

Article

« L'Argile de La Pérade : nouvelle unité marine antérieure au Wisconsinien supérieur, vallée du Saint-Laurent, Québec »

Pierre Ferland et Serge Occhietti

Géographie physique et Quaternaire, vol. 44, n° 2, 1990, p. 159-172.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/032815ar>

DOI: 10.7202/032815ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : info@erudit.org

L'ARGILE DE LA PÉRADE: NOUVELLE UNITÉ MARINE ANTÉRIEURE AU WISCONSINIEN SUPÉRIEUR, VALLÉE DU SAINT-LAURENT, QUÉBEC*

Pierre FERLAND et Serge OCCHIETTI, respectivement Département des sciences de la Terre et Département de géographie et GÉOTOP, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, succursale A, Montréal, Québec H3C 3P8.

RÉSUMÉ L'Argile de La Pérade témoigne d'un nouvel épisode marin dans la vallée du Saint-Laurent, antérieur à l'Interstade de Saint-Pierre. Le nom de Mer de Cartier est formellement proposé pour désigner cette transgression marine. La nouvelle unité marine a été identifiée sur deux ensembles de sites, au nord et au sud du Saint-Laurent. À Sainte-Anne-de-la-Pérade, l'argile contient une faune variée: des spicules de Démosponges de la famille des Stellettidae; des foraminifères benthiques (*Elphidium clavatum* Cushman et *Elphidium incertum* (Williamson)); des ostracodes marins (entre autres, *Sarsicytheridae punctillata* (Brady) et *Heterocyprideis sorbyana* (Jones), et des coquilles (*Nucula* sp.). Une datation au ¹⁴C obtenue par accélérateur sur des fragments de coquilles a donné un âge > 35 590 BP (Beta-28404, ETH-4737). À Saint-Pierre-les-Becquets, seuls des spicules de Démosponges ont été trouvés dans l'Argile de La Pérade. Cette nouvelle unité marine est observée jusqu'à 22 m d'altitude, ce qui indique une mer postglaciaire résultant d'un enfoncement glacio-isostatique de la vallée du Saint-Laurent. Les caractéristiques sédimentologiques et fauniques de ce sédiment ancien laissent croire que l'invasion marine de la Mer de Cartier a été de moindre envergure que celle de la Mer de Champlain survenue à la fin du Wisconsinien supérieur. À Sainte-Anne-de-la-Pérade, deux tills d'âge non connu précèdent l'Argile de La Pérade. Les Sédiments de Saint-Pierre tronquent l'Argile de La Pérade aux deux sites. Selon l'âge attribué à ces sédiments fluviaux, l'épisode de la Mer de Cartier peut dater théoriquement de la transition Illinoien-Sangamonien (stade isotopique 6/5), mais date plutôt, d'après le contexte, de la fin de l'un des stades isotopiques froids du Sangamonien *sensu lato* (5d ou 5b) ou du Wisconsinien inférieur (stade 4/3).

ABSTRACT *The La Pérade Clay: a new marine unit older than Late Wisconsinan, St. Lawrence Valley, Québec.* The La Pérade marine Clay provides the evidence for a new marine episode assigned to the Cartier Sea in the St. Lawrence Valley, prior to the St. Pierre Interval. This new marine unit has been discovered on two groups of sites located on both sides of the St. Lawrence River. At Sainte-Anne-de-la-Pérade, the marine clay contains a varied fauna: Demosponge spicules of the Stellettidae family; benthic foraminifera (*Elphidium clavatum* Cushman and *Elphidium incertum* (Williamson)); marine ostracoda, particularly *Sarsicytheridae punctillata* (Brady) and *Heterocyprideis sorbyana* (Jones), and *Nucula* sp. shells. An accelerator radiocarbon date on *Nucula* shells provides an age >35 590 years BP (Beta-28404, ETH-4737) for this new marine episode. At Saint-Pierre-les-Becquets, only Demosponge spicules have been found in the La Pérade Clay. The new marine unit outcrops up to 22 m a.s.l. and can be attributed to a postglacial isostatic sea. The Cartier Sea invasion was apparently less extensive than the Champlain Sea invasion, as inferred from sedimentological and faunal data. At Sainte-Anne-de-la-Pérade, the La Pérade Clay overlies two separate and undated till layers. The St. Pierre Sediments are inset into the La Pérade marine Clay at both groups of sites. According to the age assigned to these fluvial sediments, the Cartier Sea episode could date from the Illinoian-Sangamonian transition (isotopic stage 6/5) but it is more likely equivalent to the end of one of the cold isotopic stages during the Sangamonian *sensu lato* (5d or 5b) or the Early Wisconsinan (4/3).

ZUSAMMENFASSUNG *Der Ton von La Pérade, neue dem höheren Wisconsinium vorausgehende Marine Einheit, Sankt Lorenz-Tal, Québec.* Der Ton von La Pérade legt Zeugnis ab über eine neue marine Episode im Sankt Lorenz-Tal vor dem Interstadial von Saint-Pierre. Der Name Meer von Cartier wird ausdrücklich für die Bezeichnung dieser marinen Transgression vorgeschlagen. Die neue marine Einheit ist an zwei Gruppen von Plätzen im Norden und im Süden des Sankt Lorenz identifiziert worden. Bei Sainte-Anne-de-La-Pérade enthält der Ton eine verschiedenartige Fauna. Eine durch Beschleuniger gewonnene ¹⁴C-Datierung auf Muschelfragmenten hat ein Alter von > 35 590 v.u.Z. (Beta-28404, ETH-47 37) ergeben. Bei Saint-Pierre-les-Becquets wurden nur Teile von Demospongi gefunden im Ton von La Pérade. Diese neue marine Einheit ist bis zu einer Höhe von 22 m beobachtet worden, was auf ein postglaziales Meer, das durch glazio-isostatische Einsenkung des Sankt Lorenz-Tals entstanden ist, hinweist. Die sedimentologischen und faunistischen Charakteristika dieses alten Sediments führen zu der Annahme, dass die marine Invasion des Meeres von Cartier nicht so bedeutend war wie diejenige des Meeres von Champlain, die am Ende des höheren Wisconsiniums aufgetreten ist. Bei Sainte-Anne-de-La-Pérade gehen zwei Till unbekanntes Alters dem Ton von La Pérade voraus. Die Sedimente von Saint-Pierre stumpfen den Ton von La Pérade an beiden Plätzen ab. Entsprechend dem Alter, das man diesen Flusssedimenten gibt, kann die Episode des Meeres von Cartier theoretisch aus dem Übergang vom Illinoium zum Sangamonium stammen (isotopisches Stadium 5/6), stammt aber dem Kontext zufolge eher vom Ende der kalten isotopischen Stadien des Sangamoniums *sensu lato* (5d oder 5b) oder aus dem unteren Wisconsinium (Stadium 4/3).

