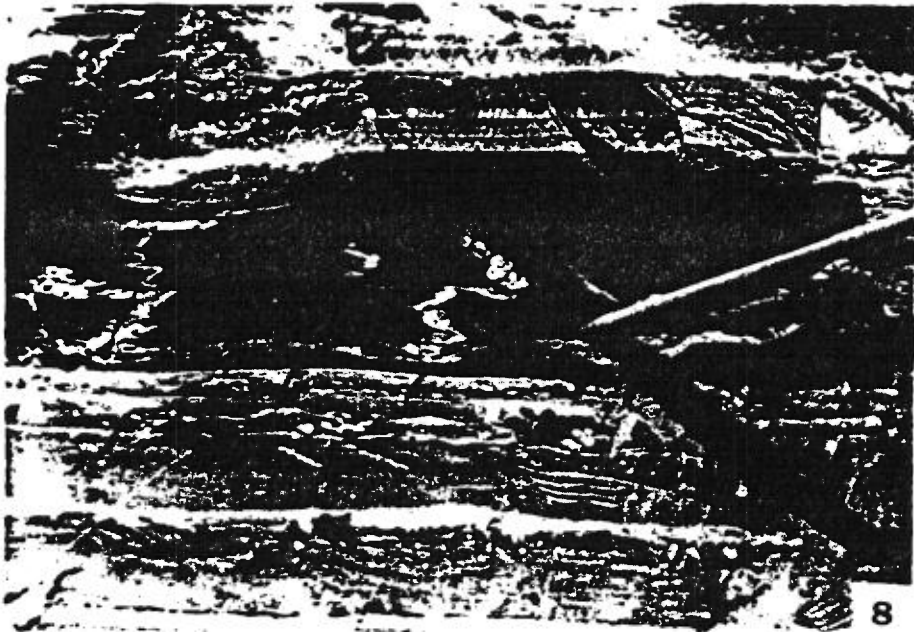
Photo 5 - Proglacial sands overlying distal varves; a collection of bryophytes was made from these sands and was dated at greater than 39 000 years BP (GSC - 1539). See Appendix IV for list and interpretation.



SITE 2 - SUITE / CONT'D

Photos 6, 7, 8 - Coupe dans les varves distales ouverte pour la construction d'un viaduc au printemps de 1977 (photo 6). Les varves sont déformées à travers toute la section visible: empreintes de charge (photo 7), pseudonodules (photo 8), plis couchés probablement associés au passage du lobe glaciaire venant du nord-est sur les varves. Elles sont pré-consolidées: capacité portante de 210 kilogrammes/mètre carré.

Photos 6, 7, 8 - Section of distal varves (photo 6). The cut was opened for the construction of an overpass in spring 1977. These varves are deformed throughout the visible section: load-casts (photo 7), pseudonodules (photo 8), recumbent folds probably associated with overriding by a glacier coming from the northeast. They are preconsolidated: bearing capacity: 210 kg/sq. cm.





SITE 2 - FIN / END

Photos 9, 10 - Un pli de grande dimension (lits d'argile et de sable interstratifiés, photo 9) d'axe nord-sud, a été formé de toute évidence par une avancée glaciaire venant de l'est (de la droite sur la photo 10) puisque l'axe de ce pli a un azimuth d'environ  $0^{\circ}$ .

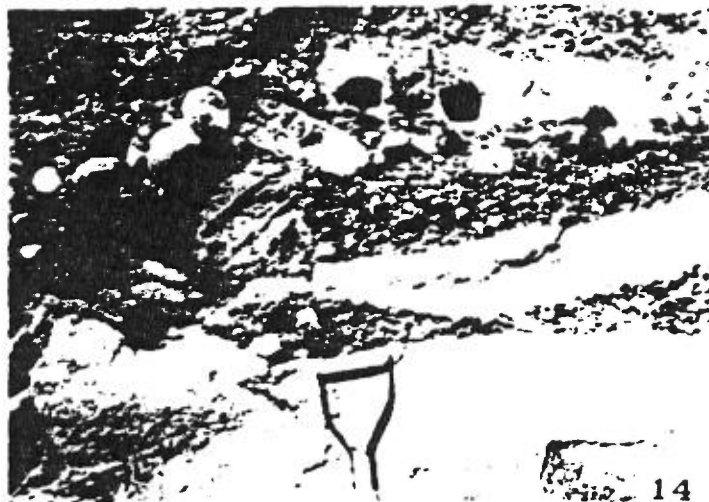
Photo 9, 10 - A large fold (interstratified clay and sand layers, photo 9) the axis of which is north-south, and which was obviously formed by glacial advance from the east (from the right in photo 10) since the azimuth of the fold axis is  $0^{\circ}$ .



SITE 3  
COUPE DE SAINT-JOACHIM  
*SAINT-JOACHIM SECTION*

Photo 11 - Coupe de Saint-Joachim.  
Till (Gentilly?) surmontant des graviers  
fluvio-glaciaires et reposant sur la  
plate-forme rocheuse de la terrasse Mic-  
mac (Goldthwait, 1911).

Photo 11 - Section at Saint-Joachim.  
Till (Gentilly?) underlain by fluvio-  
glacial gravels and resting on the rock  
platform of the Micmac terrace (Goldth-  
wait, 1911).



SITE 4 - COUPE DE RIVIERE-AU-CHIEN / RIVIERE-AU-CHIEN SECTION

Photos 12-13:  
Graviers et sables fluvio-glaciaires recouverts par des sédiments estuariens du proto-St-Laurent. / *Fluvio-glacial gravels and sands capped by sediments of the early St. Lawrence estuary.*

Photo 14:  
Blocs de sables stratifiés dans la séquence fluvio-glaciaire. Ces blocs ont sans doute été transportés gelés. / *Blocks of stratified sands in the fluvio-glacial sequence. These blocks were probably transported in a frozen state.*

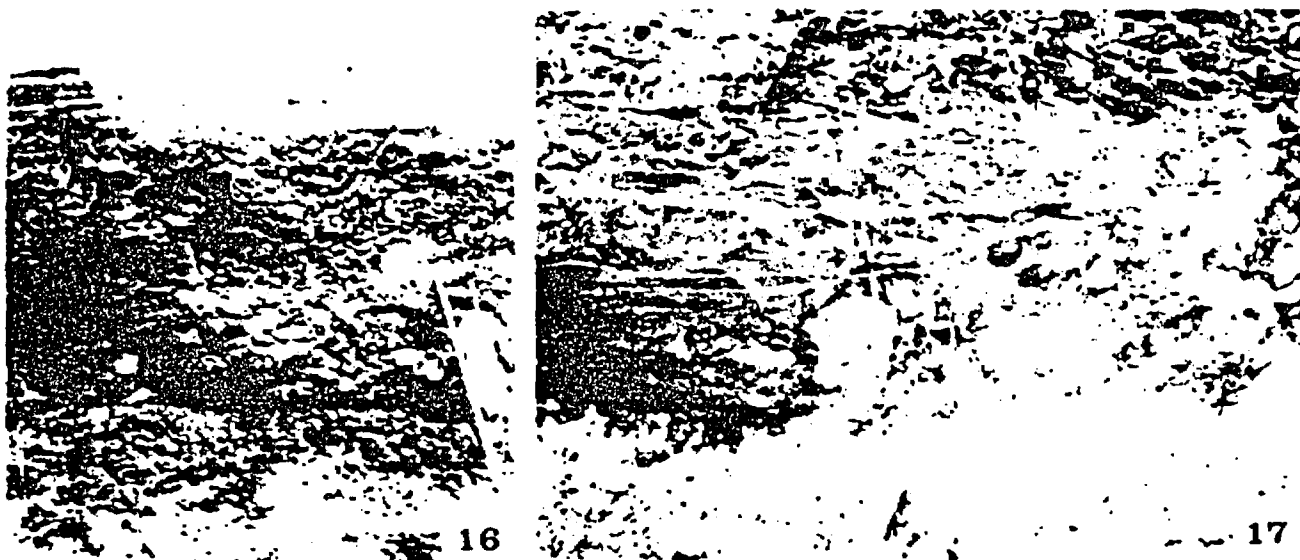


SITE 5

COUPE DE BEAUPORT  
BEAUPORT SECTION

Photo 15 - Coupe de Beauport montrant, à la base; des sables stratifiés fortement oxydés surmontés par un diamicton glaciaire; ce dernier est à son tour recouvert par des varves (Deschaillons) et un till. Des morceaux de bois (probablement *Picea* sp. et *Larix* sp.) ont donné un âge supérieur à 37 000 années BP (GSC-1473). L'équivalent de cette coupe a été décrit par Lyell (1845) mais à partir d'une coupe située de l'autre côté de la rivière Beauport par rapport à l'endroit de la présente coupe et d'où l'on peut apercevoir la maison de Mr. Ryland dont Lyell fait mention (1845, p.123). Les sédiments de rivage de la mer Champlain apparaissent également au sommet de cette coupe.

Photo 15 - Section at Beauport showing from the bottom: highly oxidized stratified sands overlain by a glacial diamicton which is in turn overlain by varves (Deschaillons) and till. The equivalent of this section was described by Lyell (1845) but from a cut across the Beauport River. From here we can also see also see Mr. Ryland's house, which is shown in Lyell's section (1845, p. 123). The varves contain disseminated organic matter and pieces of wood (*Picea* sp. and *Larix* sp.) were dated at greater than 37 000 years BP (GSC - 1473). Sediments of the Champlain sea can also be seen at the top of the section.



SITE 6  
GRAVIERE DE BON-PASTEUR  
BON-PASTEUR GRAVEL PIT

Photo 16 - La coupe montre des graviers fluvioglaciaux surmontés d'un diamicton glacio-marin contenant des *Mya truncata* en position de vie et datées à  $11\ 600 \pm 160$  BP (GSC-1235). Les sables du sommet de la coupe représentent le faciès de rivage de la mer Champlain.

Photo 17 - Même coupe: probablement des couches de flowtill montrant des évidences de délavage à surface (voir Boulton, 1971, p. 53).

Photo 16 - The section shows fluvio-glacial gravel overlain by a glacio-marine diamicton containing shells of *Mya truncata* in life position and dated at  $11\ 600 \pm 160$  BP (GSC - 1235). Top of section: marine shore facies of the Champlain Sea.

Photo 17 - Same section showing what are probably flowtill layers which show evidence of surface washing (see Boulton, 1971, p. 53).

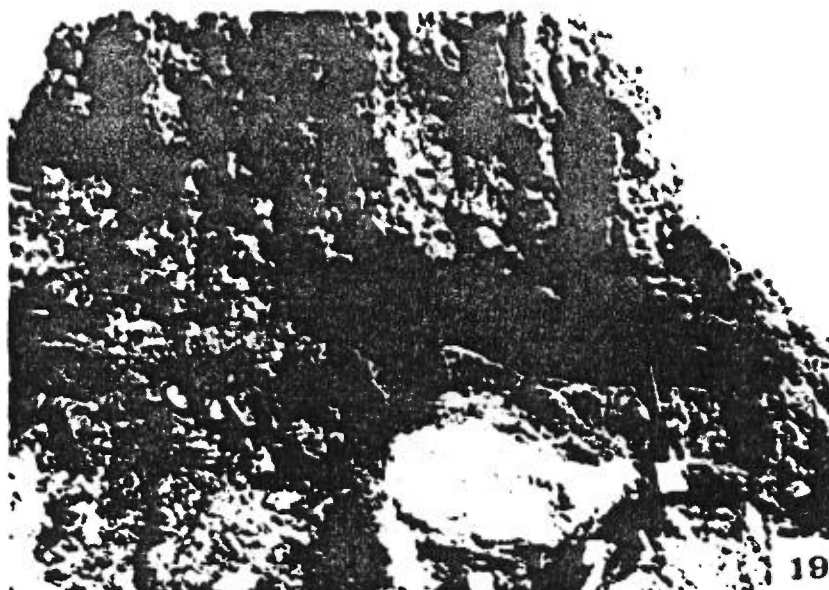


18

SITE 7  
MORAINÉ DU LAC SAINT-CHARLES  
*LAKE SAINT-CHARLES MORAINÉ*

Sédiments marins recouvrant les sables proglaciaires de la moraine du lac Saint-Charles. Le parallélisme entre le contact des deux unités et la stratification sous-jacente suggèrent que la moraine a pu être mise en place, du moins en partie, de façon sub-aérienne, sans érosion appréciable avant son ennoyement par les eaux marines de la mer Champlain. Cette position du front glaciaire précède donc dans le temps l'arrivée de la mer Champlain.

Marine sediments overlying the proglacial sands of the Lake Saint-Charles moraine. The parallelism between contact and underlying stratification suggests that the moraine may have been deposited in part sub-aerially, with no substantial erosion before sudden drowning by marine waters of the Champlain sea. This glacial front position would then precede the arrival of the Champlain sea.



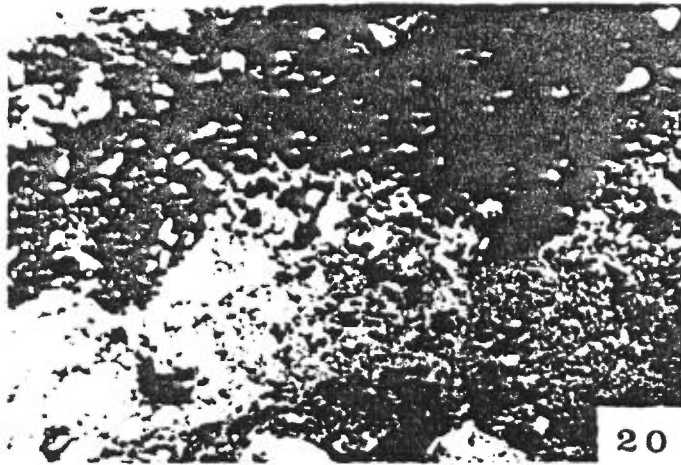
SITE 8

COUPE DE CHARLESBOURG - CARRIERE MICHAUD ET SIMARD

CHARLESBOURG SECTION - MICHAUD AND SIMARD QUARRY

Cette coupe, qui a été détruite, est importante parce que les coquillages de *Portlandia artica*, ici retrouvés dans des sédiments marins sous-jacents au till, ont donné l'âge le plus ancien de la région pour l'invasion marine, soit  $12\ 400 \pm 170$  BP (GSC-1533). La coupe, à partir du sommet, montre environ 3 m de till, 30 cm d'argile et de sables marins fossilifères, et une autre épaisseur de till. L'âge des *Portlandia* semble incompatible (parce que trop jeune) avec les datations de S.H. Richards (communication personnelle, 1977) pour la région d'Ottawa:  $12\ 800 \pm 220$  BP (GSC-1859); fraction interne  $12\ 700 \pm 100$  BP et fraction externe  $12\ 800 \pm 100$  BP (GSC-2151). Il semble aussi incompatible avec la date du commencement du lac Ontario, selon Karrow *et al.* (1961). Les sédiments marins sous le till supérieur furent probablement mis en place sous une plate-forme de glace.

This section, which has been destroyed, is of importance because *Portlandia artica* shells, here found in the marine sediments below the till, give the greatest age in the area for the marine invasion, some  $12\ 400 \pm 170$  BP (GSC - 1533). From the top, the section shows 3 m of till, 30 cm of clay and fossiliferous marine sands and another thickness of till. The age of the *Portlandia* seem incompatible (because too young) with S.H. Richards' dating (personal communication, 1977) for the Ottawa area:  $12\ 800 \pm 220$  BP (GSC - 1859); internal fraction  $12\ 700 \pm 120$  BP and external fraction  $12\ 800 \pm 100$  BP (GSC - 2151). It also seems incompatible with the date of the beginning of Lake Ontario according to Karrow *et al.* (1961). The marine sediments under the upper till were probably emplaced under an ice shelf.



SITE 9  
GRAVIERE DE PONT-ROUGE  
PONT-ROUGE GRAVEL PIT

La gravière (photo 20) présente un diamicton argileux fossilifère avec prédominance de cailloux et de blocs précambriens souvent angulaires (photo 21). Fossiles: *Mytilus edulis*, *Hiatella arctica* et *Balanus* sp.; date sur *Hiatella arctica*:  $10\ 390 \pm 130$  BP (QU-447). Les foraminifères sont présentés à l'annexe II. Il est difficile de mettre en cause, au présent site, un glissement de terrain. Comme l'argile marine est sous-jacente, nous formulons l'hypothèse que la mise en place de ce matériel est reliée à une action glaciaire quelconque. Les sables font partie de la plaine deltaïque de la rivière Jacques-Cartier, construite dans la mer Champlain.

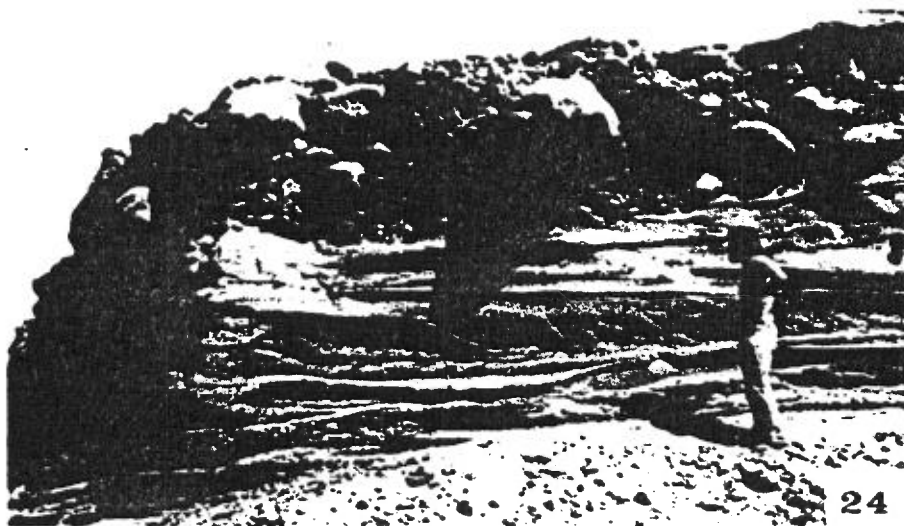
The gravel pit (photo 20) shows a clayey fossiliferous diamicton with a predominance of angular Precambrian cobbles and boulders (photo 21). Fossils: *Mytilus edulis*, *hiatella arctica*, *Balanus* sp. with plates of barnacles still attached to boulders, date on *hiatella arctica*:  $10\ 390 \pm 130$  (QU-447) (see Appendix II for forams). As it is difficult to postulate landsliding in this position, and as marine clay underlies the diamicton, we have formulated the hypothesis that this deposit is related to glacial action (river ice or glacier ice). The sands are part of the deltaic plain of the Jacques-Cartier river built into the Champlain sea.