* Contribution du 6^e Congrès de l'Association québécoise pour l'étude du Quaternaire, sous la direction de Bernard Hétu
Manuscrit reçu le 22 décembre 1988; manuscrit révisé accepté le 27 novembre 1989

INTRODUCTION

Entre 14 000 BP et 9500 BP, l'enfoncement glacio-isostatique de l'est du Canada, combiné au retrait glaciaire, a permis l'invasion par les eaux de l'Atlantique de la vallée du Saint-Laurent jusque dans la région de Petawawa, le long de la rivière des Outaouais (Gadd, 1963, 1971; Elson, 1969; Hillaire-Marcel, 1977, 1979; Rodrigues, 1987; Parent et Occhietti, 1988). Cette invasion marine postglaciaire de la fin du Wisconsinien est attestée par les sédiments de la Mer de Goldthwait en aval de Québec et par les sédiments de la Mer de Champlain dans la haute et moyenne vallée du Saint-Laurent. Jusqu'à présent, aucune autre formation marine antérieure à cette phase de transgression n'avait été identifiée dans cette région.

Dans le cadre de l'étude systématique de la stratigraphie du Quaternaire de la vallée du Saint-Laurent, de nouveaux dépôts marins, antérieurs aux Sédiments de Saint-Pierre, ont été découverts dans deux ensembles de sites localisés de part et d'autre du fleuve, à 11 km de distance (fig. 1). Le premier ensemble est localisé sur la rive nord, près de Sainte-Anne-de-la-Pérade. Le second est situé sur la rive sud, près de Saint-Pierre-les-Becquets. Cet article met en évidence la position stratigraphique de cette nouvelle unité marine et les corrélations stratigraphiques, sédimentologiques et paléontologiques existant entre ces deux sites. Une description détaillée des coupes principales est présentée ainsi qu'une discussion préliminaire des implications paléoenvironnementales et chronostratigraphiques de ce nouvel épisode marin.

Le nom «Argile de La Pérade» est formellement proposé pour désigner cette nouvelle unité marine, identifiée pour la première fois à Sainte-Anne-de-la-Pérade. Le nom «Mer de Cartier» est également formellement proposé pour désigner

cette transgression marine en l'honneur du navigateur français Jacques Cartier, premier explorateur européen de la vallée du Saint-Laurent.

STRATIGRAPHIE DU SITE DE SAINTE-ANNE-DE-LA-PÉRADE

Le site de Sainte-Anne-de-la-Pérade est localisé à 4 km à l'est de Sainte-Anne-de-la-Pérade, 40 km en aval de Trois-Rivières, sur la rive nord du Saint-Laurent (fig. 1). Les coupes principales sont situées au nord de la route 138, à environ 1 km du fleuve, sur le talus d'une butte témoin orientée ONO-ESE et dont l'altitude maximale est de 54 m (fig. 2). Sept coupes sont décrites le long de ce talus sur une distance de 1,06 km (fig. 3). La séquence des dépôts quaternaires de Sainte-Anne-de-la-Pérade comprend 14 unités (fig. 4). Six d'entre elles, dont deux couches de till, précèdent l'Argile de La Pérade.

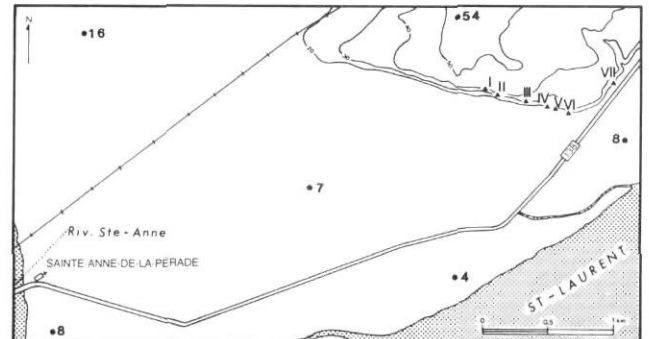


FIGURE 2. Localisation des coupes I, II, III, IV, V, VI et VII de Sainte-Anne-de-la-Pérade.

Location of sections I, II, III, IV, V, VI and VII at Sainte-Anne-de-la-Pérade.

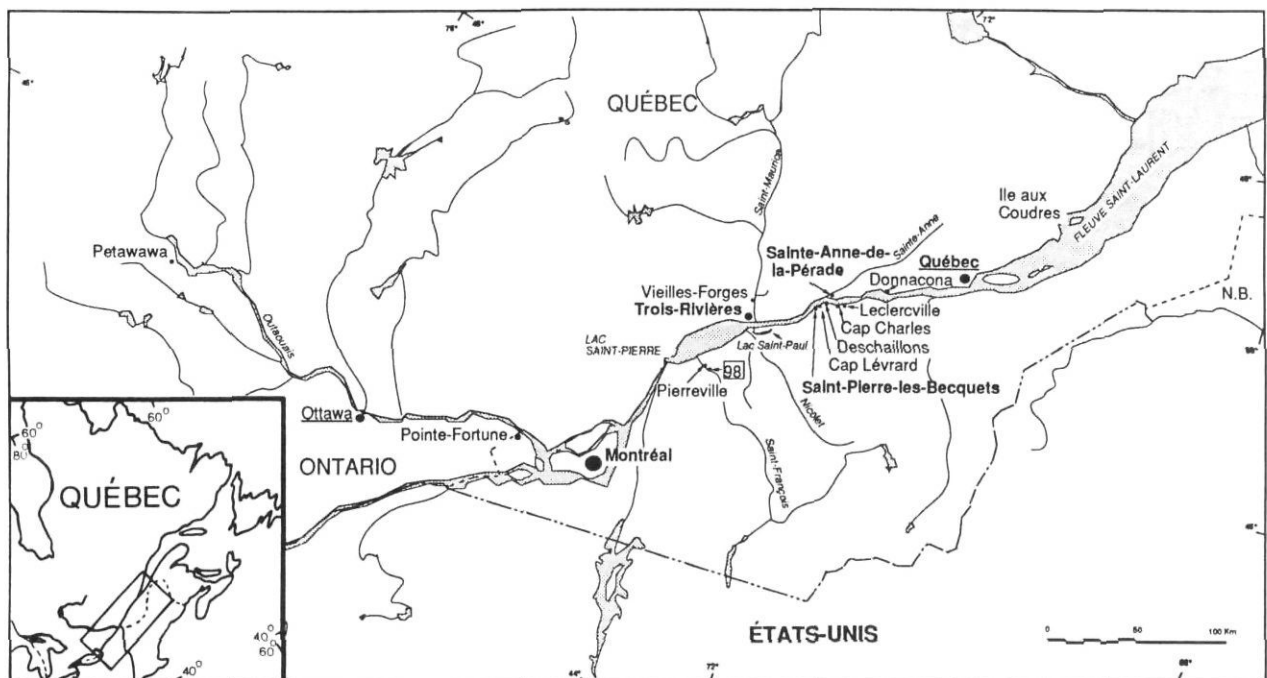


FIGURE 1. Localisation des principaux sites mentionnés dans le texte.

Location of the main sites referred to in the text.

UNITÉS ANTÉRIEURES À L'ARGILE DE LA PÉRADE

Unité A

Observée dans les coupes IV, V et VII (fig. 3) à l'aide d'une rétrocaveuse, l'unité A est représentée par un till sableux (tabl. I) dont l'épaisseur minimale est de 3,5 m dans la coupe VII (fig. 3).

Unité B

Observée également à l'aide d'une rétrocaveuse dans les coupes II, V, VI et VII (fig. 3), l'unité B est composée de varves gris rosé (tabl. I) renfermant des concrétions carbonatées. Ce dépôt glacio-lacustre repose en conformité sur le till inférieur (unité A) et son épaisseur minimale est de 4,4 m dans la coupe VII (fig. 3).

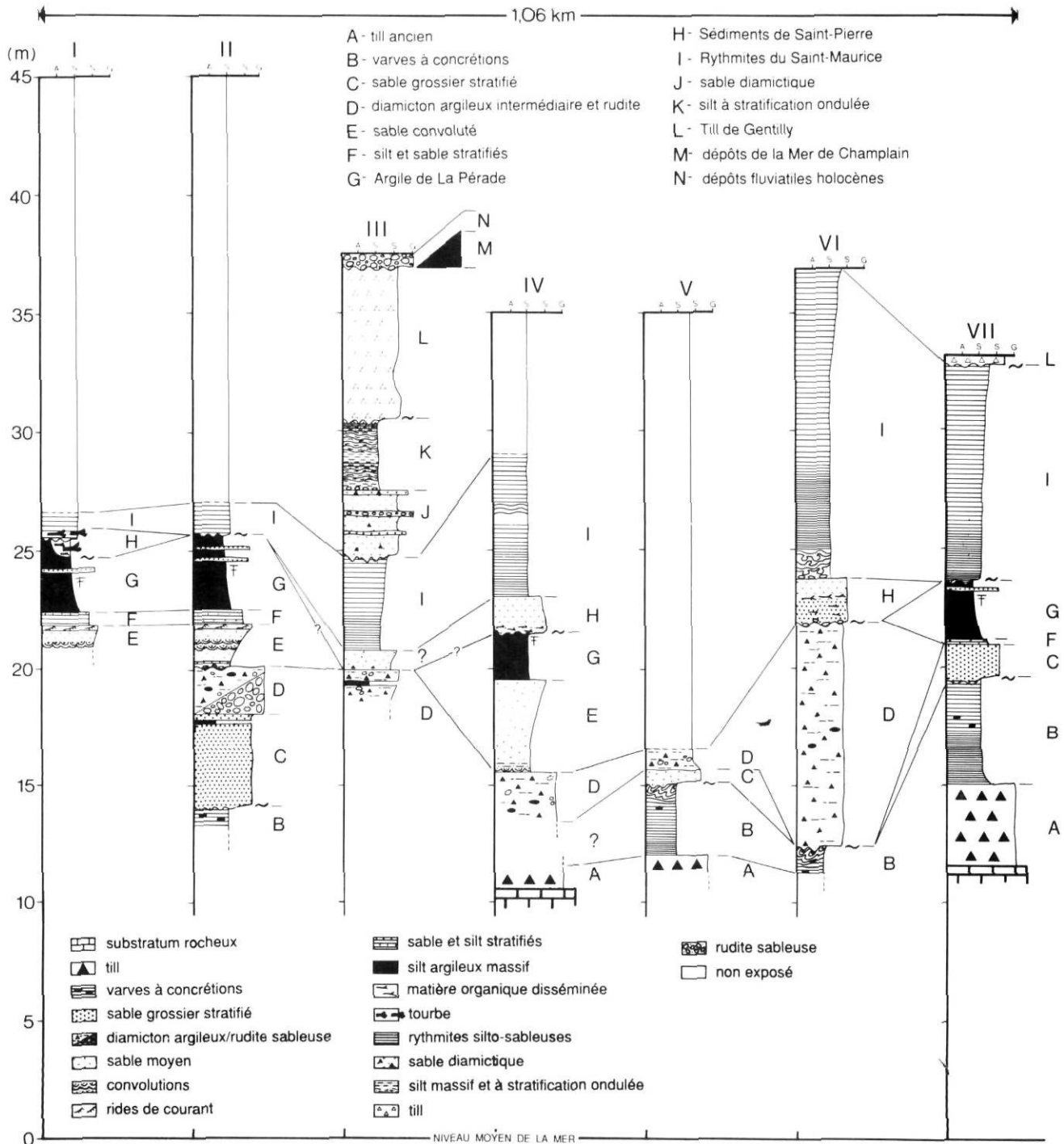


FIGURE 3. Corrélation entre les coupes I, II, III, IV, V, VI et VII de Sainte-Anne-de-la-Pérade (A = argile; S = silt; S = sable; G = gravier).

Stratigraphic correlations between sections I, II, III, IV, V, VI and VII at Sainte-Anne-de-la-Pérade (A = clay; S = silt; S = sand; G = gravel).

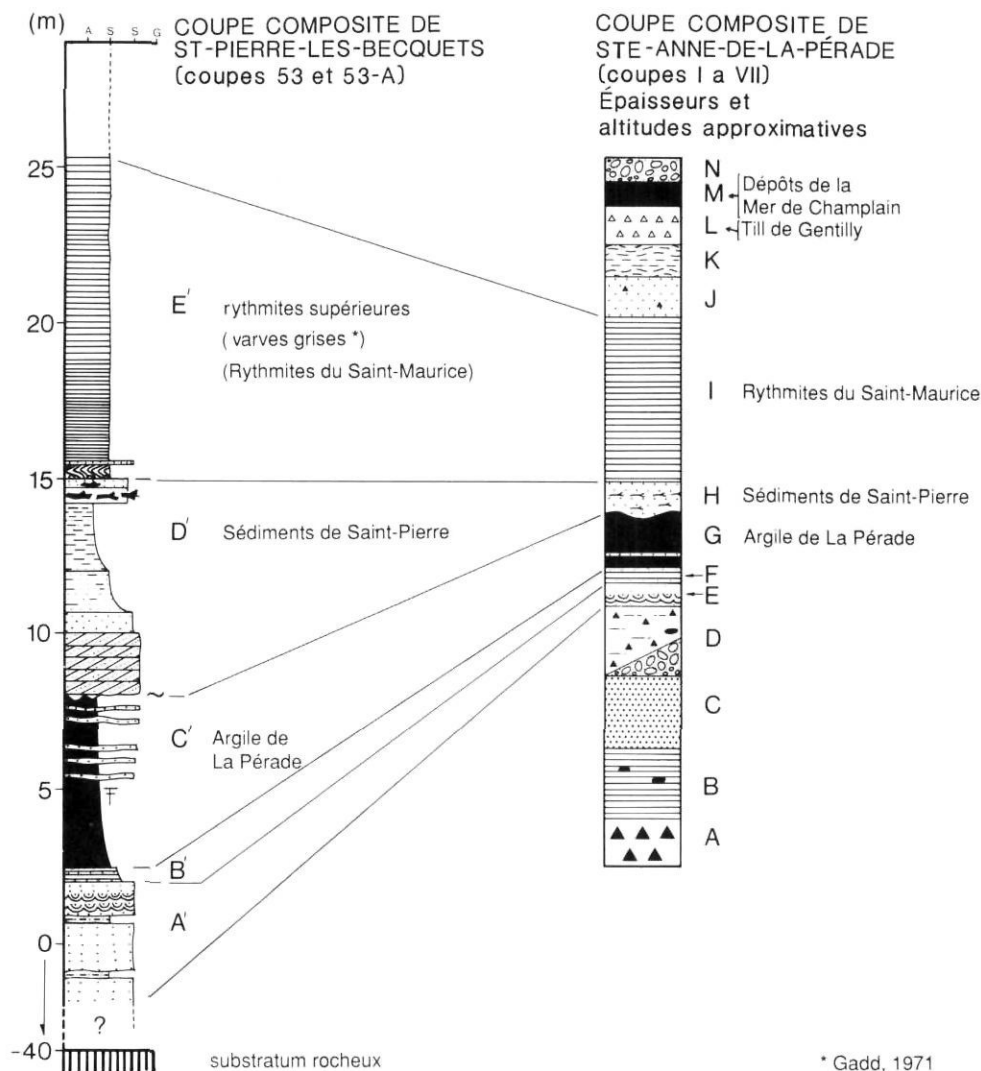


FIGURE 4. Corrélations stratigraphiques proposées entre les dépôts quaternaires de Saint-Pierre-les-Becquets (coupes 53 et 53-A) et de Sainte-Anne-de-la-Pérade (coupes I à VII); la légende graphique est la même que celle de la figure 3.