SITE 10 - GRAVIERE DU LAC SAINT-AUGUSTIN / SAINT-AUGUSTIN GRAVEL PIT

Photos 22, 23, 24, 25 - La photo 22 montre un diamicton avec des blocs d'un second diamicton surmontant des sables avec lits frontaux tangentiels (photo 23) indiquant un transport du nord-est- vers le sud-ouest. Le contact entre le sable et le diamicton supérieur est érosionnel (photo 24). Un autre diamicton glaciaire apparaît à la base de la face de travail dans la séquence sablonneuse. Mais les deux diamictons glaciaires sont probablement des membres du même till (Gentilly). La partie supérieure du diamicton (photo 25) contient des débris de coquillages non datés jusqu'à ce jour parce qu'ils sont trop peu abondants. Ces débris de coquillages ne sont peut-être qu'une indication de remaniement. Si tel n'est pas le cas, on doit présumer une déposition glacio-marine (les fossiles dateraient alors le commencement de l'épisode Champlain) ou encore une fluctuation au niveau de la mer. Des sédiments marins estuariens couronnent la coupe.

Photos 22, 23, 24, 25 - Photo 22 shows a very coarse diamicton (with blocks of another diamicton) underlain by sands showing tangential cross-bedding (photo 23) indicating transport from northeast to southwest. The upper contact of sand is erosional (photo 24). Another glacial diamicton appears at the base of the working face in the sandy sequence. The two diamictons are probably members of the same till (Gentilly). The upper part of the diamicton (photo 25) contains shell debris, undated as yet because they are too scarce. These fossils are possibly only indications of reworking. If not, this would indicate deposition in marine waters and could date the inception of the Champlain invasion (unless one could postulate a change in sea level). The top of the section is made up of marine estuarine sediments.

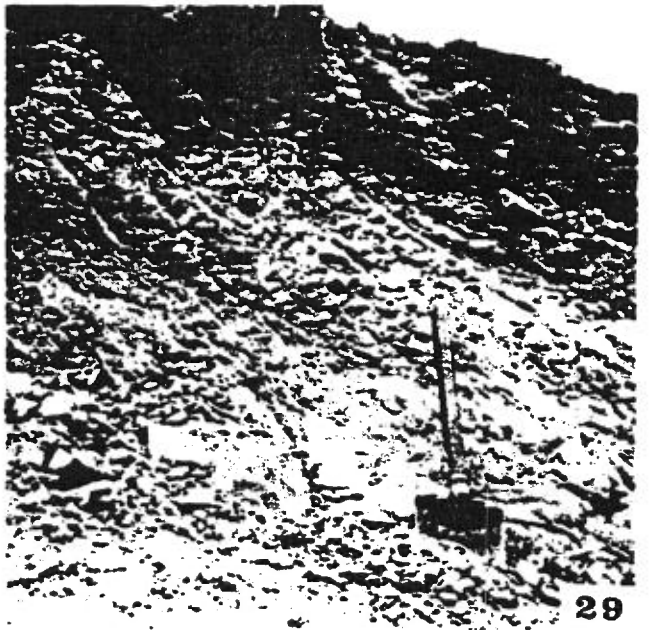
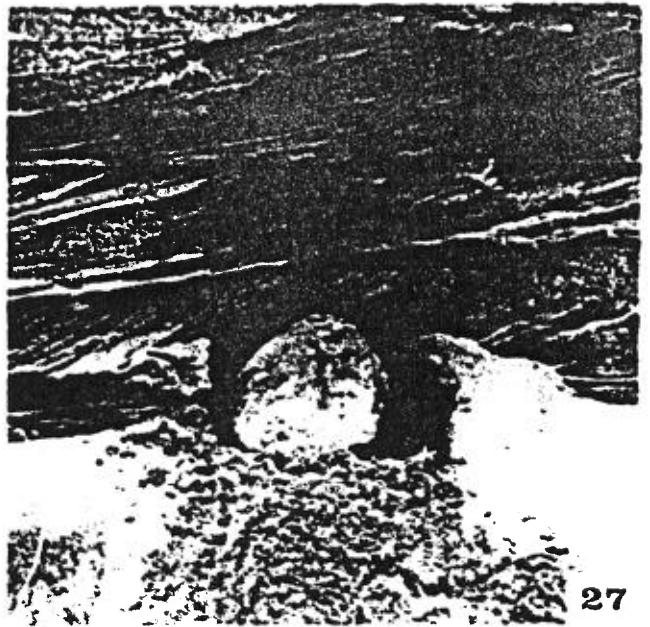
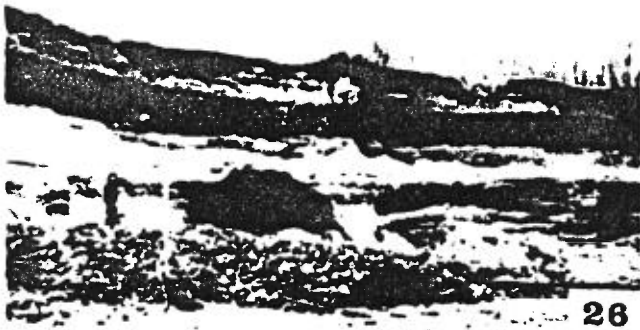


Cette gravière (photo 26) montre des sables et graviers fluvio-glaciaires à stratification oblique caractérisée par des couches frontales planes et tangentielles indiquant un transport du nord-est vers le sud-ouest (photo 27). Des diamictons glaciaires et des varves sont intercalés dans la séquence (photo 28). Un de ces affleurements de diamicton (photo 29) montre de très bons cisaillements dont le pendage indique que le mouvement glaciaire initial (lobe dans le chenal du Saint-Laurent) était du nord-est vers le sud-ouest. La séquence glaciaire est recouverte d'un till (Gentilly) passant latéralement par endroits à des sédiments de contact de glace. La photo 27 montre un bloc erratique dans la séquence sablonneuse, ce qui est une bonne indication qu'il existait un lac glaciaire au moment de la déposition des sables. Ce bloc a été transporté par un iceberg.

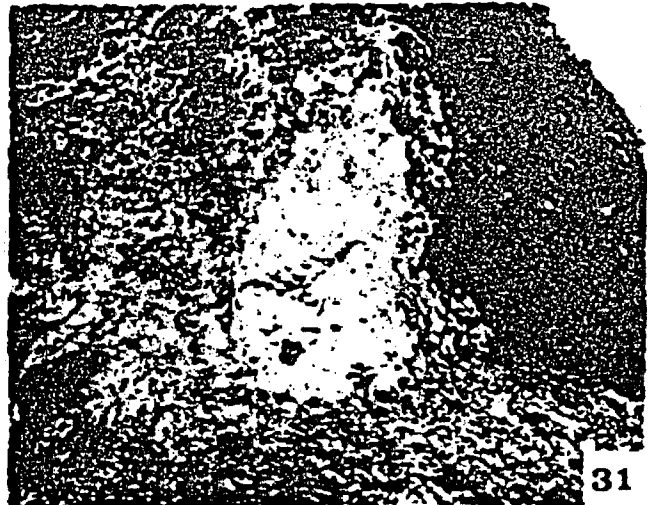
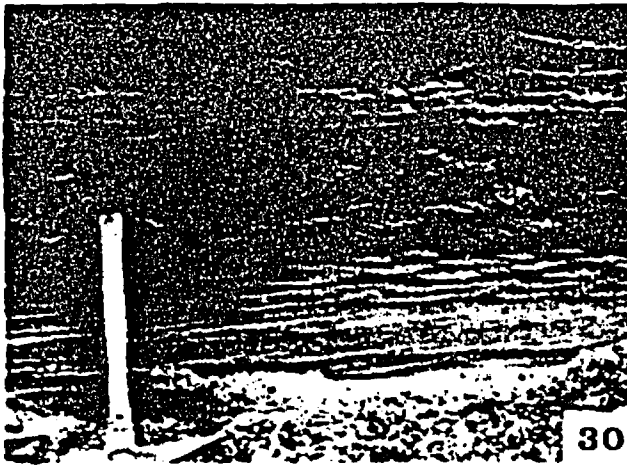
Le sommet de la section (photo 26) est constitué de sédiments fluvio-glaciaires ou de contact glaciaire remaniés (dans la partie est de la gravière) dans lesquels on a trouvé des coquillages de *Elliptio complanatus* datés à  $9\ 730 \pm 140$  années BP (GSC-1796). Selon Larocque (1967) ce mollusque d'eau douce ne se trouve généralement pas dans les grandes rivières bien qu'on l'ait trouvé à l'occasion dans le Saint-Laurent. Les sédiments fluvio-glaciaires ont donc été remaniés en eau douce. Ils sont à leur tour recouverts de sédiments du proto-Saint-Laurent contenant de la matière organique et de la vivianite:  $Fe_3 (PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ . En d'autres endroits de la gravière, on peut apercevoir des argiles marines et des sables de couverture.

This gravel pit (photo 26) shows fluvio-glacial gravels and sands with tangential and planar cross-bedding indicating a transport from the northeast to the southwest (photo 27). Diamicton and varved clays are intercalated in the sequence (photo 28). One of these exposures of diamicton shows very good thrust planes (photo 29) also indicating initial ice movements coming from the northeast (from the right in the photo). The glacial sequence is capped by till. Photo 27 shows an ice-rafted boulder in the stratified sand, a good indication for the presence of a glacial lake. This boulder was transported by an iceberg.

The top of the section (photo 26) consists of reworked fluvioglacial sediments or ice contact drift which has yielded shells of *Elliptio complanatus* dated at  $9730 \pm 140$  BP (GSC - 1796). According to Larocque (1967) this fresh water mollusk is not generally found in large rivers although it has been found occasionally in the St. Lawrence. The fluvio-glacial sediments have thus been reworked in fresh water. They are in turn overlain by sediments of the early St. Lawrence estuary containing organic matter and vivianites:  $Fe_3 (PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ . In other parts of the gravel pit, marine clays and cover sands can be observed.



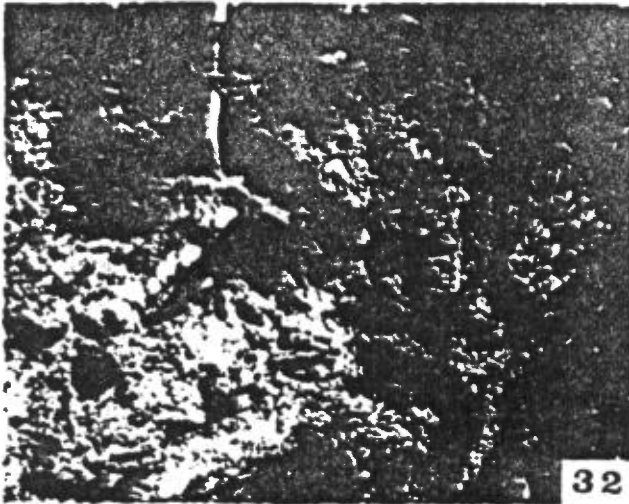
SITE 11  
GRAVIERE DE CAP-ROUGE  
CAP-ROUGE GRAVEL PIT



SITE 12 - GRAVIERE DE SAINT-NICOLAS / SAINT-NICOLAS GRAVEL PIT

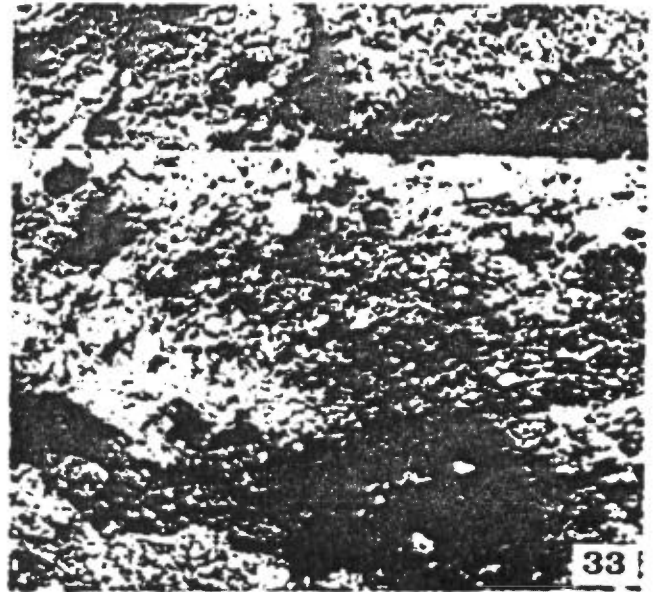
Photos 30 à 36 - Gravière de la pointe Saint-Nicolas. Cette gravière est une des plus intrigantes et des plus compliquées de la région. La coupe commence presque au niveau du Saint-Laurent par un lit de tourbe (matière végétale non-différenciée et allochtone) à une altitude d'à peu près 6 m au-dessus du niveau de l'eau. Sous ce lit existe une couche imperméable (till?) qui, toutefois, n'a jamais été observée. Au-dessus, il y a environ 20 m de sable stratifié avec des structures de courant indiquant une direction d'écoulement vers le Saint-Laurent (photo 30). Ces deux unités (tourbe et sable) sont probablement équivalentes à l'intervalle de Saint-Pierre plus à l'ouest. Deux âges finis ont été obtenus sur le lit de tourbe:  $28\ 375 \pm 775$  BP (UGa-463) et  $36\ 560 \pm 4690$  BP (QU-439). Au-dessus la séquence tourbe - shale, on note un contact d'érosion surmonté par des sédiments proglaciaires (de types contact de glace, fluvioglaciales, varves) dont la déposition a précédé la dernière avancée qui a mis en place le dernier till régional (Gentilly). Au-dessus de ce till,

Photos 30 to 36 - Gravel pit at Point Saint-Nicolas. This gravel pit is one of the most intriguing and complicated of the area. The section starts almost at the level of the St. Lawrence with a peat bed (or better, undifferentiated organic debris) at the base, about 6 m above the water level. Under the peat bed, there is an impermeable layer that is possibly a till, though it has never been observed. Above the peat layer there is a thick sequence (20m) of stratified sands with current structures (ripple marks, among others, photo 30) indicating a flow toward the St. Lawrence. These first two units (peat and sand) are probably equivalent to the St-Pierre farther to the west. Two finite dates have been obtained on the peat bed:  $28\ 375 \pm 775$  BP (UGa - 463) and  $36\ 560 \pm 4690$  BP (QU - 439). Above them, there is an erosional contact followed by the proglacial sequence (varves and proglacial sands and gravels) the deposition of which preceded the last glacial over-riding that deposited a till (Gentilly). Above the till we can see fossiliferous ice-contact sediments and glacio-marine



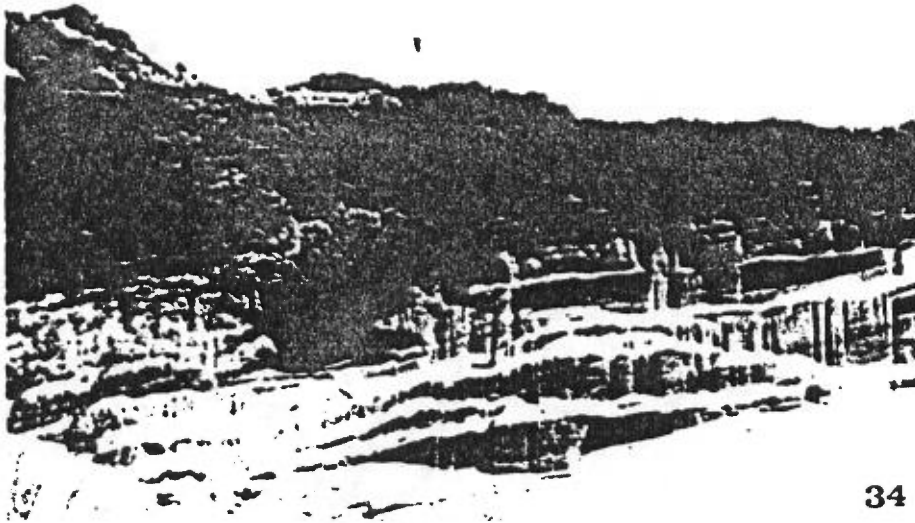
SITE 12

SUITE / CONT'D

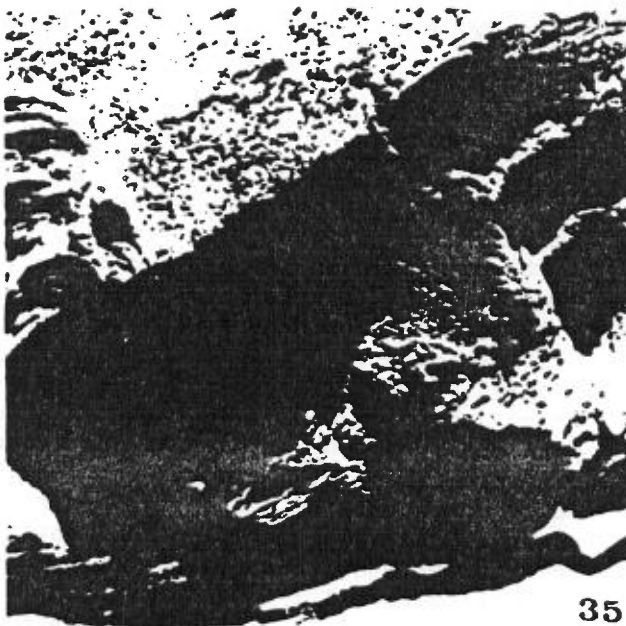


on peut voir des sédiments de contact glaciaire fossilifères et un diamicton glacio-marin (photos 31, 32) contenant des *Balanus hameri* datés à  $11\ 200 \pm 170$  BP (GSC-1476). Pour les foraminifères, on se reportera à l'annexe II. Le till semble avoir été remobilisé par l'agent glaciaire (glacier ou pack-ice) quand les fossiles ont été incorporés dans le matériel glacio-marin. On note ici et là des plis couchés (photo 33) impliquant du matériel fossilifère et des plans de cisaillement qui indiquent que la poussée venait du nord-ouest au moment de leur formation. Au contact inférieur entre le matériel glacio-marin et les sédiments sous-jacents (photos 34 à 36), on relève des structures qui ressemblent à des fentes-en-coin (?) fossiles et qui suggèrent que le niveau marin était inférieur à celui des structures i.e. que les fentes de gel se sont formées dans un environnement sub-aérien. La présence de *Balanus hameri* (photo 32) dans le matériel glacio-marin suggère une période d'eau profonde (?) postérieure à la formation des fentes de gel. Il faut rappeler ici qu'Elson (1962, 1969) a postulé un abaissement du niveau marin dans la mer Champlain à environ 11 000 BP. Nous suggérons