Stratigraphic correlation of the units at Saint-Pierre-les-Becquets (sections 53 and 53-A) and at Sainte-Anne-de-la-Pérade (sections I to VII); same graphical legend as for figure 3.

Unité C

L'unité C affleure sur les coupes II, V et VII. Elle est formée de sable stratifié moyen à grossier (tabl. I). Ce sable tronque les varves sous-jacentes (unité B) et son épaisseur minimale est de 4 m dans la coupe II (fig. 3).

Unité D

L'unité D affleure sur les coupes II et VI et fut observée à l'aide d'une rétrocaveuse dans les coupes III, IV et V (fig. 3). Elle est représentée par un complexe glaciaire composé: i) d'une rudite inférieure gravelo-sableuse de 2 m d'épaisseur (tabl. I), présente dans la coupe II seulement (fig. 3), et ii) d'un diamicton argileux brun rougeâtre observé dans les coupes II, III, IV, V et VI (tabl. I). L'épaisseur minimale du diamicton est de 9,55 m dans la coupe VI (fig. 3).

Unité E

L'unité E affleure sur les coupes I et II et fut observée à l'aide d'une rétrocaveuse dans la coupe IV (fig. 3). Elle est représentée par un sable fin à moyen, massif et convoluto (tabl. I). L'épaisseur minimale de cette unité sableuse est de 4 m dans la coupe IV (fig. 3).

Unité F

L'unité F affleure sur les coupes I, II et VII (fig. 3). Elle est composée de sable et silt brunâtres finement stratifiés (fig. 5, fig. 3 et tabl. I). L'épaisseur minimale de cette unité est de 55 cm dans les coupes I et II (fig. 3).

UNITÉ G: L'ARGILE DE LA PÉRADE

L'Argile de La Pérade (unité G) est présente dans les coupes I, II, IV et VII (fig. 3) mais c'est dans la coupe II qu'elle est la mieux représentée. C'est pourquoi la coupe II de Sainte-Anne-de-la-Pérade (NTS 31 1/9; 46°35'08"N, 72°09'26"W) est formellement proposée pour représenter le stratotype de l'Argile de La Pérade.

Cette nouvelle unité marine repose en conformité sur les sables et silts finement stratifiés de l'unité F (coupes I, II et VII, fig. 3). La partie inférieure de ce sédiment marin est composée de silt argileux gris bleuté (2.5 YR 5/0), massif et non carbonaté, dans lequel on observe la présence de sulfures sous forme de nombreuses taches noirâtres (fig. 6). Des cailloux précambriens centimétriques sont disséminés dans cette partie de l'unité. Des laminations de sable fin jaunâtre et oxydé appa-

* Gadd, 1971

TABLEAU I

Description des unités lithostratigraphiques antérieures à l'Argile de La Pérade, coupes I à VII, Sainte-Anne-de-la-Pérade

UNITÉS	DESCRIPTION
F	Sable et silt finement stratifiés, brunâtres, légèrement oxydés et non carbonatés; les laminations sont de l'ordre de 1 cm.
E	Dans la coupe II, un train de rides de courant de 2 cm d'amplitude caractérise le contact supérieur de cette unité sableuse qui comprend, de haut en bas; <ul style="list-style-type: none"> — 30 cm de sable moyen jaunâtre, massif, non carbonaté, contenant des cailloux précambriens centimétriques disséminés. — 90 cm de sable fin brun à convolutes, non carbonaté. — 10 cm de sable moyen brunâtre, massif, non carbonaté. — 20 cm de laminations silto-sableuses; les couplets ont une épaisseur de 2 mm.
D	ii) Diamicton argileux brun rougeâtre, localement discontinu, caillouteux, zoné et faiblement carbonaté; dans les coupes II et VI, un pavage de galets caractérise le contact entre l'unité D et l'unité sus-jacente; dans la coupe II, des concrétions carbonatées discoïdales aux contours irréguliers, de couleur rosée, ainsi que des fragments de rythmites argileuses déformées, grises et rougeâtres sont inclus dans l'unité D; dans la coupe II, le contenu pollinique d'un échantillon prélevé dans l'unité D est peu abondant et dominé par <i>Betula</i> , <i>Pinus</i> et <i>Picea</i> (1966 grains/cm ³ , P. Richard, rapport écrit, 1988); dans la coupe II, le diamicton de l'unité D repose en biseau sur la rudite sous-jacente alors que dans les coupes V et VI, il tronque les varves de l'unité B. i) Rudite à matrice gravelo-sableuse de 2 m d'épaisseur, observée uniquement dans la coupe II; cette unité, sous forme de lentille, est composée principalement de galets et de blocs précambriens arrondis.
C	Sable quartzo-feldspathique moyen à grossier, jaunâtre, stratifié, non carbonaté, incluant des horizons de gravier fin (2 à 5 mm); les grains sont sub-arrondis à sub-anguleux; dans la coupe II, un lit d'argile massive, brunâtre, de 10 cm d'épaisseur, est inclus dans l'unité, à 30 cm sous le sommet.
B	Au minimum 1000 varves sablo-silteuses à la base et silto-argileuses au sommet, non carbonatées, de couleurs grise et rose; les couplets sont millimétriques à la base et centimétriques au sommet où les lits d'hiver deviennent plus épais que les lits d'été; ces varves contiennent des concrétions carbonatées discoïdales aux contours irréguliers ainsi que des cailloux et des blocs de délestage; le contenu pollinique d'un échantillon prélevé à la base de l'unité (coupe VII) est très peu abondant (430 grains/cm ³ ; P. Richard, rapport écrit, non publié).
A	Till sableux, gris brunâtre, très carbonaté, compact, massif et caillouteux; dans les coupes IV et VII, cette unité repose directement sur le substratum rocheux ordovicien.



FIGURE 5. Sable et silt finement stratifiés sous-jacents à l'Argile de La Pérade (unité F, coupe II). Sainte-Anne-de-la-Pérade.

Finely stratified sand and silt underlying the La Pérade marine Clay (unit F, section II). Sainte-Anne-de-la-Pérade.

raissent à partir de 1,50 m au-dessus du contact inférieur. Un galet de schiste rouge a été trouvé au contact supérieur du premier lit de sable, au-dessus duquel la concentration des taches noirâtres diminue, tandis que l'unité devient plus argileuse et prend une coloration verdâtre (5 Y 5/1). Une stratification diffuse, créée par la présence irrégulière de laminations sableuses, caractérise la partie supérieure de l'unité. Dans la coupe IV (fig. 3), des concrétions carbonatées ont été observées juste sous le contact supérieur de l'unité. Ces concrétions, de forme sphérique, sont munies de petites pointes à la manière des oursins (fig. 7). Elles sont de couleur grise et leur diamètre est de l'ordre de 1 cm. Au site de Sainte-Anne-de-la-Pérade, la puissance apparente maximale de cette argile marine est de 3,20 m dans la coupe II (fig. 3) et son altitude maximale est de 22 m au-dessus du niveau moyen de la mer.