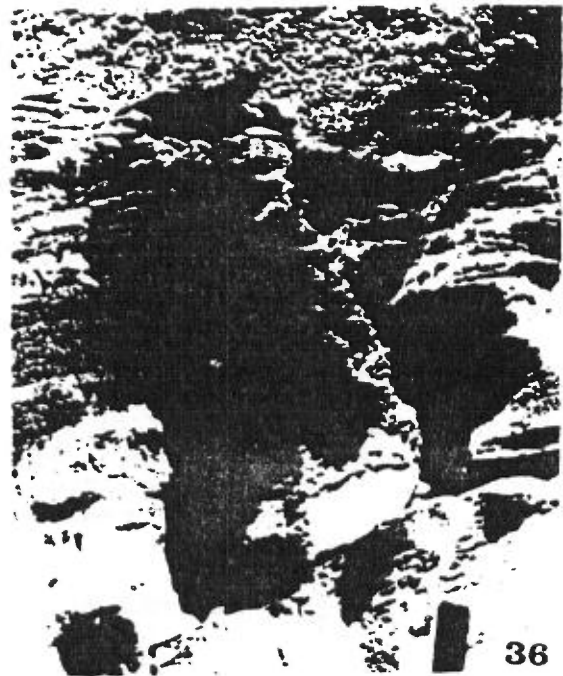
diamicton (photos 31, 32) containing *Balanus hameri* and dated at  $11\ 200 \pm 170$  (GSC - 1476) (for forams, see Appendix II). The surface till (Gentilly) seems to have been remobilized by the glacial agent (glacier or pack ice) when the fossils were incorporated into the glacio-marine material. Recumbent folding (with fossiliferous material implicated, photo 33) and some thrust planes were observed indicating that the stress came from the north or northwest. At the lower contact between the glacio-marine material and the underlying sediments (photos 34 to 36) there are structures, resembling fossil ice wedges, which suggest that the sea level was relatively below the site, i.e. the pseudo ice wedges(?) were formed subaerially. *Balanus hameri* in the glacio-marine material (photo 32) suggests a deep water period following the formation of the ice wedges. It must be remembered here that Elson (1969) postulated a lowering of sea level in the Champlain sea around 11 000 yrs BP. We suggest that this event occurred before 11 000 - 11 200 BP and was followed by a deeper water episode (as postulated by Elson 1962, 1969). On the other side of the ravine, the sediments are relatively



34



35



36

SITE 12 - FIN / END

ici que cet évènement s'est produit avant 11 100 - 11 200 BP et a été suivi par un épisode d'eau relativement plus profonde (tel que suggéré par Elson, 1962, 1969). De l'autre côté du ravin, les sédiments sont très peu dérangés, un éperon rocheux les ayant peut-être protégés de la poussée glaciaire.

undisturbed because of the presence of a rock spur which possibly prevented the ice movement from disturbing the sediments.



SITE 13

COUPE DE SAINT-ANTOINE-DE-TILLY  
SAINT-ANTOINE-DE-TILLY SECTION

Cette coupe dans un fossé (photo 37) montre un diamicton fossilifère (*Portlandia arctica*) surmontant ce qui est probablement des varves (photo 38). Ces varves sont supposément l'évidence la plus septentrionale de l'extension des lacs proglaciaires dans les temps tard-glaciaires. Les coquilles de *Portlandia* ne sont pas datées parce qu'elles sont trop rares. Un âge de 12 500 à 13 000 ans BP est suggéré pour la mise en place du diamicton glacio-marin. Les varves pourraient être pré-glaciaires. Cependant, dans la position topographique où elles se trouvent, il est probable qu'elles auraient été érodées par la dernière avancée glaciaire.

This section in a ditch (photo 37) shows a fossiliferous (*Portlandia arctica*) diamicton overlying what are probably varves (photo 38). These varves are considered in this report to be the northernmost evidence, for this area, of the extension of proglacial lakes in late-glacial time. Shells of *Portlandia* are undated yet because they are too scarce. It is suggested they could give an age in the 12 500 - 13 000 BP range. The varves could be pre-glacial. However, in the topographical position where they are found it is probable that they would have been eroded by the last glacial advance.



SITE 14 - COUPE DE VALLEE-JONCTION / VALLEE-JONCTION SECTION

Couches de bryophytes (photo 39) dans des sédiments d'eau peu profonde d'une baie d'un lac proglaciaire. Les bryophytes (annexe IV) ont été datés à plus de 39 000 années BP (QU-327). Les pseudovarves surmontent un diamicton lâche (photo 40) qui s'apparente à du colluvium semblable à celui qui se forme aujourd'hui au-dessus de la coupe. Ce colluvium est probablement dérivé d'un till puisqu'il contient des blocs précambriens. La photo 41 montre des traces de vie (*lebensspuren*) à la base de lits sablonneux.

Bryophyte beds (photo 39) in shallow bay sediments of a pro-glacial lake. The bryophytes (see Appendix IV) have been dated at greater than 39 000 years BP (QU-327). The pseudovarves are underlain in turn by a colluvium (photo 40) similar to the one formed today above the section in the forested area. The latter contains Precambrian cobbles and is probably developed from a till. Photo 41 shows *lebensspuren* at the base of sand layers.

## DEGLACIATION

La déglaciation de la région de la ville de Québec revêt une importance particulière dû au fait que, tant que la glace occupait le chenal du Saint-Laurent en dedans de la limite marine, la mer ne pouvait pénétrer dans les Basses Terres du Saint-Laurent. Or, il y a incompatibilité entre, d'une part, le commencement de la mer Champlain à Québec et celui du lac Ontario et, d'autre part, le début des invasions marines dans les régions de Québec et d'Ottawa.

Pour Karrow *et al.* (1962, p. 661) le lac Ontario n'avait pas encore drainé à venir jusqu'à environ 11 500 BP (Y-691, 11 510  $\pm$  240 BP). Or ce lac n'aurait pu continuer d'exister après la disparition de la barrière de glace à la hauteur de la région de Québec (coupe de Charlesbourg, site 8), laquelle se situe aux alentours de 12 500 BP (12 400  $\pm$  160 BP; GSC-1533). Cet incompatibilité est peut-être due à un blocage glaciaire tardif dans le bassin de la mer Champlain ou encore à la nature du matériel utilisé pour fins de datation:

## DEGLACIATION

The deglaciation in the Québec City area takes on a particular importance due to the fact that, while the ice occupied the St. Lawrence channel within the marine limit, the sea could not penetrate the St. Lawrence Lowlands. Here, we must face an incompatibility between, on a one hand, the beginning of the Champlain sea at Québec and of Lake Ontario and, on the other hand, between the beginning of the marine invasions in the Québec and Ottawa areas.

For Karrow *et al.* (1962, p. 661), Lake Ontario had not yet drained about 11 500 BP (Y-691, 11 510  $\pm$  240 BP). However, this lake cannot continue to exist after the disappearance of the ice barrier at the present position of the Québec City area (Charlesbourg section, site 8), which may be placed at about 12 500 BP (12 400  $\pm$  160 BP; GSC-1533). This incompatibility may be due to a late glacial backage in the Champlain Sea basin or again to the nature of the material used for dating: shells versus wood. However, this second

coquillages versus bois. Cette seconde possibilité doit cependant être envisagée avec précaution car nous avons maintenant une datation de  $11\ 050 \pm 130$  BP (QU-448, collection G. Martineau et L. Chauvin) obtenue sur du bois et débris végétaux de la mer Champlain. Si l'on excepte la datation de Mott (1968) obtenue sur des algues, celle-ci est la seule date sur du bois qu'on possède de la mer Champlain. Cette date est comparable avec les autres dates de la mer Champlain obtenues sur des coquillages.

Quant à la différence entre le début de l'invasion marine dans le région d'Ottawa (GSC-2151, *Hiatella arctica*, fraction interne  $12\ 700 \pm 100$  BP, fraction externe  $12\ 800 \pm 100$  BP; S.H. Richard, communication personnelle, avril 1977) et celui de l'invasion marine dans la région de Québec (GSC-1533,  $12\ 400 \pm 160$  BP, *Portlandia arctica*), on peut résoudre temporairement cette difficulté en admettant que des coquillages plus vieux seront éventuellement trouvés dans la région de Québec. Il y a en effet d'autres coupes (e.g. Saint-Antoine-de-Tilly, site 13, photos 37, 38) susceptibles de donner des âges entre  $12\ 500$  et  $13\ 000$  BP.

possibility must be evaluated carefully as we now have a date of  $11\ 050 \pm 130$  BP; (QU-448; collection G. Martineau and L. Chauvin) obtained on wood and plant debris of the Champlain Sea. If Mott's dating (1968), obtained on algae be excepted, this is the only dating based on wood that is available from the Champlain Sea. This date can be compared to the other Champlain Sea dates obtained from shells.

As for the difference between the start of the marine invasion in the Ottawa area (GSC-2151, *Hiatella arctica*, inner fraction  $12\ 700 \pm 100$  BP; outer fraction  $12\ 800 \pm 100$  BP; personal communication, S.H. Richard, April 1977) and that of the marine invasion in the Québec City region (GSC-1533,  $12\ 400 \pm 160$  BP, *Portlandia arctica*), this difficulty may be temporarily resolved by allowing that older shells will eventually be found in the Québec City area. There are in fact other sections (e.g. Saint-Antoine-de-Tilly, site 13, photos 37, 38) capable of giving ages between  $12\ 500$  to  $13\ 000$  years BP.

## PREMIER EPISODE

Un âge radiocarbone de 24 000 ans (QU-402,  $24\ 810 \pm 430$  BP) sur des fossiles (*Balanus* sp) provenant d'un diamicton glacio-marin (collection G. Martineau et L. Chauvin) suggère que l'ouverture de l'estuaire du Saint-Laurent, peut-être jusqu'à Pointe-aux-Orignaux, a pu se faire au cours de l'intervalle Gayhurst (McDonald et Shilts, 1971). On trouvera en annexe II une liste de foraminifères présents dans le diamicton glacio-marin. L'âge des *Balanus*, s'il est juste, tomberait également pendant l'intervalle Plum Point (Dreimanis, 1976; Evenson *et al.*, 1976). McDonald et Shilts (1971) ont suggéré une position du front glaciaire au moment de l'intervalle Gayhurst. Si leur tracé est sensiblement correct et si l'on admet un reentrant dans le Saint-Laurent jusqu'à Pointe-aux-Orignaux, cet intervalle aurait connu un écoulement vers le nord dans cette partie de l'estuaire à l'est de Pointe-aux-Orignaux. Les stries glaciaires de cet épisode ont pu être préservées mais se confondent probablement avec les stries plus tardives.

## FIRST EPISODE

A radiocarbon date of 24 000 years (QU-402,  $24\ 810 \pm 430$  BP) on fossils (*Balanus* sp) coming from a glacio-marine diamicton (collection G. Martineau and L. Chauvin) suggests that the St. Lawrence estuary could have been open as far as Pointe-aux-Orignaux possibly during the Gayhurst period (McDonald and Shilts, 1971). A list of foraminifera present in the glacio-marine diamicton is given in appendix II. The age of *Balanus*, if accurate, would also fall in the Plum Point interval (Dreimanis, 1976; Evenson *et al.*, 1976). McDonald and Shilts (1971) suggested a glacial front position during the Gayhurst period. If this is reasonably correct and if one admits a reentrant into the St. Lawrence up to Pointe-aux-Orignaux, there would have been, during this interval, a northward flow in the part of the estuary east of Pointe-aux-Orignaux. The glacial striations from this episode might have been preserved, but probably would be indistinguishable from later striations.

## DEUXIEME EPISODE

### MODELES DEJA PROPOSES

Gadd *et al* (1972) ont proposé un modèle de déglaciation avec un front actif sur au moins toute l'étendue du Highland Front (Gadd, 1964). Ce modèle suppose donc la mise en place de tous les dépôts morainiques observés du nord au sud. Gauthier (1975) et Lortie (1977) proposent à peu près le même modèle de déglaciation avec réavancée à travers le fleuve Saint-Laurent (du moins dans la région de Québec) et déposition du Highland Front par la glace laurentidienne. Ces deux auteurs font état de dépôts morainiques mis en place par la glace appalachienne résiduelle.

### PRESENT MODELE

Une série de diagrammes (figures 4 à 14) montrent l'évolution des masses glaciaires durant la déglaciation. L'interprétation (forcément hypothétique) que nous suggérons tient compte de la position géographique des dépôts, de la direction de transport et des autres faits exposés dans une précédente

## SECOND EPISODE

### MODELS ALREADY PROPOSED

Gadd *et al* (1972) proposed a deglaciation model with an active ice front at least along the full extent of the Highland Front (Gadd, 1964). This model assumes, then, the emplacement of all morainic deposits observed from the north towards the south. Gauthier (1975) and Lortie (1977) propose approximately the same deglaciation model with a readvance across the St. Lawrence river (at least in the Québec City area) and deposition of the Highland Front by the Laurentian ice. These two authors take into account morainic deposits emplaced by the residual Appalachian ice.

### PRESENT MODEL

A series of diagrams (Figures 4 to 14) shows the evolution of glacial masses during the deglaciation. The suggested interpretation (necessarily hypothetical) takes into account the geographical position of the deposits, the direction of transport, and other facts outlined in a previous

publication (LaSalle *et al.*, 1977a). Elle laisse de côté toute hypothèse de réavance.

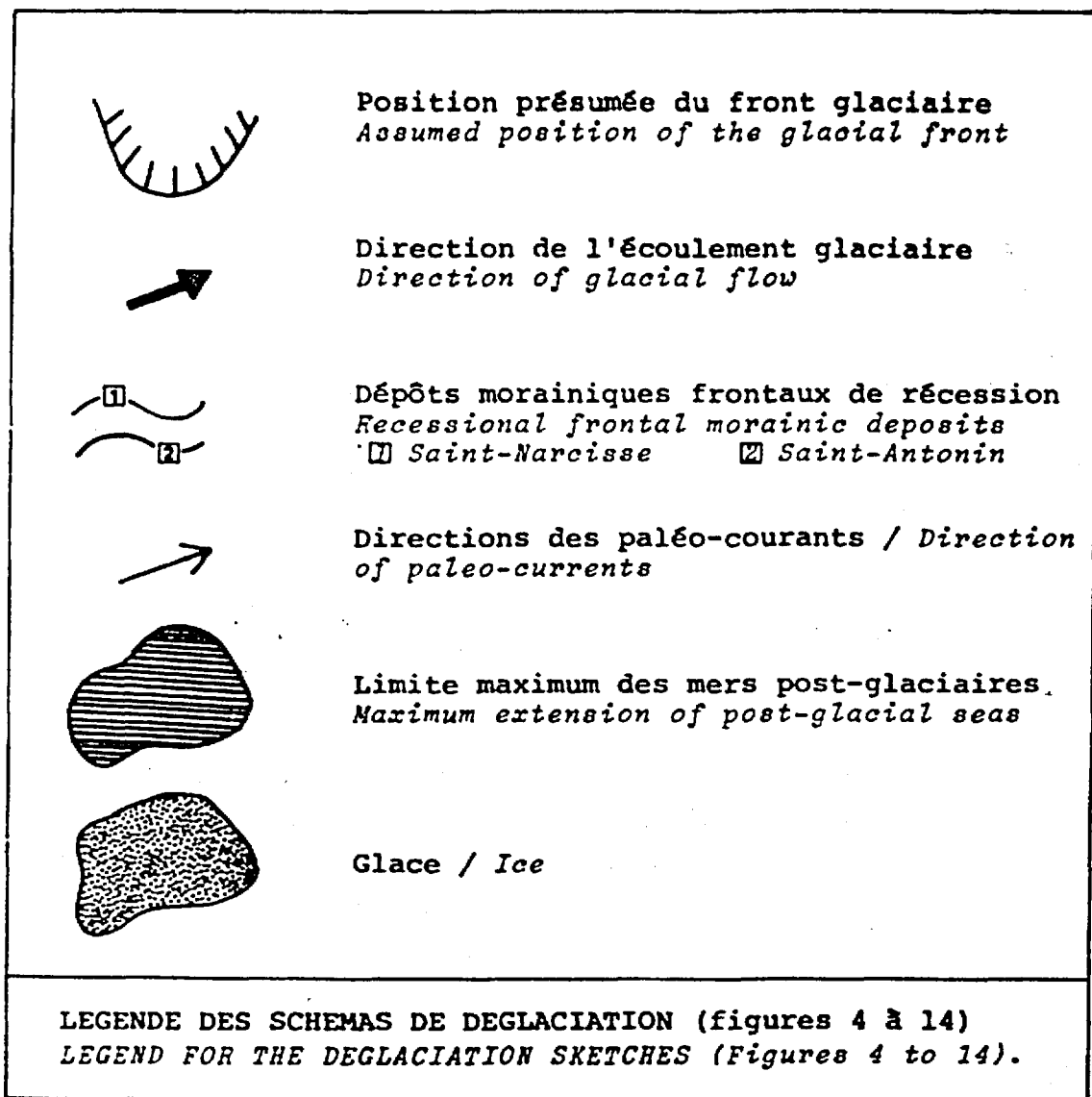
La figure 4 montre la position du front glaciaire pendant la déposition de la moraine de Saint-Antonin. Ce schéma est basé sur les directions d'écoulement (NE) dans la moraine et aussi sur des considérations ayant trait à la quantité de matériel fluvioglaciaire accumulé et à la hauteur que représente ce matériel.

Les figures 5 à 7 montrent la progression de la séparation des masses glaciaires dans l'axe de la moraine de Saint-Antonin. Elles sont basées sur les directions d'écoulement glaciaire et les pendages des couches à stratification oblique dans les dépôts morainiques. Ces directions et pendages montrent que deux masses glaciaires se sont fait face et que les complexes morainiques à leurs marges se sont mis en place de façon indépendante, bien que leurs temps de déposition soient approximativement contemporains.

publication (LaSalle *et al.*, 1977a). It leaves aside all hypotheses of a readvance.

Figure 4 shows the glacial front position during the deposition of the Saint-Antonin moraine. This plan is based on the flow directions (NW) in the moraine, and also on considerations on the quantity of fluvioglacial material accumulated and the height represented by this material.

Figures 5 to 7 show the progression of the separation of the glacial masses in the axis of the Saint-Antonin moraine. These are based on glacial flow directions and the dips of foreset beds in the morainic deposits. These directions and dips show that two glacial masses face each other and that the morainic complexes at their margins were deposited independently, although the time of deposition is approximately contemporaneous.



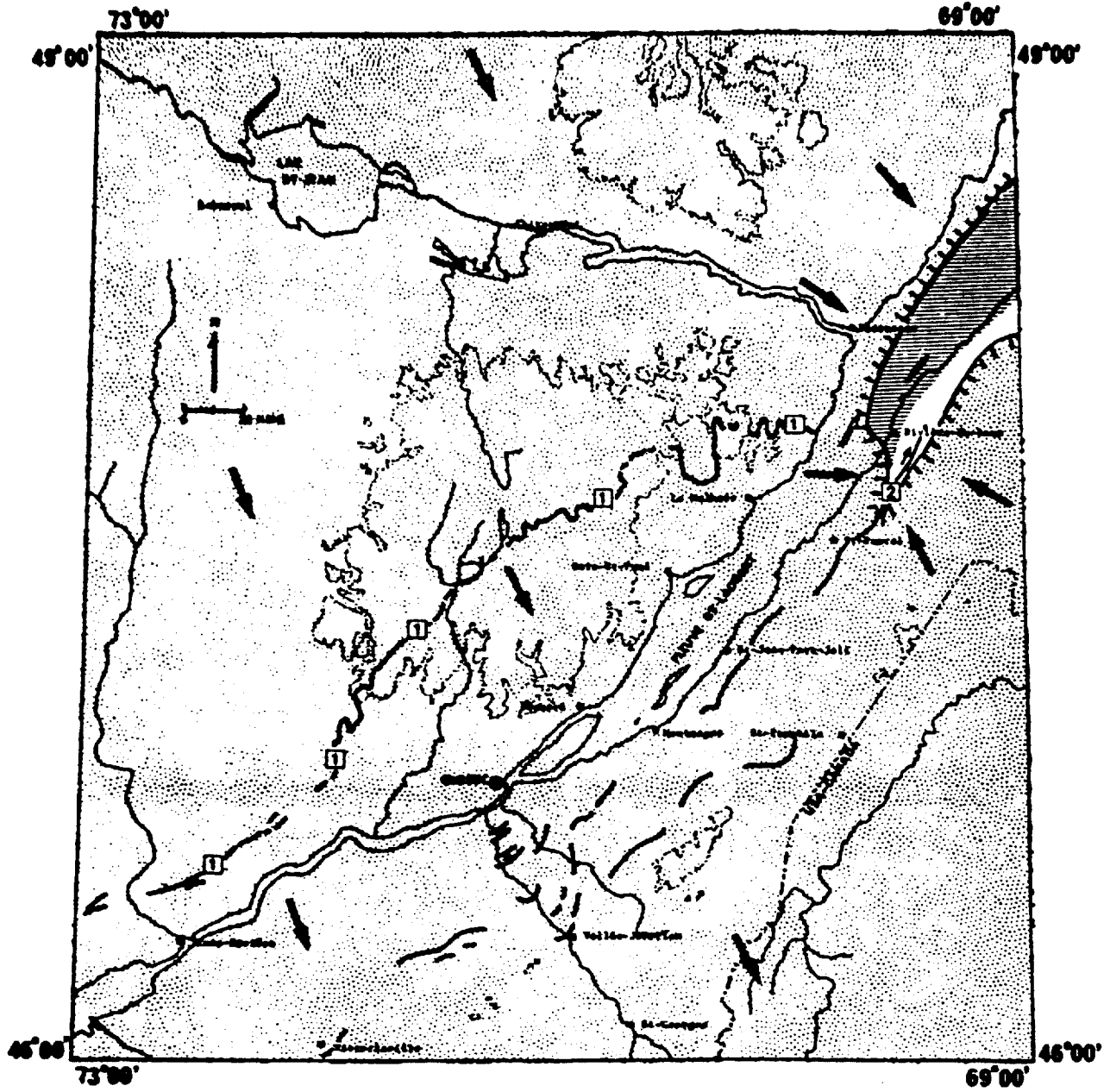


Fig. 4 : Position du front glaciaire circa 13 000-13 500 BP.

Ice frontal position circa 13 000-13 500 BP.

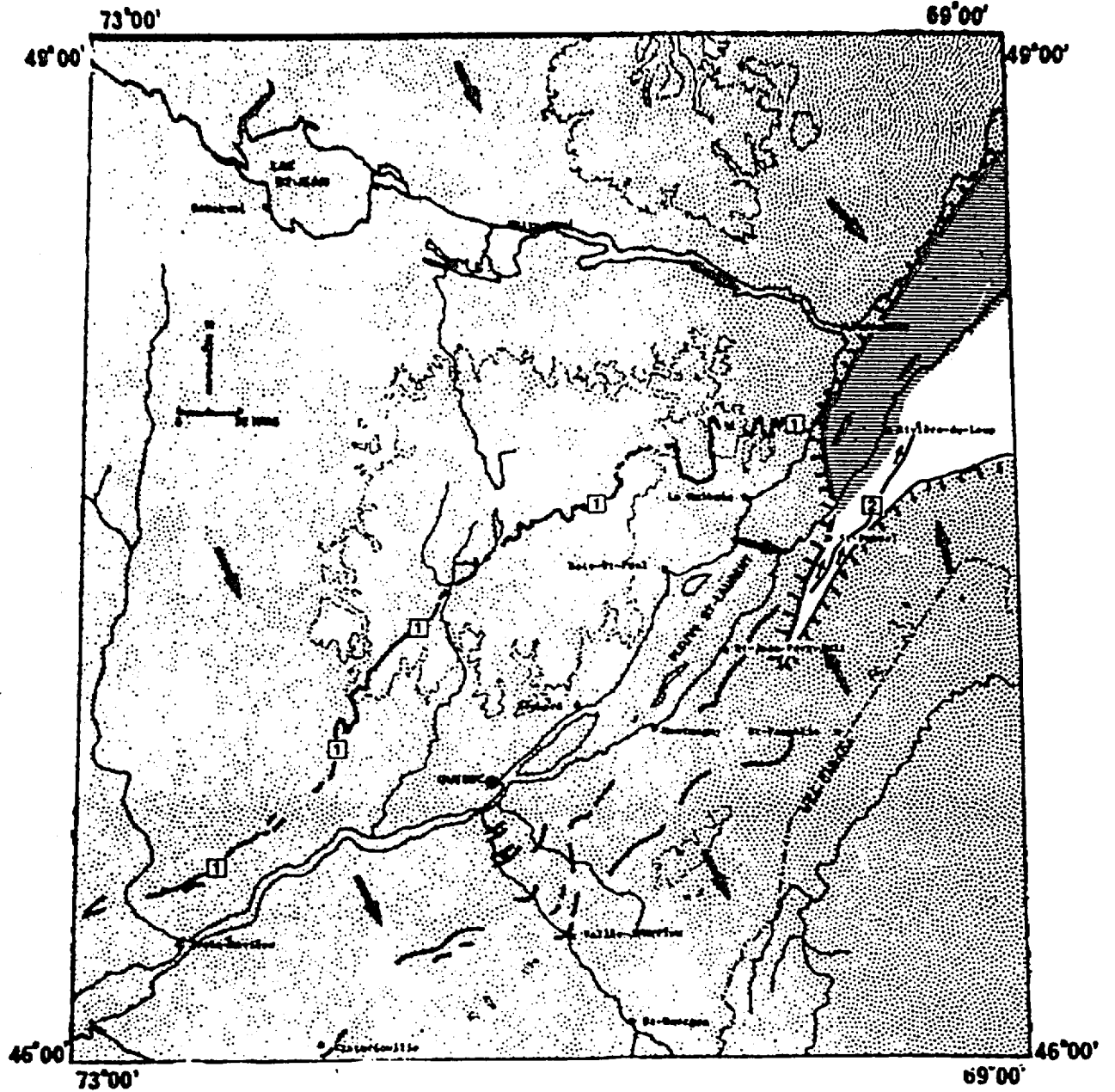


Fig. 5 : Position du front glaciaire circa 13 000 BP.

Ice frontal position circa 13 000 BP.

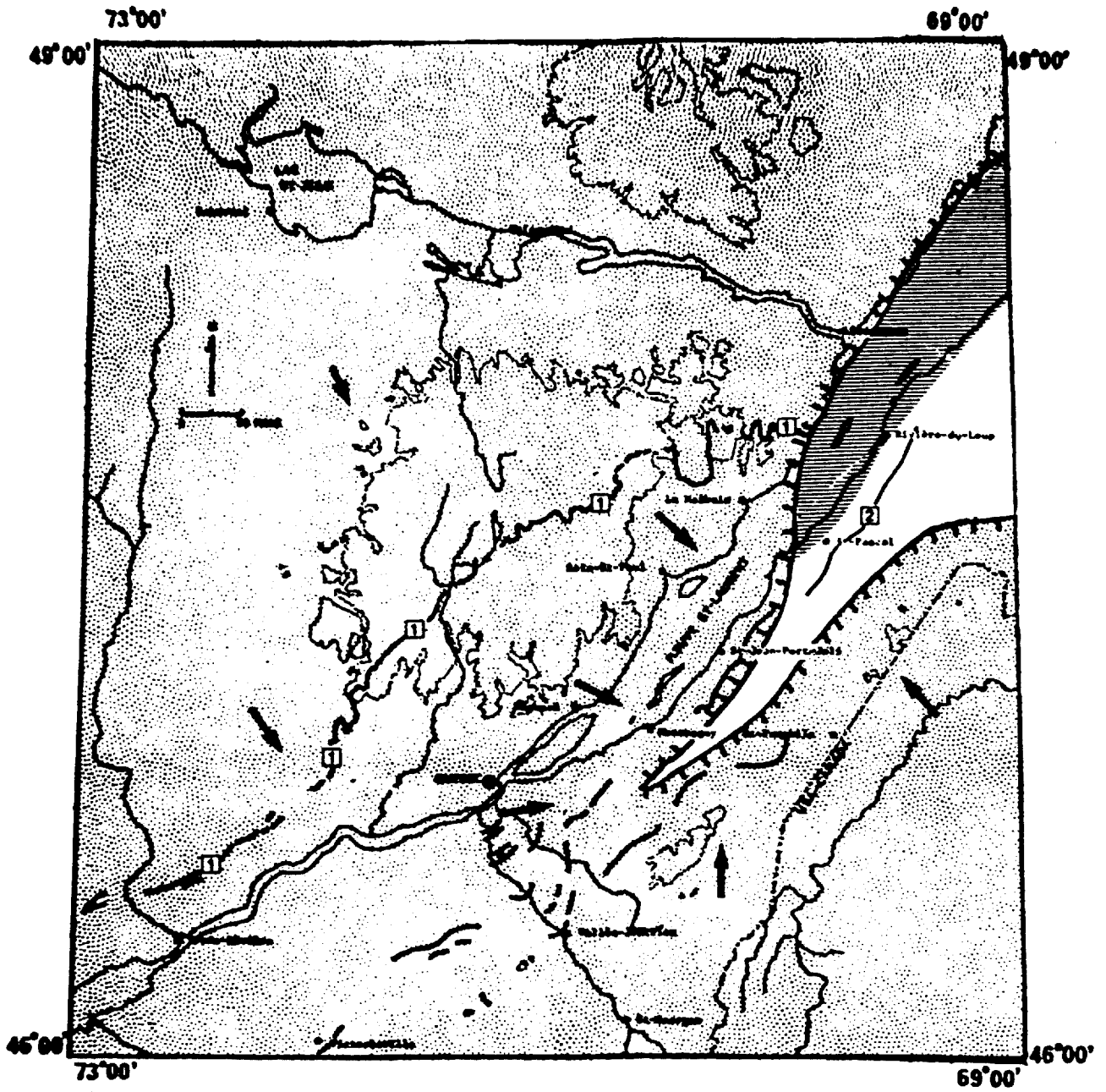


Fig. 6 : Position du front glaciaire circa 12 800-13 000 BP.

Ice frontal position circa 12 800-13 000 BP.

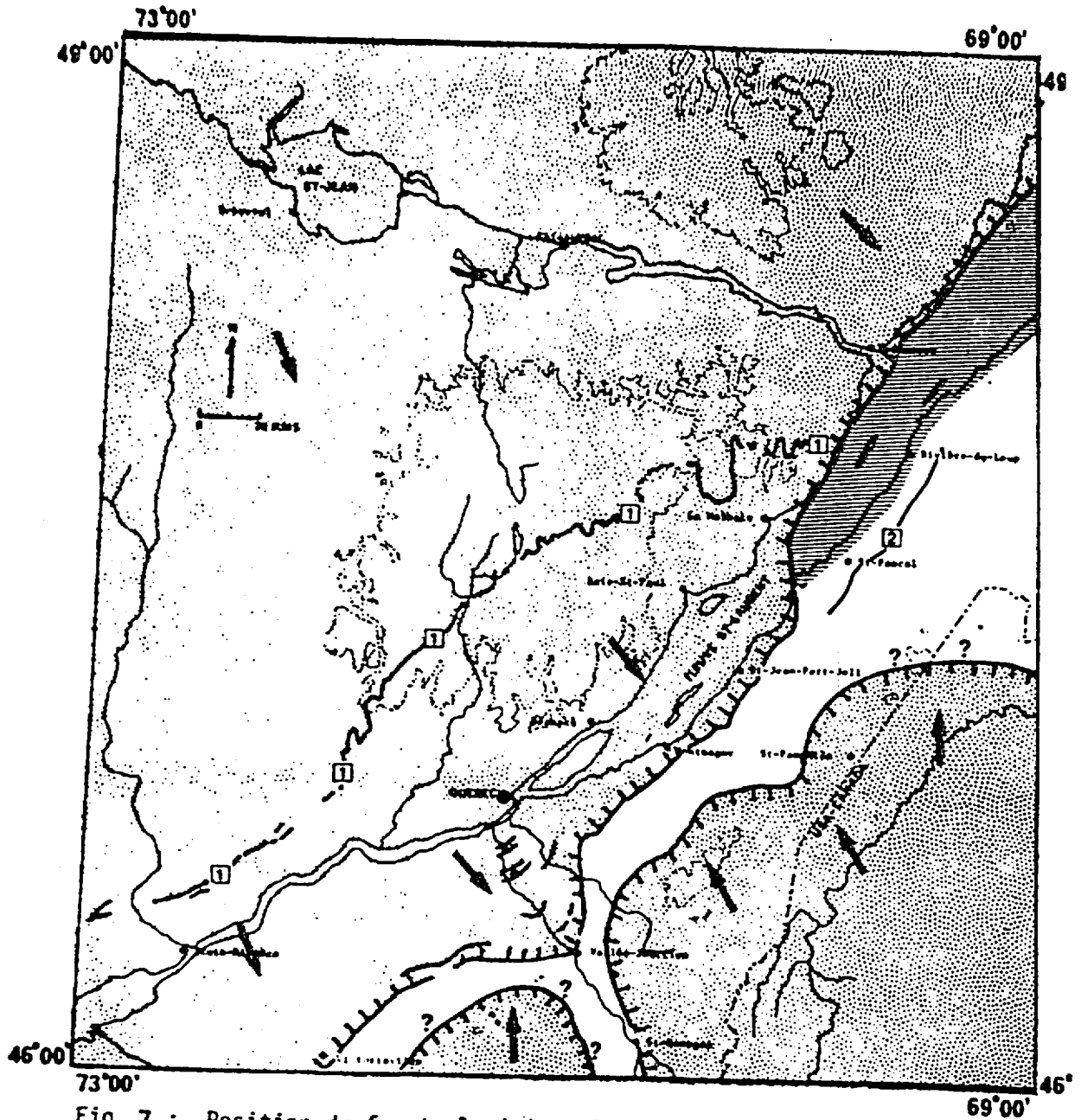


Fig. 7 : Position du front glaciaire circa 12 800 à 12 900 BP.