Contenu fossilifère

Le caractère franchement marin de l'Argile de La Pérade est démontré par la présence de différentes espèces fauniques. L'analyse du contenu fossilifère a été effectuée essentiellement à partir d'échantillons prélevés au stratotype (coupe II, fig. 3). À 45 cm au-dessus de la base de l'Argile de La Pérade (unité G), on observe un horizon de 10 cm d'épaisseur,



FIGURE 6. Sulfures dans la partie inférieure massive de l'Argile de La Pérade (unité G, coupe II). Sainte-Anne-de-la-Pérade.

Sulfides in the lower massive part of the La Pérade marine Clay (unit G, section II). Sainte-Anne-de-la-Pérade.

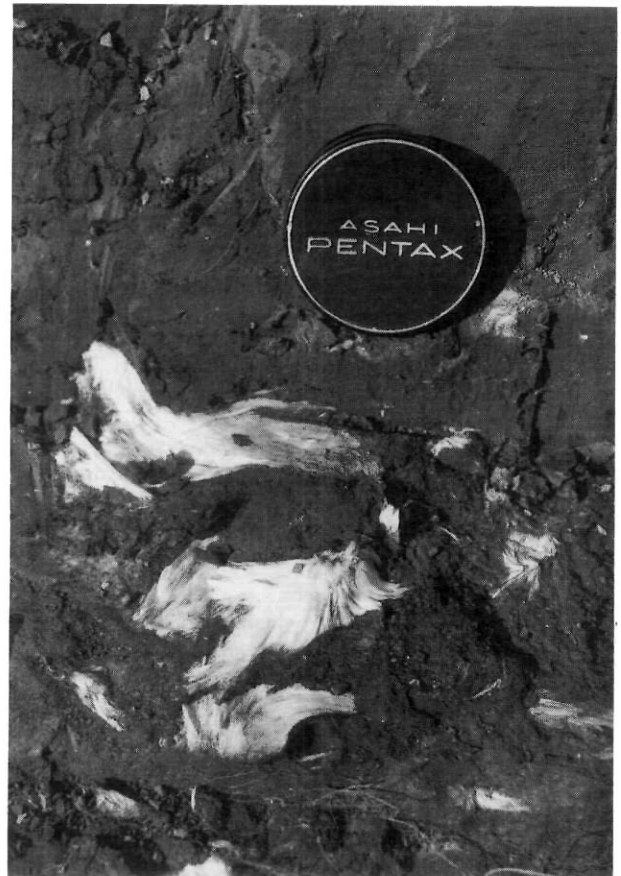


FIGURE 8. Spicules de Démospoges de la famille des Stellettidae, Carter, 1875, dans l'Argile de La Pérade (unité G, coupe II). Sainte-Anne-de-la-Pérade.

Marine Demosponge spicules (Stellettidae, Carter, 1875) from the La Pérade marine Clay (unit G, section II). Sainte-Anne-de-la-Pérade.

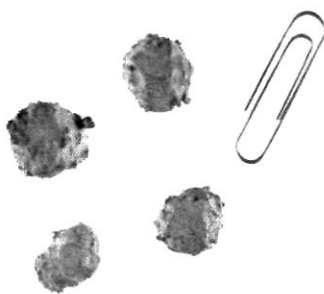


FIGURE 7. Concrétions carbonatées sphériques munies de pointes, prélevées dans l'Argile de La Pérade (unité G, coupe IV). Sainte-Anne-de-la-Pérade.

Round shaped calcareous concretions with sharp points collected from the La Pérade marine Clay (unit G, section IV). Sainte-Anne-de-la-Pérade.

caractérisé par une très grande concentration de spicules d'éponges filamenteux de couleur blanche, facilement repérables à l'œil nu (fig. 8). Ces spicules appartiennent à la classe des Démospoges de la famille des Stellettidae, Carter, 1875 (H. M. Reiswig, communication personnelle, 1988). La disposition circulaire de certains amas de spicules dans l'argile laisse supposer une conservation de la totalité des restes de quelques individus. Les spicules exposés à l'air sont relativement oxydés, alors qu'ils sont bien conservés à quelques centimètres à l'intérieur du sédiment. Une succession irrégulière d'horizons à coquilles composés exclusivement de mollusques bivalves (fig. 9) du genre *Nucula* sp. (J. Topping, comm. pers., 1988) est observée à 1,60 m au-dessus du contact inférieur.

Les valves de ces mollusques sont généralement écrasées, dissociées l'une de l'autre et partiellement dissoutes. Sous forme de minces fragments extrêmement fragiles, ces restes de coquilles sont concentrés dans quelques lits de la partie supérieure de l'unité juste au-dessus de laminations sableuses. Quelques valves complètes ont également été identifiées, disséminées dans les zones massives et argileuses du sédiment. Leur longueur ne dépasse pas 1 cm.

La microfaune marine observée jusqu'à présent dans l'Argile de La Pérade est dominée par deux espèces de foraminifères benthiques : *Elphidium clavatum* Cushman (fig. 10) et *Elphidium incertum* (Williamson) (fig. 11). Les spécimens d'*E. clavatum* Cushman sont généralement translucides et ont une teinte brun jaunâtre. Toutefois, dans la coupe VII (fig. 3), seuls des spécimens translucides incolores ont été trouvés. Le diamètre moyen de ces foraminifères est de 0,50 mm. Les spécimens d'*E. incertum* (Williamson) sont blanc opaque, leur diamètre maximal est de 0,75 mm et leur diamètre moyen est de 0,43 mm. Ces foraminifères apparaissent à 45 cm au-dessus de la base de l'unité (coupe II) et leur concentration maximale semble coïncider avec la présence de *Nucula* sp. à 1,15 m plus haut. Quatre espèces d'ostracodes ont également été trouvées

dans un échantillon prélevé à 1,30 m au-dessus de la base de l'unité, caractérisé paradoxalement par l'absence apparente de foraminifères. Jusqu'à présent, deux espèces marines ont pu être clairement identifiées: *Heterocyprideis sorbyana* (Jones) (fig. 12) et *Sarsicytheridae punctillata* (Brady) (fig. 13). L'état de conservation des ostracodes est particulièrement mauvais. Quelques-uns d'entre eux semblent avoir subi une usure très prononcée, alors que d'autres semblent avoir subi une recristallisation de leurs carbonates, ce qui rend leur identification plus aléatoire. De couleur blanc opaque, la plupart des spécimens d'ostracodes possèdent encore leurs deux valves accolées. Toutefois, *Heterocyprideis sorbyana* (Jones) est présent parfois sous forme de fragments.

UNITÉS POSTÉRIEURES À L'ARGILE DE LA PÉRADE

La position stratigraphique des différentes unités postérieures à l'Argile de La Péraide est clairement démontrée sur le site de Sainte-Anne.