Ice frontal position circa 12 800 to 12 900 BP.

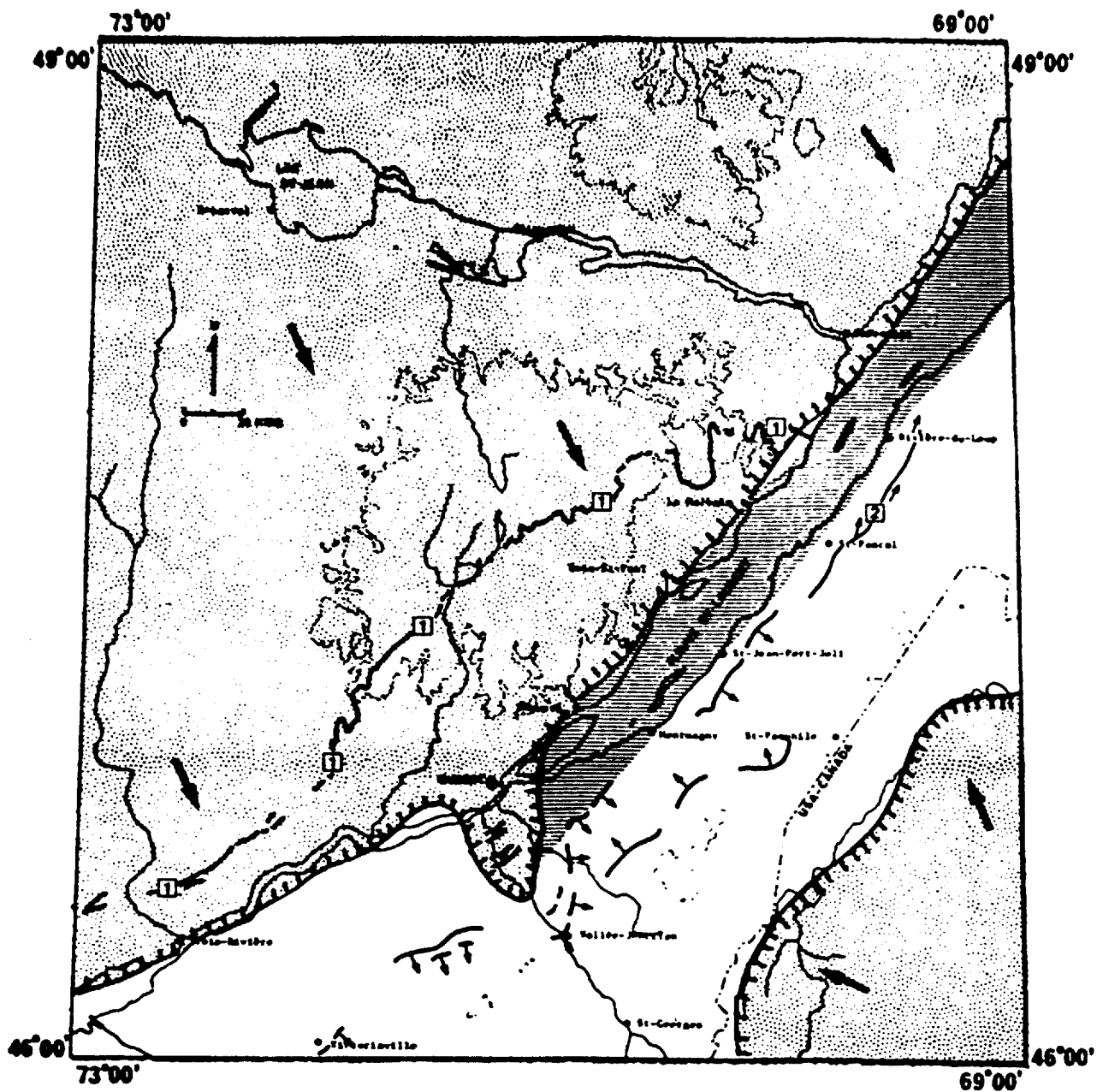


Fig. 8 : Position du front glaciaire circa 12 500-12 800 BP.

Ice frontal position circa 12 500-12 800 BP.

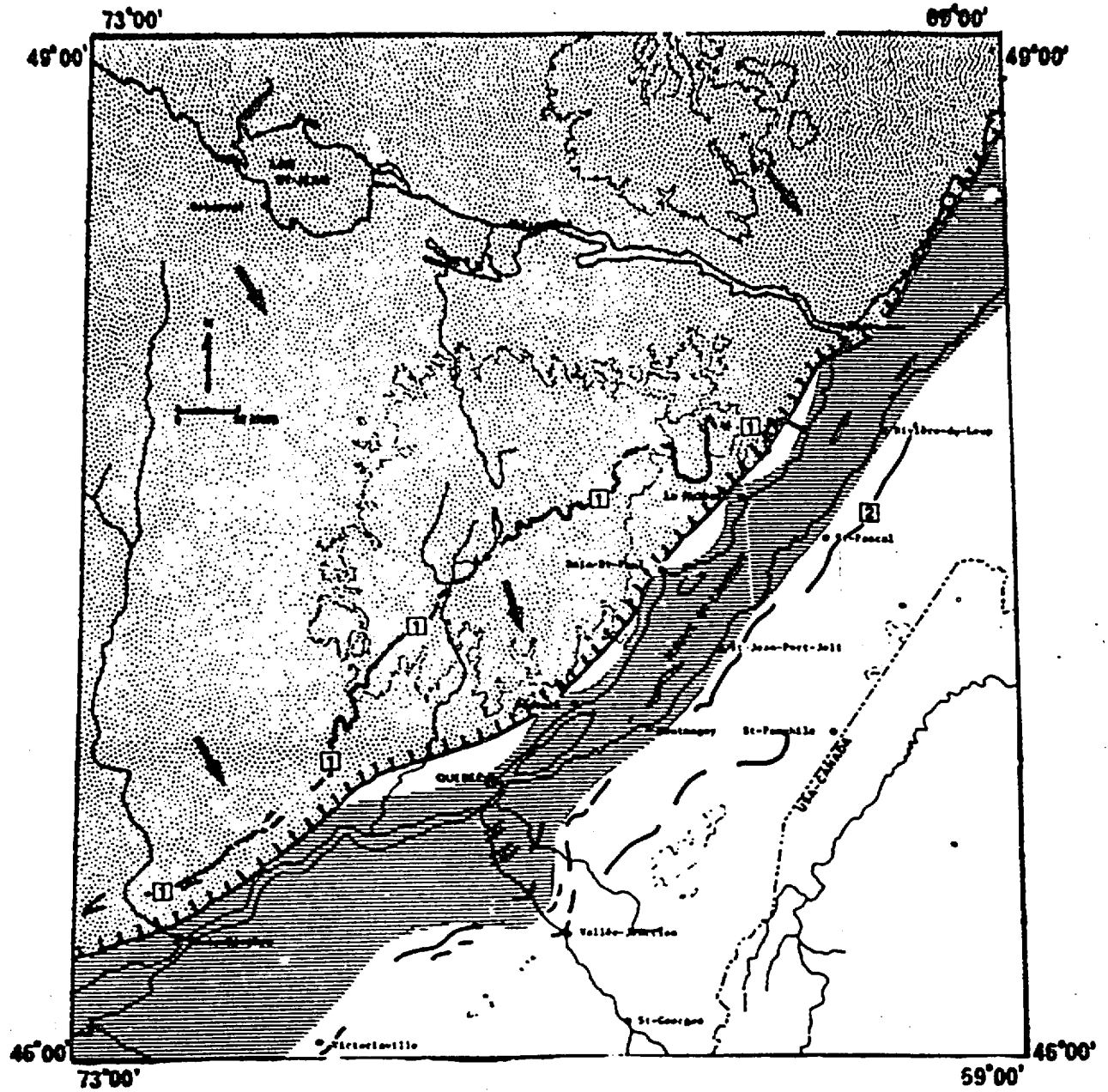


Fig. 9 : Position du front glaciaire circa 11 600 BP.

Ice frontal position circa 11 600 BP.

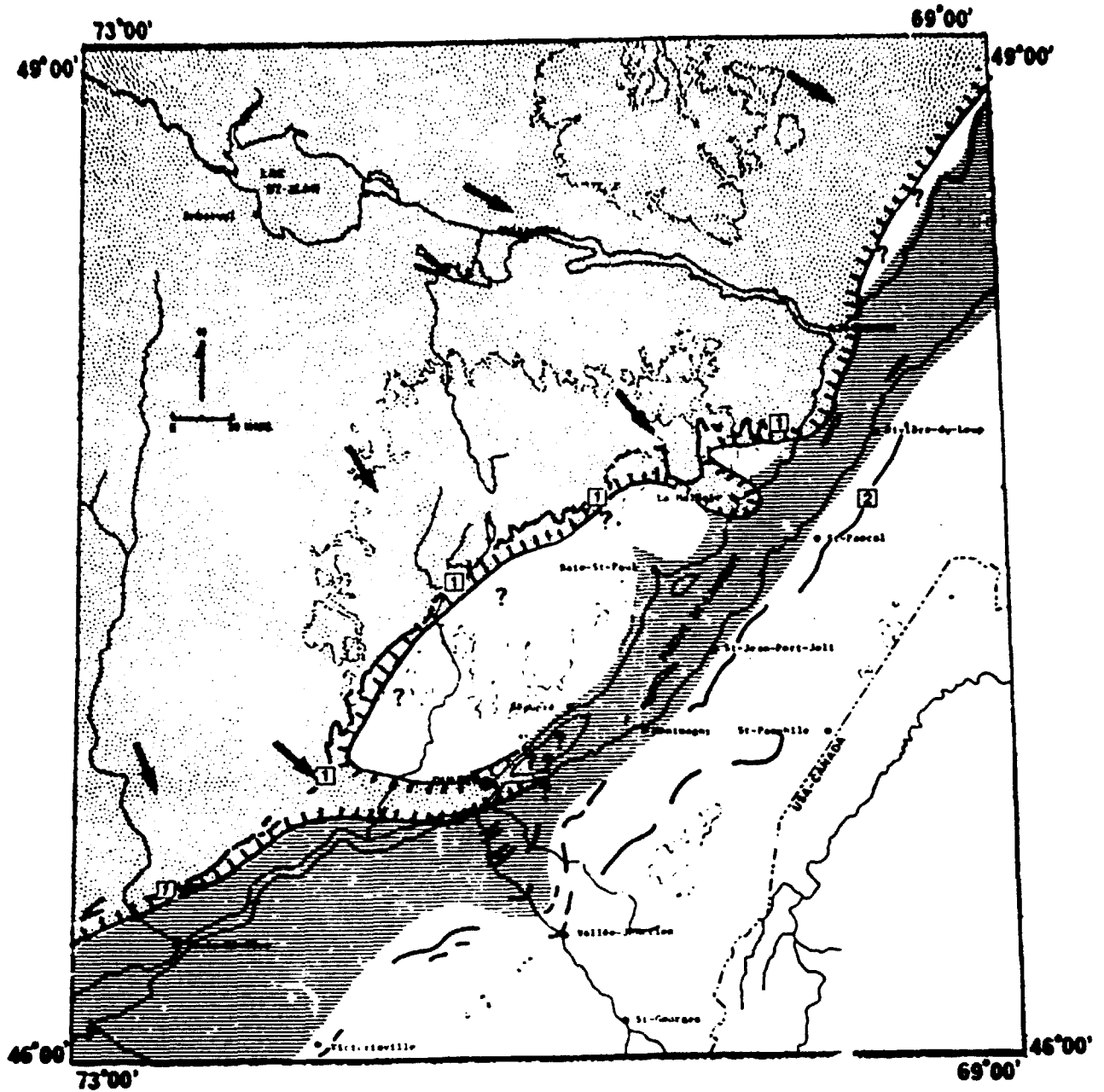


Fig.10 : Position du front glaciaire circa 11 000 à 11 300 BP.

Ice frontal position circa 11 000 to 11 300 BP.

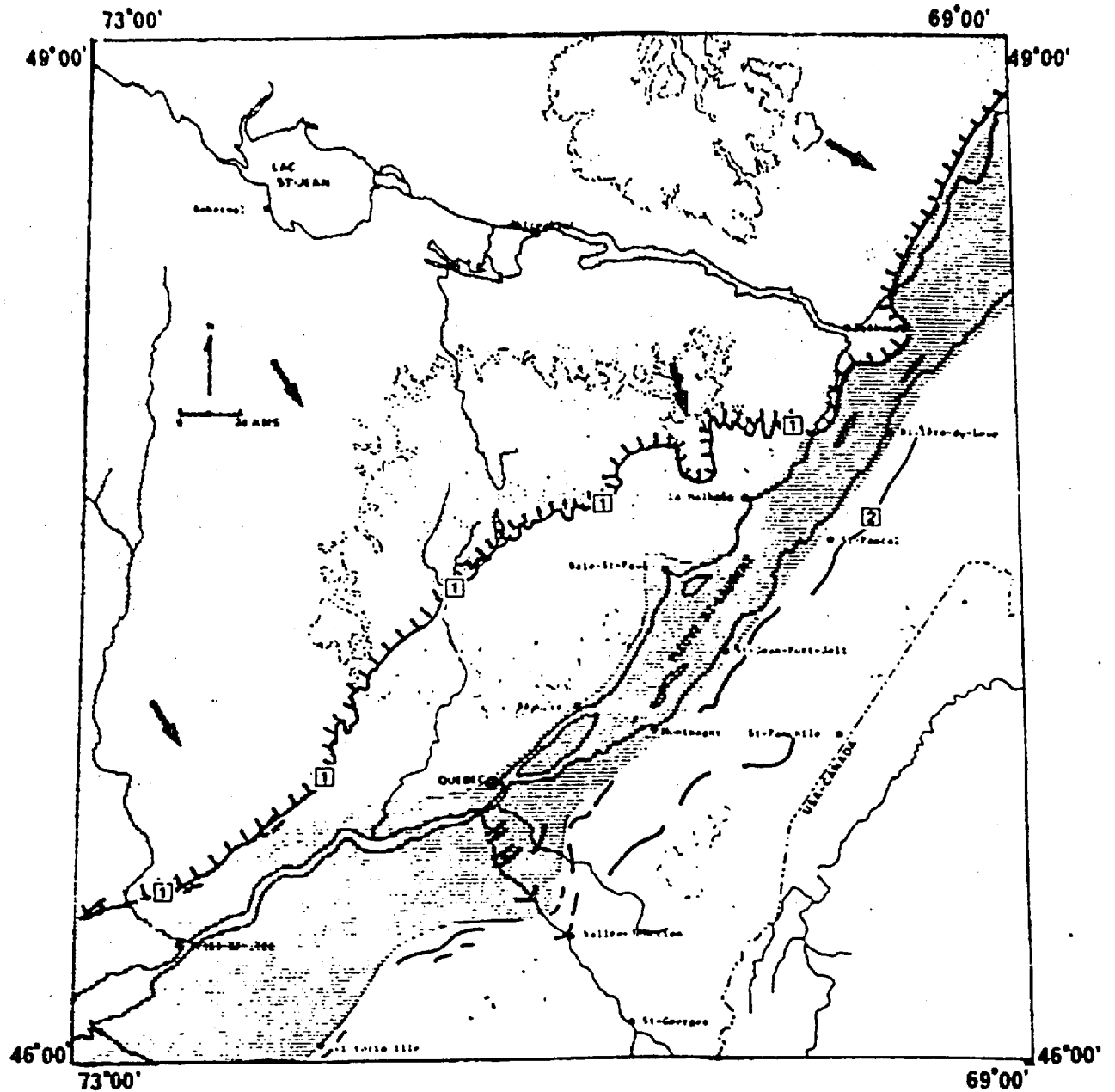


Fig. 11 : Position du front glaciaire circa 10 400-10 500 à 10 800-11 000 BP.

Ice frontal position circa 10 400-10 500 to 10 800-11 000 BP.