Unité H: les Sédiments de Saint-Pierre

L'unité sus-jacente est bien représentée dans les coupes I et IV (fig. 3). Dans la coupe I, des fragments de tourbe déformés par des glissements récents (unité H, fig. 3) sont observés au-dessus de l'Argile de La Péraide. À quelques mètres au sud de la coupe I, deux lits organiques centimétriques sont inclus à la base de rythmites (unité I, coupe I) sus-jacentes à l'argile marine. Ces lits organiques sont composés essentiellement de mousse brunâtre et de fragments de bois centimétriques dont l'âge radiométrique est $\geq 28\ 000$ BP (UQ-1681). Dans la coupe IV, l'Argile de La Péraide est tronquée par une unité sableuse de 1,50 m d'épaisseur (unité H, fig. 3) contenant des brindilles et des petits fragments de bois aplatis, disséminés horizontalement à la base de ce sable. Toutefois, c'est dans la coupe VI (fig. 3), où l'Argile de La Péraide est absente, que cette unité sableuse est la mieux développée (unité H). Elle atteint alors une épaisseur de 1,80 m (tabl. II) et recouvre un till (unité D, fig. 3). Un âge radiométrique $\geq 32\ 000$ BP (UQ-1617) a été obtenu à partir de fragments de bois prélevés dans l'unité H de la coupe VI. Cette unité sableuse à matière organique correspond aux sédiments de même type observés au site des Vieilles-Forges (fig. 1), corrélés avec les Sédiments de Saint-Pierre tels que définis par Gadd (1971).

Unité I: les Rythmites du Saint-Maurice

Dans les coupes I, IV et VI (fig. 3), les Sédiments de Saint-Pierre sont coiffés par des rythmites grisâtres silto-sableuses devenant de plus en plus sableuses vers le sommet (unité I). Dans les coupes II et VII (fig. 3), ces mêmes rythmites reposent en discordance sur l'Argile de La Péraide. Ces rythmites supérieures sont caractérisées par des couplets dont l'épaisseur varie de 10 à 20 mm et par une stratification ondulée soulignée par la présence de nombreuses rides de courant dans les laminations sableuses (Besré et Occhietti, 1990). Elles renferment des cailloux de déléstage centimétriques dans la partie inférieure (Besré et Occhietti, 1990). L'épaisseur minimale des rythmites supérieures (unité I) a été observée dans la coupe VI (fig. 3) où elles atteignent une puissance de 13 m. Le faciès sédimentaire et la position stratigraphique des rythmites nous permettent de les corréler avec les Rythmites du Saint-Maurice

TABLEAU II

Description des Sédiments de Saint-Pierre (unité H), coupe VI, Sainte-Anne-de-La-Péraide

	Le contact supérieur est représenté par un pavage très compact de galets précambriens arrondis;
vi)	40 cm de sable moyen à grossier, verdâtre, légèrement carbonaté et très compact.
v)	25 cm de sable moyen à grossier, brunâtre, bien stratifié.
iv)	deux horizons organiques de 2 cm d'épaisseur, inclus dans des sables moyens; ces débris organiques sont composés principalement de feuilles, de graines, d'écailles de cônes et de fragments d'épinette (<i>Picea mariana</i>) ainsi que de rameaux aplatis de bouleau du genre <i>Betula glandulosa</i> (Larouche, Université de Montréal, rapport écrit, non publié); ces fragments de bois ont un âge radiométrique de ≥ 32 ka (UQ-1617); un thorax de charençon, insecte coléoptère de la famille des <i>Curculionidae</i> (Larouche, rapport écrit, non publié) a également été identifié dans les débris organiques.
iii)	30 cm de sable fin à moyen verdâtre, massif, contenant de la matière organique disséminée.
ii)	50 cm d'un mélange composé de sable grossier brunâtre massif, de gravillons et de matière organique disséminée.
i)	40 cm de gravier noirâtre massif. Le contact inférieur est représenté par une surface d'érosion soulignée par un pavage de galets précambriens.

(Besré et Occhietti, 1990) telles que définies au site des Vieilles-Forges (fig. 1).

Unités J, K, L, M et N: le complexe glaciaire du Till de Gentilly, les argiles de la Mer de Champlain et les dépôts fluviaux holocènes

Dans la coupe III (fig. 3), les Rythmites du Saint-Maurice (unité I) sont tronquées par la séquence suivante: un sable diamictique jaunâtre, massif ou légèrement stratifié de 3 m d'épaisseur (unité J) et des silts carbonatés grisâtres à stratification ondulée de 3 m d'épaisseur (unité K). Ces dépôts, apparemment associés à un environnement de marge glaciaire, sont recouverts par un till sableux, brunâtre, caillouteux et très carbonaté, d'une puissance de 6 m (unité L). Ce till est corrélié avec le Till de Gentilly qui représente le complexe glaciaire supérieur de la vallée du Saint-Laurent. Une rudite à matrice sableuse de 55 cm d'épaisseur (unité N, fig. 3) tronque le Till de Gentilly dans la coupe III et correspond apparemment à une phase fluviale holocène. Latéralement, au sommet de la butte témoin, les sédiments argileux de la Mer de Champlain (unité M, fig. 3) coiffent directement le Till de Gentilly.

STRATIGRAPHIE DU SITE DE SAINT-PIERRE-LES-BECQUETS ET CORRÉLATIONS AVEC LES UNITÉS DE SAINTE-ANNE-DE-LA-PÉRADE

Le deuxième site où affleure l'Argile de La Péraide est localisé à 2 km au sud de Saint-Pierre-les-Becquets, 180 km en aval de Montréal, sur la rive sud du Saint-Laurent (fig. 1). À cet endroit, l'Argile de La Péraide est observée de façon continue sur une distance d'au moins 450 m en bordure du fleuve.