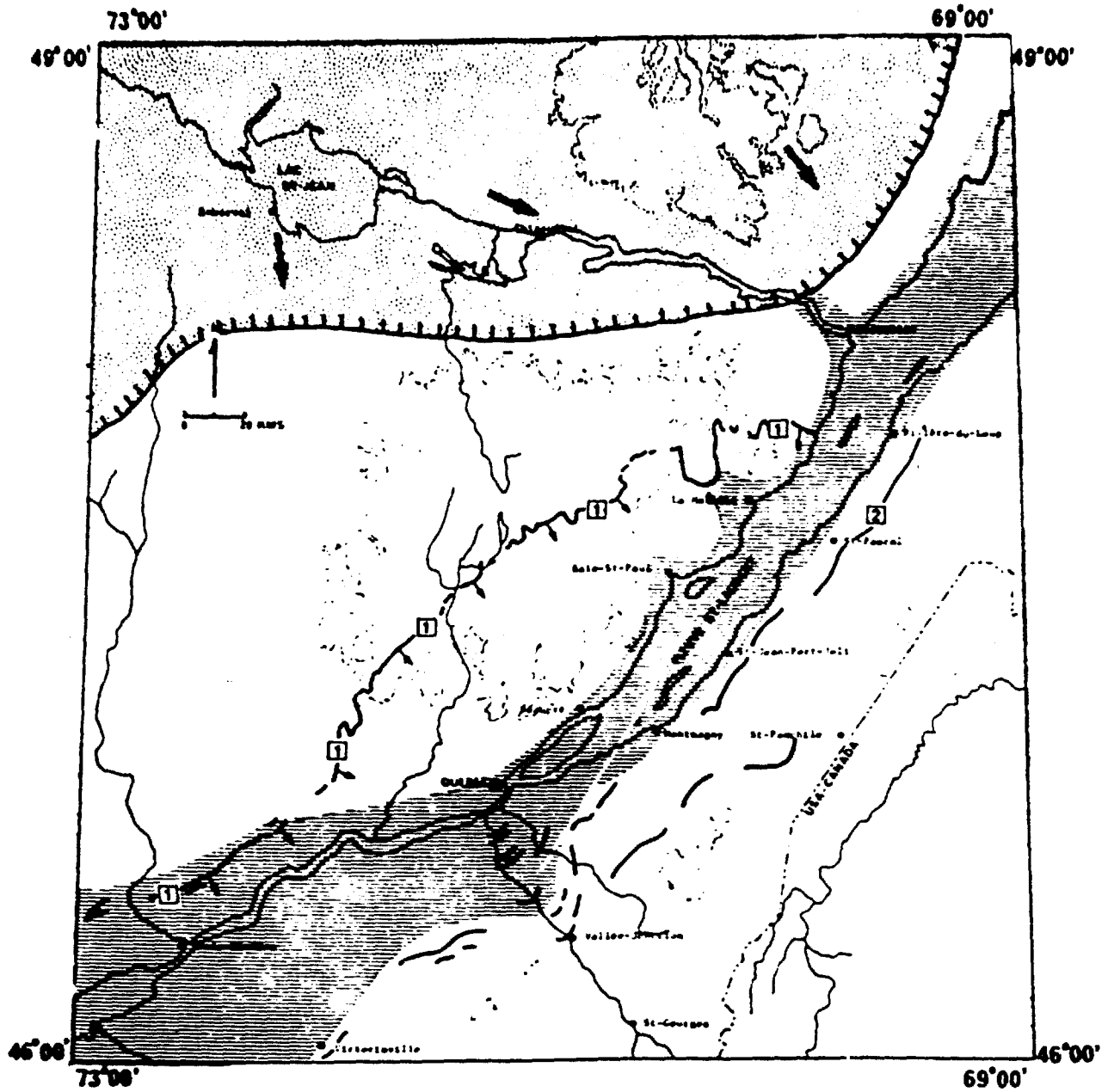


Fig.12: Position du front glaciaire circa 10 100 à 10 200 BP.

Ice frontal position circa 10 100 to 10 200 BP.

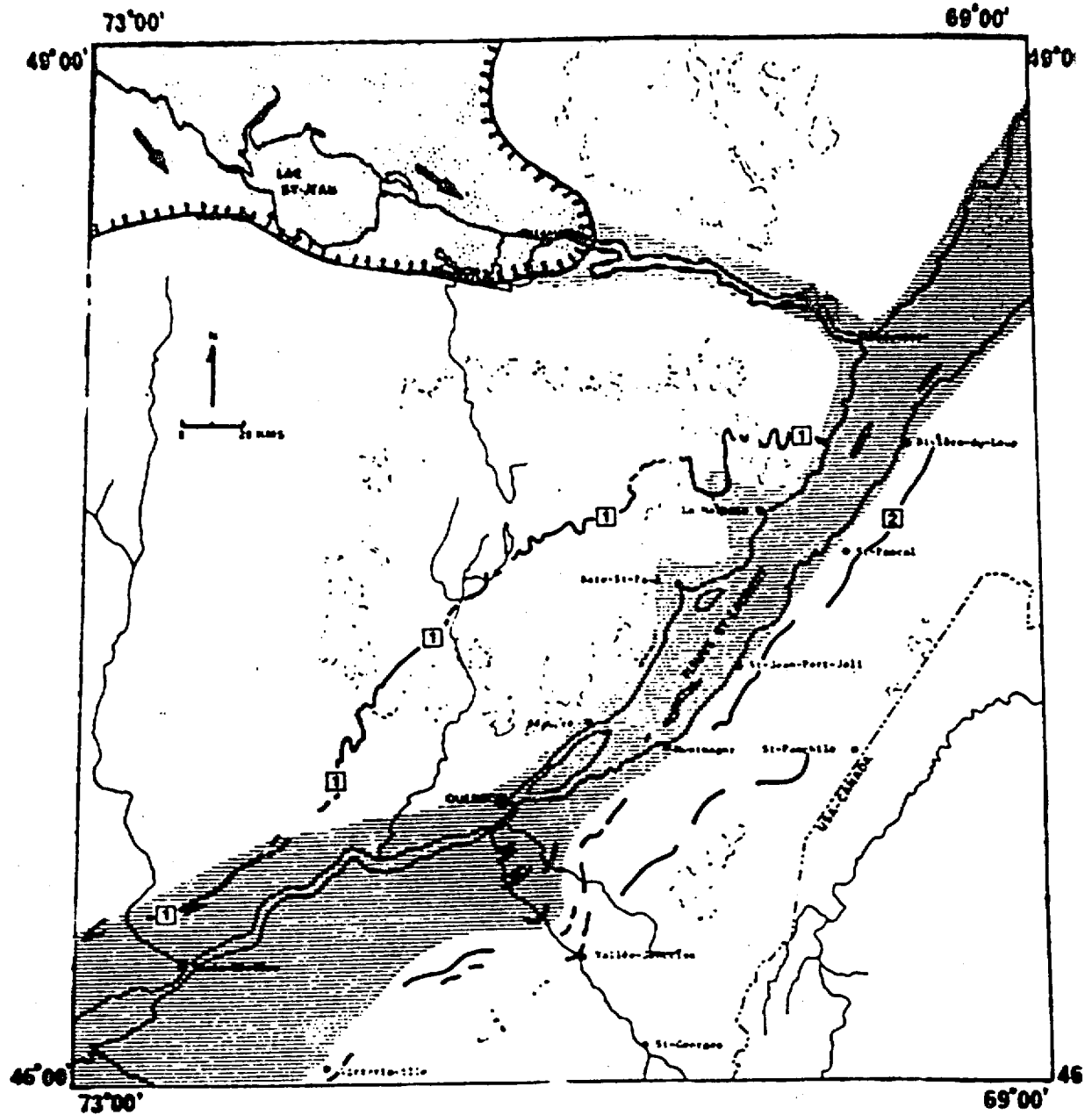


Fig. 13: Position du front glaciaire circa 10 100 BP.

Ice frontal position circa 10 100 BP.

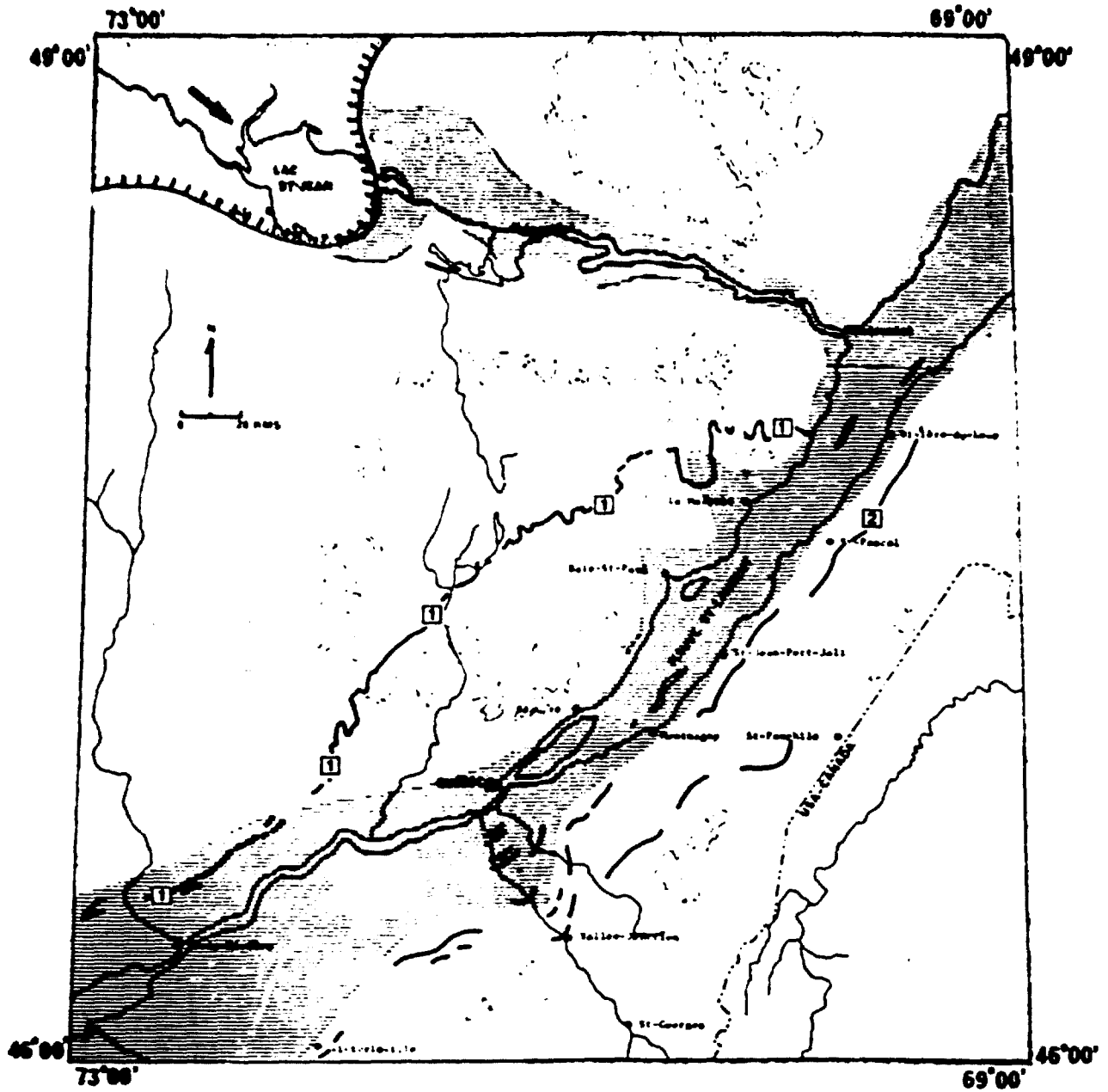


Fig. 14 : Position du front glaciaire circa 10 000 BP.

Ice frontal position circa 10 000 BP.

Nous ne faisons pas appel à une réavancée (Borns et al., 1972; Gauthier, 1975; Lortie, 1977) en regard de la mise en place du Highland Front (Gadd, 1964) pour la simple raison qu'il n'y a aucune évidence pour cette réavancée (pour le moment du moins). Le Highland Front (sensu Gadd, 1964) a donc été mis en place sous forme moraine de récession par la glace laurentidienne.

La position du front glaciaire sur la figure 8 tient compte du fait que des varves ont été observées (site 13) sous un diamicton glacio-marin à Saint-Antoine-de-Tilly. Comme il est très improbable que ces varves soient très anciennes et aient été préservées de l'érosion glaciaire dans la position où elles se trouvent aujourd'hui, il est plus facile de supposer que ces varves sont post-glaciaires et ont été mises en place pendant le retrait du glacier vers 12 500 ans BP. Les *Portlandia arctica* du diamicton n'ont pas encore été datés, leur rareté nécessitant plusieurs jours de travail pour en cueillir la quantité requise pour une datation.

A readvance (Borns et al., 1972; Gauthier, 1975; Lortie, 1977) is not called upon for the deposition of the Highland Front (Gadd, 1964) for the simple reason that there is no evidence to support this readvance (at least for the moment). The Highland Front (sensu Gadd, 1964) thus seems to have been deposited by the Laurentian ice as a recessional moraine.

The position of the glacial front on Figure 8 takes into account the fact that varves were observed (site 13) under a glacio-marine diamicton at Saint-Antoine-de-Tilly. As it is highly unlikely that these varves are very old and have been preserved from glacial erosion in the position where they are found today, it is easier to suppose that they are post-glacial and were deposited during the glacier's retreat around 12 500 years BP. The *Portlandia arctica* in the diamicton have not yet been dated, their scarcity requiring several days of work to collect enough material for dating.

Cette position du front glaciaire permet également d'expliquer l'envahissement par la mer (moraine du lac St-Charles, site 7) des Basses Terres du Saint-Laurent. De plus les *Portlandia arctica* du diamicton glacio-marin (à Saint-Antoine-de-Tilly) pourraient donner un âge plus ancien que  $12\ 400 \pm 160$  BP (GSC-1533) et permettre une réconciliation avec les dates de Richard (citées plus haut). La position du front glaciaire de la figure 9 est basée sur une date de  $11\ 600 \pm 160$  BP (GSC-1235) obtenue sur des *Mya Truncata* dans un diamicton glacio-marin à la gravière de Bon-Pasteur (site 6).

Nous arrivons maintenant à l'évènement St-Narcisse (figure 10), lequel, du moins dans le secteur de St-Raymond-de-Portneuf, a été précédé d'une activité glaciaire dans le chenal du Saint-Laurent. Comme la rive sud du Saint-Laurent à la hauteur de Québec est constituée par une falaise rocheuse, la figure 10 montre la position probable d'un lobe glaciaire, dans le chenal du Saint-Laurent, il y a environ  $11\ 000$  à  $11\ 200$  ans BP. Le lobe glaciaire pourrait être remplacé par de la glace brisée et flottante (pack-ice) et on obtiendrait probablement le même résultat. Nous maintenons

This ice-frontal position also explains the sudden invasion of the St. Lawrence Lowlands by the sea (Lake St-Charles moraine, site 7). Moreover, the *Portlandia arctica* of the glacio-marine diamicton (at Saint-Antoine-de-Tilly) might give an age greater than  $12\ 400 \pm 160$  BP (GSC-1533) and might permit a reconciliation with Richard's dates (cited above). The ice frontal limit on Figure 9 is based on a date of  $11\ 600 \pm 160$  BP (GSC-1235) obtained on shells of *Mya Truncata* in a glacio-marine diamicton at the Bon-Pasteur gravel pit (site 6).

Now we come to the Saint-Narcisse event (Figure 10) which, at least in the St-Raymond-de-Portneuf sector, was preceded by a glacial activity in the St.Lawrence channel. As the south side of the St.Lawrence, opposite Québec City, consists of a rocky cliff, Figure 10 shows the probable position of a glacial lobe in the St.Lawrence channel about  $11\ 000$  to  $11\ 200$  years ago BP. The glacial lobe might be replaced by broken and floating ice (pack-ice) and one would probably obtain the same result. However, it is maintained that there was some sort of glacial activity in the channel opposite Québec City around  $11\ 000$  BP which was

cependant qu'il y a eu une activité glaciaire quelconque dans le chenal à la hauteur de Québec, vers 11 000 BP, qui a été assez intense pour permettre l'incorporation (site 12, photos 30, 31, 33) du till régional (Gentilly) dans le glacio-marin de l'évènement Saint-Nicolas (annexe V). De plus, c'est toujours *Salix hameri* (sauf à Pont-Rouge, où d'autres espèces sont présentes) qui forme la faune. Il fournit des âges radiocarbone de 11 100 ± 160 BP (GSC-1232), 11 200 ± 160 (GSC-1295) et 11 200 ± 170 GSC-1476. A Saint-Nicolas des plis recouchés et des plans de cisaillement dans le sud-est de la gravière suggèrent que la partie nord-ouest du dépôt a été protégée de l'action glaciaire par un éperon rocheux. Cet évènement (Saint-Nicolas) est probablement présent dans la vallée de la rivière du Gouffre (Poulin, 1977) puisqu'on y a délimité un lobe glaciaire qui semble être contemporain à l'évènement Saint-Nicolas. Aucune datation n'en a cependant été faite.

La moraine de Saint-Narcisse (figure 11) a été édiflée après l'évènement de Saint-Nicolas, au moins la partie située dans la région de Saint-Raymond. Il est probable que la position du front

intense enough to permit the incorporation (site 12, photos 30, 31, 33) of regional till (Gentilly) into the glacio-marine of the Saint-Nicolas event (Appendix V). Moreover, it is always *Salix hameri* (except at Pont-Rouge, where other species are present) which is present. This provides radiocarbon ages of 11 100 ± 160 BP (GSC-1232), 11 200 ± 160 (GSC-1295 and 11 200 ± 170 (GSC-1476). At Saint-Nicolas recumbent folds and shear planes in the southeast part of the gravel pit suggest that the northwest segment of the deposit was protected from glacial action by a rock spur. This event (Saint-Nicolas) is probably present in the Gouffre River valley (Poulin, 1977). The lobation in this valley was identified and reported by Poulin (1977) and seems to be equivalent to the Saint-Nicolas event. However, no dating has been made.

After the Saint-Nicolas event, the Saint-Narcisse moraine (Figure 11) was built, at least the section situated in the Saint-Raymond area. It seems probable that the position of the glacial front during the Saint-Nicolas

glaciaire pendant l'événement de Saint-Nicolas devait être à peu près la même que lors de la mise en place de la moraine de Saint-Narcisse puisqu'on ne connaît pas d'évidence de réavancée importante ailleurs, sauf à la rivière du Gouffre (Poulin, 1977). L'événement Saint-Narcisse se situe donc chronologiquement dans l'intervalle Greatlakean d'Evenson *et al.* (1976).

Les schémas de déglaciation couvrent le territoire jusqu'au lac Saint-Jean, à la position de la "halte" de Métabetchouane (fig. 12, 13, 14). Il n'a pas été démontré que cette halte est due à un événement climatique. Il est normal que le front glaciaire, tracé au bord de la dépression importante représentée par les basses terres du lac Saint-Jean, ait connu un moment d'hésitation dans son retrait. De plus, l'escarpement qui, au sud de ces basses terres, suit la rive sud du lac Kénogami, a contrôlé le drainage glaciaire.

La difficulté, et nous la reconnaissons volontiers, c'est de faire se séparer la masse glaciaire en calottes sud et nord,

event would have been about the same as that of the Saint-Narcisse moraine, as there is no evidence of an important readvance elsewhere (except at the Gouffre river (Poulin, 1977)). The Saint-Narcisse event is therefore chronologically placed in the Greatlakean interval of Evenson *et al.* (1976).

The deglaciation diagrams cover the ground up to Lake St-Jean lowlands, at the site of the Métabetchouane "halt" (Fig. 12, 13, 14). It has not been shown that this halt was due to a climatic event. It would seem normal that the glacial front, positioned on the edge of the large depression represented by the Lake St-Jean lowlands, had a moment of pause in its retreat. Moreover, the escarpment which, to the south of these lowlands, follows the south shore of Lake Kénogami, controlled the glacial drainage.

The difficulty, and it is readily recognized, lies in separating the glacial mass into north and south caps, on the solid ground

sur la terre ferme et non dans le fleuve. On peut suggérer que ce phénomène a été causé non seulement par l'escarpement qui sépare les hautes terres appalachiennes des Basses Terres du Saint-Laurent mais aussi par la plus grande épaisseur de glace du côté nord de la zone de séparation, là où se trouvait la masse principale de l'inlandsis (la plus épaisse et la plus active). Le chenal du fleuve Saint-Laurent compte plusieurs hauts fonds (île d'Orléans et autres îlots) qui suggèrent que la glace fut plus influencée par l'escarpement que par le chenal du fleuve.

Nous reconnaissons qu'il y a eu des baies dans l'inlandsis, mais que cette phase de déglaciation pour la région immédiatement à l'est de Québec a pris place après la déposition du Highland Front (*sensu stricto*, Gadd, 1964).

#### HISTOIRE POST-GLACIAIRE ET RECENTE

Le relèvement isostatique s'est poursuivi après l'événement Saint-Marcisse. Il existe des indices à l'effet que les eaux marines avaient déjà commencé à se

and not in the river. One may suggest that this phenomenon occurred not only because of the escarpment that separates the Appalachian highlands from St. Lawrence Lowlands but also because of the greater ice thickness on the north side of the separation zone where the principal mass of Inlandsis was located (the thickest and the most active). The channel of the St. Lawrence river includes many shoals (Ile d'Orléans and other small islands) which suggest that the ice was influenced more by the escarpment than by the river channel.

We recognize that there were bays in the inlandis but that this phase of deglaciation for the area immediately east of Québec took place after the deposition of the Highland Front (*sensu stricto*, Gadd, 1964).

#### POST-GLACIAL AND RECENT HISTORY

The isostatic rebound continued after the Saint-Marcisse event. There are indications that the marine waters had already started to withdraw west of Québec

retirer à l'ouest de Québec il y a plus de 9700 années BP. En effet, des coquillages d'*Elliptio complanatus*\* trouvés dans le matériel de contact glaciaire remanié suggèrent que l'eau était déjà douce, du moins en surface, à cette époque (GSC-1976, 9730 ± 140 BP). On peut suggérer ici que cet épisode correspond probablement au lac Lampsilis dont l'existence a été postulée par Elson (1962).

Enfin, l'âge des sédiments organiques de la rivière Saint-Charles (QU-5, bois, 5000 ± 170 BP) suggère que le niveau du fleuve était, à ce moment, passé en dessous de la position de la présente ligne de contour de 15 m.

#### REMERCIEMENTS

Pierre Gilbert, David Cliche, Philippe Poulin, Léon Hardy, Yvan Tremblay, Robert Denis, J.C. Dubé, C. Gauthier, G. Lortie et D. Goulet ont participé à la cartographie des

---

\* Identifié par A.H. Clark pour W. Blake Jr. (1972). Pour l'écologie de cette espèce des unionidae, voir La Rocque (1967, pp. 170-172).

City more than 9700 years ago BP. Indeed, the shells of *Elliptio complanatus*\* found in the reworked in ice-contact drift suggest that the water was already fresh, at least superficially, at that time (GSC-1976, 9730 ± 140 BP). One might suggest here that this episode probably corresponds to Lake Lampsilis, the existence of which was postulated by Elson (1962).

Finally, the age of the organic sediments of the Saint-Charles river (QU-5, wood, 5500 ± 170 BP) suggests that the river level was, at that moment, below the position of the present 15 meter contour line.

#### ACKNOWLEDGMENTS

Pierre Gilbert, David Cliche, Philippe Poulin, Léon Hardy, Yvan Tremblay, Robert Denis, J.C. Dubé, C. Gauthier, G. Lortie and Denis Goulet participated in the mapping of the loose sediments of

---

\* Identified by A.H. Clarke for W. Blake Jr. (1972). For the ecology of this species of the unionidae, see La Rocque (1967, pp. 170-172).

sediments meubles de la région de Québec laquelle a débuté en 1969. Des discussions avec J.A. Elson et N.R. Gadd ont permis de clarifier certaines de nos idées. Nous aimerions remercier W. Blake Jr. et la Commission géologique du Canada pour les datations au radiocarbone effectuées au cours des années sur du matériel provenant de divers endroits de la province de Québec, plus particulièrement de la région de la ville de Québec. Enfin, R.J. Mott a identifié des morceaux de bois soumis à la Commission géologique du Canada pour fin de datation au radiocarbone.

the Québec area, which began in 1969. Discussions with J.A. Elson, N.R. Gadd clarified certain ideas expressed in this report. Thanks are due to W. Blake Jr. and the Geological Survey of Canada for the radiocarbon datings made over the years on material coming from different regions of Québec and more particularly from the Québec City area. Finally, R.J. Mott has kindly identified pieces of wood submitted to the Geological Survey of Canada for  $^{14}\text{C}$  dating.

#### REFERENCES

- ALLARD, G.-O. - CIMON,  
1974 *Minimal Pleistocene glaciation in the Cribougamau area, Quebec; Geol. Ass. Canada: 1974 Meeting Prog., St. John's, Newfoundland, p. 1, abstract.*
- BIRKELAND, P.W.  
1974 *Pedology, weathering and geomorphological research; New York, Oxford Univ. Press., 285 p., p. 175.*
- BORNS, H.W. - DENTON, G.H.  
1972 *Port Huron readvance in Eastern North America (?): Geol. Soc. Am.; 1972 Meeting Prog., Minneapolis, p. 455, abstract.*
- BORNS, H.W.  
1963 *Preliminary report on the age and distribution of the late Pleistocene ice in North Central Maine: Am. Jour. Sci., v. 261, pp. 738-730.*
- BOULTON, G.H.  
1971 *Till genesis and fabric in Svalbard, Spitsbergen. In Till: a symposium (Goldthwait, R.P., ed.). Ohio State Univ. Press, pp. 41-72.*
- BRADY, N.C.  
1974 *The nature and properties of soils; New York, MacMillan, 639 p.*

- CHALMERS, R.  
1898 *Report on the surface geology and auriferous deposits of southeastern Quebec; Geol. Surv. Canada; Ann. Rep., part J, v. X; 160 p., map.*
- CIMON, J.  
1969 *Minéralogie de l'argile de Château-Richer; thèse de maîtrise, Univ. Laval.*
- DREIMANIS, A.  
1976 *Progress report on late Pleistocene stratigraphy of southeastern Canada. In report no 3 I.U.G.S. - UNESCO International Geol. Correlation Program (D.G. Easterbrook et V. Sibrava eds.), Prague, pp. 240-249.*
- ELSON, J.A. - ELSON, J.B.  
1959 *Phases of the Champlain Sea indicated by littoral mollusks; Geol. Soc. Am. Bull., v. 70, p. 1596, abstract.*
- ELSON, J.A.  
1962 *Pleistocene geology between Montreal and Covey Hill. In New England Intercollegiate Geological Conf. Guide Book: Montreal Meeting (T.H. Clark, ed.), pp. 61-66 .*  
1969 *Late Quaternary marine submergence of Québec; Rev. Geog. Montréal, v. 23, pp. 247-258.*
- EVENSON, E.B. - DREIMANIS, A.  
1976 *History of the Great Lakes region and possible correlation. In report No. 3, I.U.G.S. - UNESCO International Geol. Correlation Program (D.G. Easterbrook et V. Sibrava, eds.), Prague, pp. 217-239.*
- EVENSON, E.B. - FARRAND, W.R. - ESCHMAN, D.F. - MICKELSON, D.M. - MALER, J.L.  
1976 *Greatlakean substage: A replacement for Valderan substage in the Lake Michigan Basin; Quat. Res., v. 6, pp. 411-424.*
- GADD, N.R. *Moraines in the Appalachian Region of Quebec; Geological Society of America Bulletin, volume 75, number 12, pages 1249-1254.*  
1964
- GADD, N.R. - McDONALD, B.C. - SHILTS, W.W.  
1971 *Deglaciation of southern Quebec; Geol. Surv. Canada, paper 71-47, 19 p., map.*
- GAUTHIER, R.C.  
1975 *Déglaciation d'un secteur des rivières Chaudière et Etchemin, Québec; thèse de maîtrise, Univ. McGill, 169 p.*
- GILLESPIE, J.E. - PROTZ, R.  
1969 *Evidence for the residual character of the soils, one on granite, the other on limestone in Peterborough County, Ontario; Can. Jour. Earth Sci., v. 6, No. 5, pp. 1217-1225.*

- GOLDTHWAIT, J.W. - KRUGER, F.C.  
1938 *Weathered rock in and under the drift in New Hampshire; Geol. Soc. Am. Bull., v. 49, pp. 1183-1198.*
- GOLDTHWAIT, J.W.  
1911 *The twenty-foot terraces and sea cliff of the Lower St. Lawrence; Am. Jour. Sci., v. 32, pp. 291-317.*
- 1913 *Quebec and vicinity: physiographical notes. In Guidebook No. 1; Excursion in eastern Quebec and the maritimes provinces. Geol. Surv. Canada, pp. 48-51.*
- HARRISON, W.  
1958 *Marginal zones of vanished glaciers reconstructed from the pre-consolidation-pressure values of overridden silts; Jour. Geol., v. 66, pp. 72-95.*
- JAHN, A.  
1975 *Problems of the Periglacial Zone; PWN- Polish Scientific Publishers, Warsaw, 188 p., 116 plates.*
- KARROW, P.F. - CLARK, J.R. - TERASMAE, J.  
1962 *The age of Lake Iroquois and Lake Ontario; Jour. Geol., v. 69, pp. 659-667.*
- KARROW, P.F.  
1959 *Grondines map-area, Quebec; surficial geology; Geol. Surv. Canada, map 54-1959, marginal notes.*
- KERR, P.F.  
1930 *Kaolinite from a Brooklyn subway tunnel; Am. Mineralogist, vol. 15, No. 4, pp. 144-158.*
- LAROCQUE, A.  
1967 *Pleistocene mollusca of Ohio: Dept. Nat. Res., State of Ohio, Bull. 62, part 2, 356 p., 8 plates.*
- LASALLE, P. - MARTINEAU, G. - CHAUVIN, L.  
1977(a) *Dépôts morainiques et stries glaciaires dans la région de Beauce - Monts Notre-Dame - Parc des Laurentides / Morainic deposits and glacial striae in Beauce - Notre-Dame Mountains - Laurentide Park area; Ministère des Richesses naturelles, Québec; DPV-515.*
- LASALLE, P. - STEERE, W.C. - MARTINEAU, G. - CHAUVIN, L.  
1977(b) *A Bryophyte bed at Vallée-Jonction, Québec; article en préparation.*

- LASALLE, P. - MARTINEAU, G. - CHAUVIN, L.  
1976 *Géologie des sédiments meubles d'une partie de la Beauce et du Bas St-Laurent*; Min. Rich. nat. Québec; DPV-438, 13 p.  
2 cartes.
- LASALLE, P. - ELSON, J.A.  
1975 *Emplacement of the St-Narcisse Moraine as a climatic event in Eastern Canada*; Quaternary Res., v. 5, pp. 621-625.
- LASALLE, P. - LEDOUX, R.  
1975 *An autochthonous lateritic soil profile near Quebec City, P.Q., Canada*; GSA-GAC Meeting, Waterloo, abstract.
- LASALLE, P.  
1974 *Excursion to the residual soil of Charlesbourg, P.Q.*; Notes prepared for members of the Canadian Society of Soil Science, Québec City meeting, manuscript.
- 1973 *Preliminary report on the Quaternary geology near Quebec City*; Geol. Soc. Am., Northeastern Sect. Meeting Prog., Allentown, Penn., p. 197, abstract.
- LASALLE, P. - HARDY, L. - POULIN, P.  
1972 *Une position du front glaciaire au nord et au nord-est de la ville de Québec*; Min. Rich. nat. Québec, S-135.
- LORTIE, G.  
1977 *Les écoulements intermédiaires glaciaires wisconsinien dans les Cantons de l'Est et la Beauce, Québec*; thèse de maîtrise, univ. McGill, 200 p., cartes.
- MAIGNIEN, R.  
1966 *Review of research on laterites*; UNESCO Nat. Res. Research, IV, 148 p.
- MCDONALD, B.C. - SHILTS, W.W.  
1971 *Quaternary stratigraphy and events in Southeastern Quebec*; Geol. Soc. Am., v. 82, pp. 683-698.
- MOTT, R.J.  
1968 *A radiocarbon-dated marine algal bed of the Champlain Sea episode near Ottawa, Ontario*; Can. Jour. Earth Sci., v. 5, p. 319-324.
- PERRY, E.A.  
1974 *Diagenesis and K-Ar dating of shales and clay minerals*; Geol. Soc. Am. Bull., v. 85, pp. 827-830.

- POULIN, P.  
1977 *Le complexe morainique de Saint-Narcisse dans le secteur de la rivière Malbaie: interprétation paléoclimatique par l'analyse pollinique; thèse de maîtrise, Dept. Geologie, Univ. Laval, 83 p., 2 cartes.*
- RICHARD, S.H.  
1975 *Surficial geology mapping: Ottawa Valley Lowlands; Geol. Surv. Canada, Paper 75-1B, pp. 113-118.*
- RUST, B.R.  
1977 *Mass flow deposits in a Quaternary succession near Ottawa, Canada: diagnostic criteria for subaqueous outwash; Can. Jour. Earth Sci., v. 14, pp. 175-184.*
- RUTHERFORD, G.K. - CHURCHWARD, M.H.  
1975 *The properties and origin of an apparently deeply weathered soil profile near Gould Lake, Ontario; Can. Jour. Earth Sci., v. 12, pp. 580-588.*
- RUTHERFORD, G.K. - HUGHES, J.C.  
1974 *To use of micromorphology in detecting the Gould Lake paleosol in southeastern Ontario, Canada. In Soil Microscopy (G.K. Rutherford, ed.) - The Limestone Press, Kingston, pp. 589-596.*
- SAMSON, C. - BARRETTE, L. - LASALLE, P. - FORTIER, J.  
1977 *Quebec radiocarbon measurements I: Radiocarbon; Am. Jour. Science, v. 19, pp. 96-100.*
- TERASMAE, J.  
1965 *Surficial geology of the Cornwall and St. Lawrence Seaway Project areas, Ontario; Geol. Surv. Canada, Bull 121, map 1175A.*
- WASHBURN, A.L.  
1973 *Peri-glacial processes and environments; Edward Arnold, London, 320 p.*

## ANNEXE I / APPENDIX I

### OXISOL DE CHARLESBOURG

### CHARLESBOURG OXISOL

La description qui suit a été faite par G. Bourbeau, professeur à la faculté d'Agriculture de l'Université Laval pour les membres de l'Association Canadienne des Sciences du Sol.

The description that follows was made by Gérard Bourbeau, professor with the faculty of Agriculture at Laval University for the benefit of members of the Canadian Soil Science Association

Sol profondément altéré (plus de 6 mètres). Les matériaux sont plutôt perturbés en surface par des débris de déblayage de la carrière.

Soil deeply altered (more than 6 meters). Materials rather disturbed close to the surface by stripping operations in the quarry.

Sable limoneux et loameux, avec teneur en argile appréciable au toucher (10Y R 3/1).

0-15 cm  
(Ah)

Silty to loamy sand with appreciable clay content (10Y R 3/1).

Sable grossier avec quelques galets; lâche; contact abrupt avec le sol ancien sous-jacent; accumulation de matière organique et de revêtements d'argile jaune et brune. (2.5Y R 4/4).

15-45 cm  
(B)

Coarse sand with some pebbles; abrupt contact with ancient underlying soil; accumulation of organic matter; brown and yellow coatings of clay. (2.5Y R 4/4).

Horizon de transition. Loam argileux micacé (5Y R 5/6); fond matriciel contenant de très nombreux micas jaunes et d'autres minéraux; structure laminée ici et là avec des micas jaunes et argile brune interstratifiés; enduits d'argile (2.5 Y R 6/4) dans de petits canaux très fins.

45-60 cm  
(Bc)

Transitional horizon. Micaceous clayey loam (5Y R 5/6); matrix containing numerous yellow micas and dark minerals; laminated structures here and there with yellow micas and brown clays interstratified; clay coatings (2.5Y R 6/4) in very small fine channels.