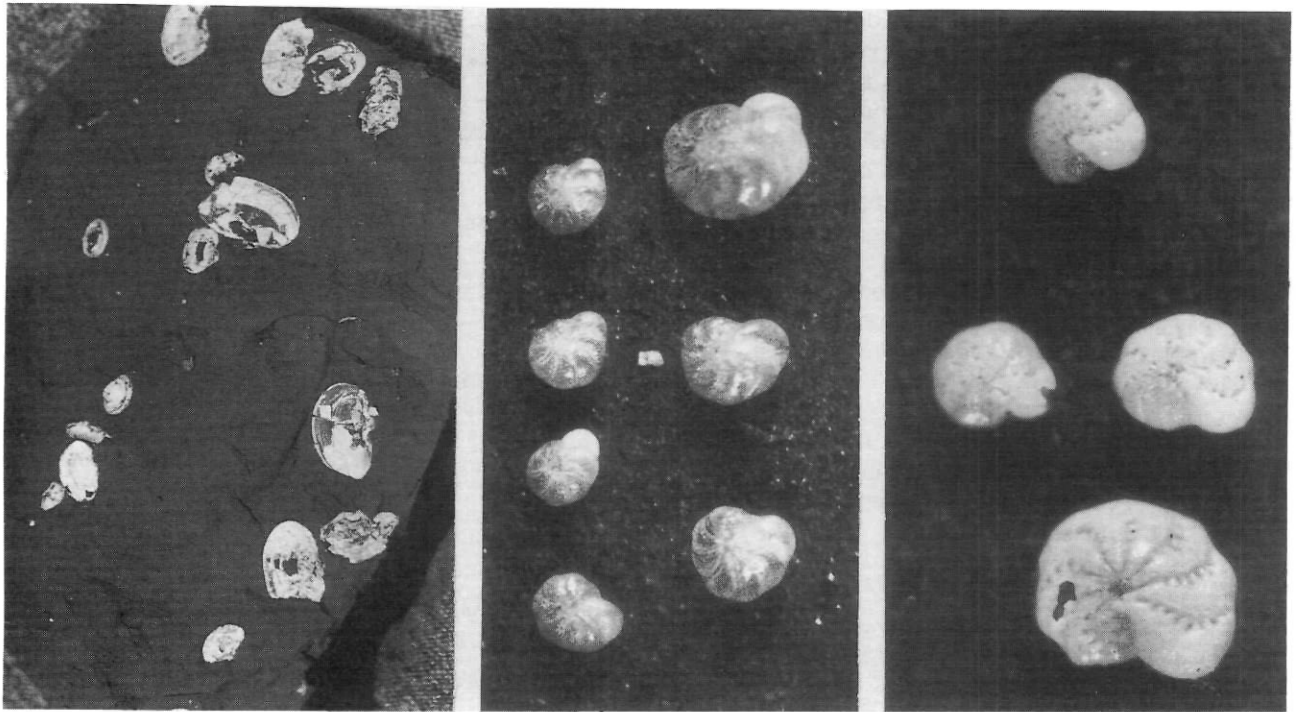


FIGURE 9. Valves de *Nucula* sp. dans l'Argile de La Pérade (unité G, coupe II); les plus grands spécimens ont 1 cm de longueur. Sainte-Anne-de-la-Pérade.

Nucula sp. valves in the La Pérade marine Clay (unit G, section II); the tallest specimens are 1 cm long. Sainte-Anne-de-la-Pérade.

FIGURE 10. *Elphidium clavatum* Cushman, foraminifère benthique trouvé dans l'Argile de La Pérade (unité G, coupe II); X140. Sainte-Anne-de-la-Pérade.

Elphidium clavatum Cushman, benthic foraminifera from the La Pérade marine Clay (unit G, section II); X140. Sainte-Anne-de-la-Pérade.

FIGURE 11. *Elphidium incertum* (Williamson), foraminifère benthique trouvé dans l'Argile de La Pérade (unité G, coupe II); X140. Sainte-Anne-de-la-Pérade.

Elphidium incertum (Williamson) benthic foraminifera from the La Pérade marine Clay (unit G, section II); X140. Sainte-Anne-de-la-Pérade.

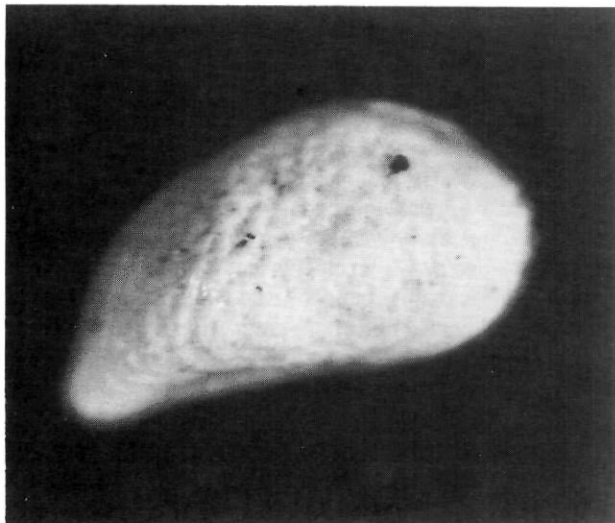


FIGURE 12. *Heterocyprideis sorbyana* (Jones), ostracode marin trouvé dans l'Argile de La Pérade (unité G, coupe II); X50. Sainte-Anne-de-la-Pérade.

Heterocyprideis sorbyana (Jones), marine ostracoda from the La Pérade marine Clay (unit G, section II); X50. Sainte-Anne-de-la-Pérade.

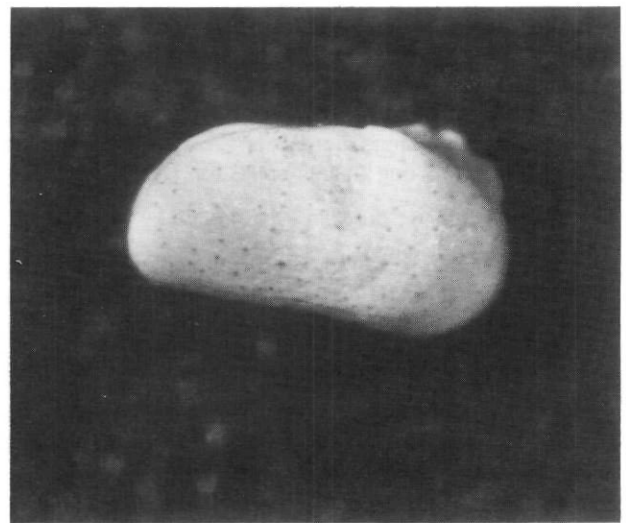


FIGURE 13. *Sarcicytheridae punctillata* (Brady), ostracode marin trouvé dans l'Argile de La Pérade (unité G, coupe II); X50. Sainte-Anne-de-la-Pérade.

Sarcicytheridae punctillata (Brady), marine ostracoda from the La Pérade marine Clay (unit G, section II); X50. Sainte-Anne-de-la-Pérade.

Une coupe composite (fig. 4) a été réalisée d'après les coupes 53 et 53-A (Ferland et Occhietti, 1990) localisées à 600 m à l'ouest du stratotype des Sédiments de Saint-Pierre (fig. 14; coupe 58 de Gadd, 1971). La séquence des dépôts quaternaires comprend cinq unités; deux d'entre elles précèdent l'Argile de La Pérade.

UNITÉS ANTÉRIEURES À L'ARGILE DE LA PÉRADE

Au cours de l'été 1986, un sondage sismique a été effectué sur la plage, à 500 m en aval des coupes 53 et 53-A de Saint-Pierre-les-Becquets (fig. 14). Ce sondage a révélé la présence de 40 m de sédiments meubles sous le niveau actuel du Saint-Laurent (Vézina et Leroux, ministère des Transports du Québec, rapport non publié).

Unité A'

Cette unité est composée de sable massif ou légèrement stratifié, fin à très fin, observé au niveau du fleuve (fig. 4 et fig. 15). L'indice d'asymétrie de Folk et Ward (1957) varie de 0,062 à 0,272. Ce sable est homométrique, compact, non carbonaté, de couleur blanchâtre à jaunâtre et son classement varie de bon à moyen. Des lits de silt massif sub-horizontaux, de couleur brunâtre, sont interstratifiés dans l'unité (fig. 15). L'épaisseur des lits de sable varie de 40 cm à quelques centimètres, tandis que les lits de silt ont de 3 à 4 cm d'épaisseur. Les 60 cm supérieurs de l'unité A' sont caractérisés par des déformations gravitaires de type convolution, comparables aux structures sédimentaires décrites dans l'unité E de Sainte-Anne-de-la-Pérade (fig. 3 et fig. 4). L'épaisseur minimale de l'unité A', observée à la tarière manuelle, est de 4 m; le contact inférieur n'a pas été atteint.