Loam argileux, apparence de pseudo limon; saprolite lité accompagné de plinthite; lits horizontaux à inclinés

60-105 cm  
(Cl)

Clayey loam with silty appearance; bedded saprolite, with plinthite beds from horizontal to inclined (5Y R 5/8-4/8) with

ANNEXE I (FIN)

(5Y R 5/8 - 4/8) avec lits plus clairs (2.5Y 8/4) et quelques lits minces foncés (10Y R 4/6); les couleurs dominantes sont 2.5 Y R. Certains lits sont 10R 4/6 exceptionnellement; plus ils sont rouges, plus ils sont argileux.

Zone de transition, litée avec dominance de gris (10Y R 6/3 - 6/4) et jaune (7.5Y R 5/8); certains lits sont plus grossiers avec quartz et micas, d'autres sont gris foncé (10Y R 5/2 - 5/3) et plus argileux et micacés; les lits argileux sont gris (2.5Y 8/2) et plus pâles.

Saprolite grise avec lits ondulés en forme synclinal; les lits sont parfois contortionnés mais demeurent parallèles; certains lits sont de couleur gris foncé; évidence d'effondrements par endroits; les structures de la saprolite ressemblent à celles de la monzonite-mangérite affleurant à quelque 100 mètres du site.

APPENDIX I (END)

lighter beds (2.5 Y 8/4) with some darker thinner beds (10Y R 4/6). The predominant colors are 2.5 Y R. Some beds are exceptionally 10R 4/6; the redder they are, the more clayey they are.

105-150 cm (C2) Transition zone; bedded with dominance of gray (10Y R 6/3 - 6/4) and yellow (7.5Y R 5/8); some beds are coarser with quartz and micas; others are dark gray (10Y R 5/2 - 5/3) and more clayey and micaceous; clayey beds are gray (2.5Y 8/2) and lighter.

150 cm + (C3) Gray saprolite with undulated bedding in the form of a syncline; beds are sometimes contorted but remain parallel; some beds are dark gray; evidence of subsidence in places; structures of the saprolite resemble in general those of the monzonite-mangérite outcropping locally at about 100 m from the site.

ANNEXE II / APPENDIX II

MICRO-FOSSILES DE LA MER GOLDTHWAIT/GOLDTHWAIT SEA MICROFOSSILS  
(Identification par T.M. Cronin, Museum of Comparative Zoology, Harvard University)

POINTE-AUX-ORIGNAUX

FORAMINIFERA

<i>Elphidium excavatum</i> Terquem forma <i>clavata</i> Cushman	<i>Triloculina</i> cf. <i>T. trihedra</i> Loeblich and Tappan
<i>Islandiella helenae</i> Feyling-Hanssen and Buzas	<i>Virgulina</i> cf. <i>V. concava</i> Høglund <i>Virgulina loeblichi</i> Feyling-Hanssen
<i>Islandiella islandica</i> Norvang	<i>Trifarina fluens</i> (Todd)
<i>Cassidulina crassa</i> d'Orbigny	<i>Cibicides lobatulus</i> (Walker and Jacob)
<i>Guttulina lactea</i> (Walker and Jacob)	<i>Eponides</i> cf. <i>E. isabellensis</i> (d'Orbigny)
<i>Protelphidium orbiculare</i> (Brady)	<i>Fissurina</i> cf. <i>F. ventricosa</i> (Wiesner)
<i>Astrononion gallawayi</i> Loeblich and Tappan	<i>Fissurina</i> cf. <i>F. semimarginata</i> (Reuss)
<i>Pateoris hauerinoides</i> (Rhumbler)	1 diatomé non identifié

OSTRACODA

<i>Palmanella limicola</i> (Norman)	<i>Cytheropteron</i> sp. A
<i>Callistocythere ? cluthae</i> (Brady, Crosskey & Robertson)	<i>Cytheropteron</i> sp. B

PONT-ROUGE

FORAMINIFERA

<i>Elphidium excavatum</i> forma <i>clavata</i> Cushman	<i>Cassidulina crassa</i> d'Orbigny
<i>Elphidium incertum</i> (Williamson)	<i>Pateoris hauerinoides</i> (Rhumbler)
<i>Elphidium subarticum</i> Cushman	<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linne)
<i>Elphidium albiumbilicatum</i> (Weiss)	

OSTRACODA

<i>Heterocyprideis sorbyana</i> (Jones)	<i>Eucytheridea braddi</i> (Norman)
<i>Eucytheridea punctillata</i> (Brady)	<i>Cytheropteron latissimum</i> (Norman)
<i>Eucytheridea macrolaminata</i> (Elofson)	

POINTE SAINT-NICOLAS

FORAMINIFERA

<i>Elphidium excavatum</i> Terquem forma <i>clavata</i> Cushman ( <i>Cibicides</i> <i>lobatulus</i> ) (Walker and Jacob)	<i>Cassidulina crassa</i> d'Orbigny <i>Islandiella helenae</i> Feyling-Hanssen and Buzas
<i>Astrononion gallawayi</i> Loeblich and and Tappan	<i>Islandiella islandica</i> Norvang

ANNEXE III / APPENDIX III

MOUSSES DE LA COUPE  
DE BEAUPORT (SITE 2)

MOSSSES OF THE BEAUPORT  
SECTION (SITE 2)

Les mousses, à partir de 76 préparations, ont été identifiées par le Dr. Marran Kuc, autrefois de la Commission géologique du Canada. La moitié des spécimens n'ont pas été identifiés à cause de difficultés taxonomiques. Ces espèces ne poussent probablement plus au Canada et appartiennent à des flores méridionales plus anciennes.

The mosses were identified by Dr Marran Kuc, formerly with the Geological Survey of Canada, from 76 preparations. Nearly half the specimens were not identified due to taxonomical difficulties. These species most probably do not grow now in Canada and belong to southern older flora.

1. *Eurhynchium* sp. sec. *Swartzii*.

Habitat: Forêt, sec. Specimens bien conservés

Dry, forested habitats. Well preserved.

2. *Ceratodon purpureus*.

Cosmopolites. Polyedaphic

Cosmopolit. Polyedaphic.

3. *Pogonatum alpinum*.

Arctique-alpin. Pan-continental. Mousse fréquente.

Arctic-alpine. Pan-continental. Common moss.

4. *Polytrichum juniperium*

Pan-continental. Endroits secs, souvent en forêt.

Pan-continental. Dry places, often in forest.

5. *Polytrichum* sp.

6. *Anomodon* sp.

Surface rocheuse et terrain rocailleux. Des études taxonomiques plus poussées sont nécessaire.

On rocks and rocky ground. It needs more taxonomical studies.

7. *Wniobryum wahlonbergi*.

Holarctique, pan-continental. Habitats variés; presque une mousse polyedaphique. Specimens quasi intacts.

Holarctic-Pan-continental. Differentiated habitats near polyedaphic moss. Nearly whole specimens.

8. *Pohlia* sp.

Plusieurs types. Quelques spécimens parfaitement conservés.

Several types. Some of them perfectly preserved.

ANNEXE III (SUITE)

9. *Amphidium* sp.

Surface rocheuse ou terrain rocaill-  
leux. Arctique-alpin.

10. *Tortula* sp. of *ruralis*.

Habitats secs, holarctiques.

11. *Drepanocladus revolvens*.

Tourbières holarctiques.

12. *Drepanocladus exannulatus*.

Pan-continentale. Tourbières, milieux  
aquatiques, ruisseaux. Spécimens bien  
conservés.

13. *Drepanocladus* sp.

14. *Aulacomnium palustre*.

Tourbières holarctiques.

15. *Aulacomnium* p. var. *imbricatum*

Arctique-alpin. Tourbières

16. *Aulacomnium lungidum*.

Arctique-alpin. Toundra: habitats  
secs et mésiques.

17. *Racomitrium sudeticum*.

Arctique-alpin. Surface rocheuse,  
ruisseaux, toundra.

18. *Racomitrium* sp.

19. *Bartramia ithyphylla*.

Holarctique, distribution étendue.  
Terrain dénudé, toundra et forêts.

20. *Ditrichum flexicaule*.

Holarctique, sec, ouvert, terrain  
rocailleux.

21. *Calliergon* sp. cf. *sarmentosum*.

Arctique-alpin. Toundra: ruisseaux,  
tourbières, milieux aquatiques.

APPENDIX III (CONT'D)

Rocky soil or rocks. Alpine-  
arctic.

Holarctic, dry habitats.

Holarctic bogs.

Pan-continentale. Bogs, water  
bodies, streams. Well preserved.

Holarctic bogs.

Alpine-arctic. Bogs.

Alpine-arctic. Tundra: mesic and  
dry growths.

Alpine-arctic. Rocks, streams  
tundra.

Holarctic, wide-ranging. Bare  
grounds, tundra and forests.

Holarctic, dry, open, rocky soils.

Arctic-alpine. Tundra: streams,  
bogs, water.

ANNEXE III (FIN)

22. *Calliergon* sp.

23. *Hygrohypnum* sp.

24. *Sphagnum* sp.

Deux types. Tourbières

25. *Philonotis fontana* (sensu lato)

Tourbières holarctiques, ruis-  
seaux, tundra: humide et mésique.

26. *Thuidium* sp.

Des études taxonomiques plus pous-  
sées sont nécessaires.

27. *Pottiaceae*.

28. *Amblystegiaceae*.

29. *Brachytheciaceae*.

30. *Bryum* sp.

31. Autres spécimens présents identifia-  
bles nécessitant des études taxonomiques  
plus poussées.

Du point de vue taxonomique et  
écologique, le matériel est hétérogène.  
Des plantes de niches écologiques et de  
groupes taxonomiques complètement diffé-  
rents se retrouvent ensembles. Tous les  
fragments montrent des marques d'usure,  
ce qui suggère un court transport par  
l'eau. Fragments et débris de plantes  
qui poussent dans des endroits secs (les  
spécimens entiers sont rares). Les élé-  
ments géographiques - arctique-alpin,  
tundra, forêts, régions pan-continetales  
ouvertes- suggèrent une grande ancienneté  
pour cette flore qui est caractéristique  
des époques Pliocène-Pléistocène. Des  
éléments plus jeunes ont peut-être été  
introduits. Ce matériel mérite un examen  
plus approfondi et devrait faire l'objet  
d'une publication séparée. Les caracté-  
ristiques les plus intéressantes de cette  
flore sont ces mousses qui ne poussent  
probablement plus au Canada.

APPENDIX III (END)

Two types. Bogs.

Holarctic bogs, streams, tundra:  
wet and mesic.

It needs more taxonomical studies.

Other specimens, determinable,  
need more taxonomical studies.

Taxonomically and ecologically  
heterogeneous deposit. Plants of entirely  
different habitats and taxonomic groups.  
All fragments have destruction charac-  
teristics for a short water transport.  
Fragments and parts (rare are  
nearly whole specimens) of plants species  
growing on dry plains. Geographic ele-  
ments: arctic-alpine, tundra, forests,  
open pan-continental regions show the  
old age of the flora, which is character-  
istic for so called Pliocene-Pleistocene  
materials. In them younger and intro-  
duced fossils are possible. The mater-  
ial is worthy of a larger examination  
and a separate publication. The most  
interesting features are fossils of  
mosses which most probably do not grow  
now in Canada.

ANNEXE IV / APPENDIX IV

MOUSSES DE VALLEE-JONCTION  
(SITE 14)

Les mousses ont été identifiées par le Dr. W.C. Steers, du Jardin botanique de New York, à partir d'une collection de 116 spécimens. Les spécimens sont bien conservés et montrent très peu de traces d'usure.

MOSSSES OF VALLEE-JONCTION  
(SITE 14)

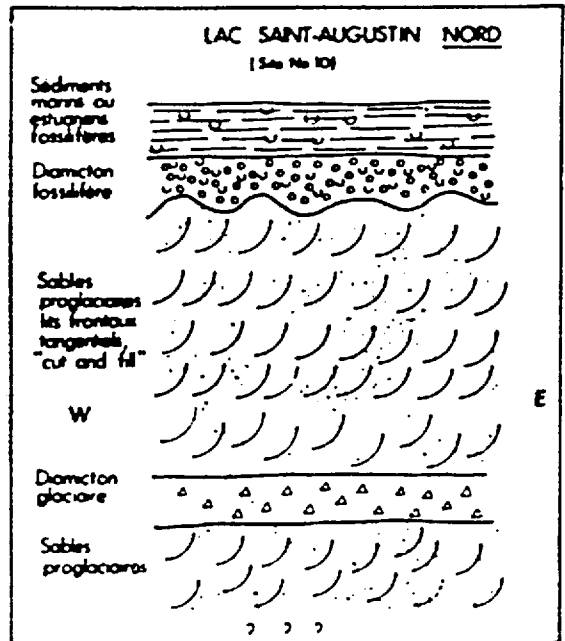
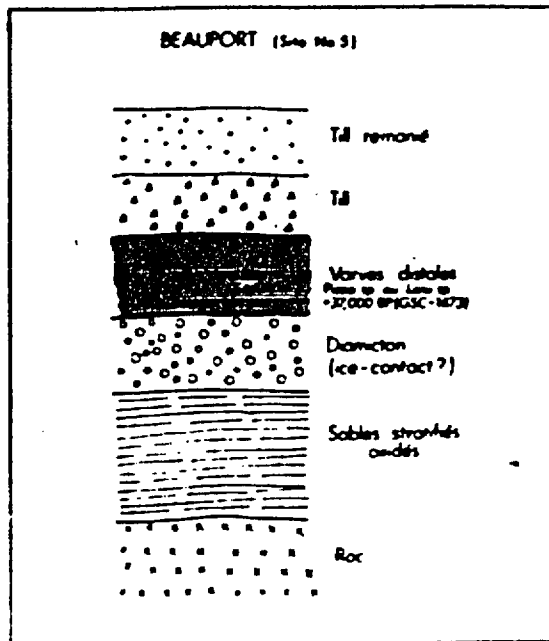
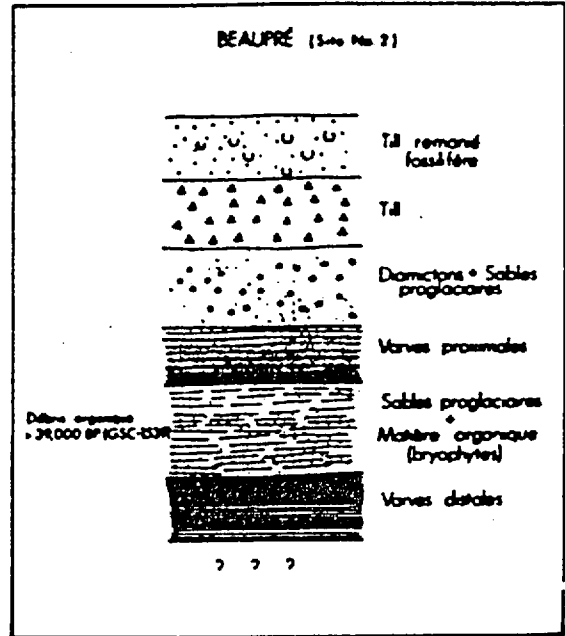
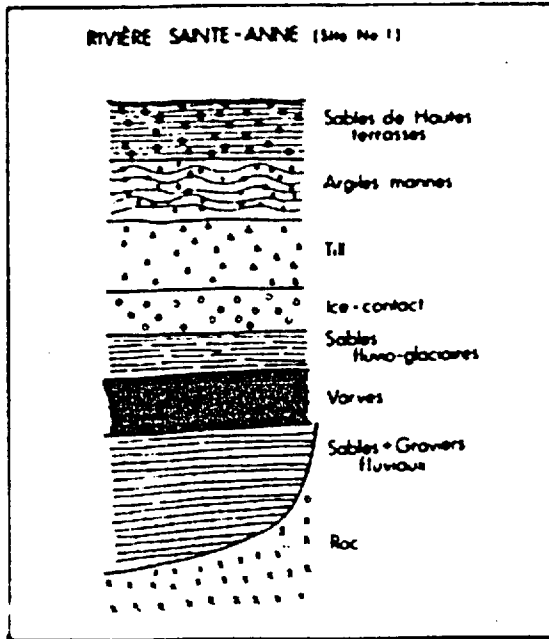
The species of mosses present were identified by W.C. Steers, of the New York Botanical Garden, from a collection of 116 separate specimens. The specimens seem to be well preserved with little evidence of wear.

<i>Racomitrium canescens</i> var. <i>ericoides</i>	11	9.4%
<i>Aulacomnium turgidum</i>	31	26.7
<i>Drepanocladus revolvens</i>	1	0.8
<i>Aulacomnium palustre</i>	36	3.1
<i>Drepanocladus fluitans</i>	1	0.8
<i>Distichium capillaceum</i>	4	3.4
<i>Polytrichastrum alpinum</i> var.	10	8.6
<i>Dicranum</i> sp.	2	1.7
<i>Didymodon asprifolius</i>	8	6.8
<i>Campylium stellatum</i>	2	1.7
<i>Ditrichum flexicaule</i>	3	2.5
<i>Hypnum</i> sp.	3	2.5
<i>Aulacomnium acuminatum</i>	3	2.5
<i>Campylium stellatum</i>	1	0.8
	<hr/>	<hr/>
	116	99.2%

ANNEXE V / APPENDIX V

COUPES COMPOSITES HYPOTHETIQUES  
(sites 1, 2, 5, 10, 11, 12)

COMPOSITES HYPOTHETICAL SECTIONS  
(sites 1, 2, 5, 10, 11, 12)



ANNEXE V (SUITE) / APPENDIX V (CONT'D)