Unité B'

Cette unité repose en conformité sur l'unité A'. Elle est composée de sable fin et de silt brunâtres à grisâtres, finement stratifiés, de 45 cm d'épaisseur (fig. 4 et fig. 16). Ces sables et silts stratifiés, non carbonatés et légèrement oxydés, sont comparables à ceux observés aux coupes I, II et VII de Sainte-Anne-de-la-Pérade (unité F, fig. 3, fig. 4 et fig. 5). L'épaisseur des laminations est de l'ordre de 1 cm. Cette unité est observée de façon continue sur 250 m en aval des coupes 53 et 53-A.

UNITÉ C' : L'ARGILE DE LA PÉRADE

Dans les coupes 53 et 53-A de Saint-Pierre-les-Becquets (fig. 4), l'Argile de La Pérade (unité C') atteint une puissance apparente maximale de 5,60 m et la base de l'unité est à une altitude de 2,4 m au-dessus du niveau du fleuve. Elle repose en conformité sur l'unité B' (fig. 4 et fig. 16); elle est tronquée par les Sédiments de Saint-Pierre (unité D', fig. 4). L'origine marine de cette argile n'a pu être établie qu'en laboratoire, car aucune trace faunique n'est visible à l'œil nu sur le terrain.

Comme à Sainte-Anne-de-la-Pérade, la base de l'unité est représentée par un silt argileux gris bleuté massif, non carbonaté, dans lequel ont été observés des cailloux précambriens centimétriques disséminés et des sulfures sous forme de nombreuses taches noirâtres (fig. 17). Un galet de gneiss de 10 cm de longueur a été trouvé au contact avec l'unité sous-jacente. À 45 cm au-dessus du contact inférieur, un accroissement de

la concentration des sulfures forme un horizon très net de 10 à 15 cm d'épaisseur. À 1,50 m au-dessus du contact inférieur, on note l'apparition d'une stratification diffuse soulignée par l'alignement horizontal des sulfures (fig. 18). Des laminations de sable fin jaunâtre et oxydé, comparables à celles observées

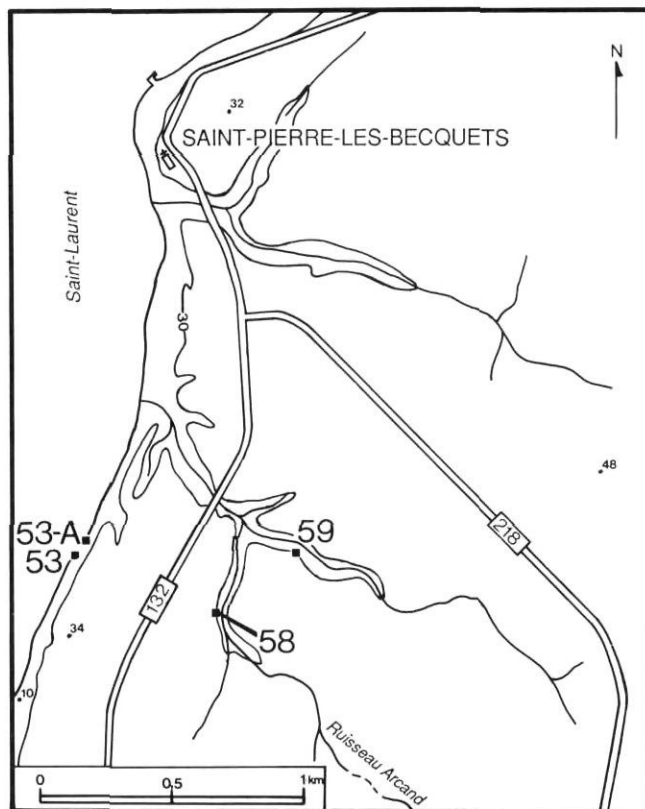


FIGURE 14. Localisation des coupes 53, 53-A, 58 et 59 de Saint-Pierre-les-Becquets.

Location of sections 53, 53-A, 58 and 59 from Saint-Pierre-les-Becquets.



FIGURE 15. Sable fin jaunâtre interstratifié de lits de silt brunâtre sub-horizontaux (unité A', coupe 53-A). Saint-Pierre-les-Becquets.

Fine yellow sand interbedded with sub-horizontal brownish silty beds (unit A', section 53-A). Saint-Pierre-les-Becquets.

FIGURE 16. Sable fin au sommet de l'unité A'; silt et sable finement stratifiés de l'unité B'; base de l'Argile de La Pérade (unité C'); coupe 53-A. Saint-Pierre-les-Becquets.

Fine sand at the top of the unit A'; silt and sand finely stratified of the unit B'; lower part of the La Pérade marine Clay (unit C'); section 53-A. Saint-Pierre-les-Becquets.

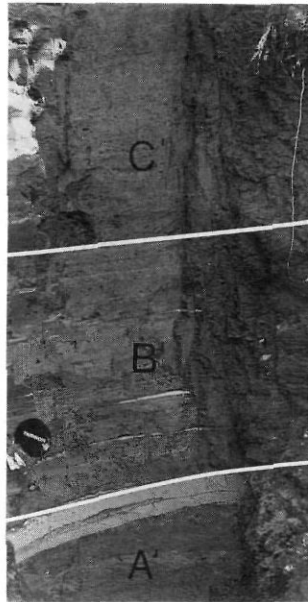


FIGURE 18. Stratification diffuse dans l'Argile de La Pérade (unité C', coupe 53-A) soulignée par l'alignement horizontal de sulfures. Saint-Pierre-les-Becquets.

Diffuse stratification in the La Pérade marine Clay (unit C', section 53-A) emphasized by horizontal alignment of sulfides. Saint-Pierre-les-Becquets.



FIGURE 17. Sulfures dans la partie inférieure massive de l'Argile de La Pérade (unité C', coupe 53-A). Saint-Pierre-les-Becquets.

Sulfides in the lower massive part of the La Pérade marine Clay (unit C', section 53-A). Saint-Pierre-les-Becquets.

dans l'Argile de La Pérade à Sainte-Anne-de-la-Pérade (unité G, fig. 3 et fig. 4), apparaissent à 2,25 m au-dessus de la base de l'unité. La fréquence de ces laminations sableuses augmente vers le sommet, alors que la concentration des sulfures s'atténue progressivement pour disparaître complètement à 4 m au-dessus du contact inférieur. La zone sommitale de l'unité prend alors une coloration verdâtre et est caractérisée par une stratification fruste soulignée par la présence irrégulière de laminations sableuses (fig. 19) et par une augmentation du pourcentage d'argile. Des traces de bioturbation ont également été relevées dans les horizons sableux supérieurs.

Le caractère marin de cette unité est démontré par la présence de spicules d'éponges marines dispersés dans le sédiment et non visibles à l'œil nu (fig. 20). Comme à Sainte-Anne-de-la-Pérade, ces spicules appartiennent à la classe des



FIGURE 19. Stratification fruste soulignée par la présence de laminations sableuses dans la partie sommitale de l'Argile de La Pérade (unité C', coupe 53-A). Saint-Pierre-les-Becquets.

Rough stratification in the upper part of the La Pérade marine Clay (unit C', section 53-A), emphasized by sandy laminations. Saint-Pierre-les-Becquets.

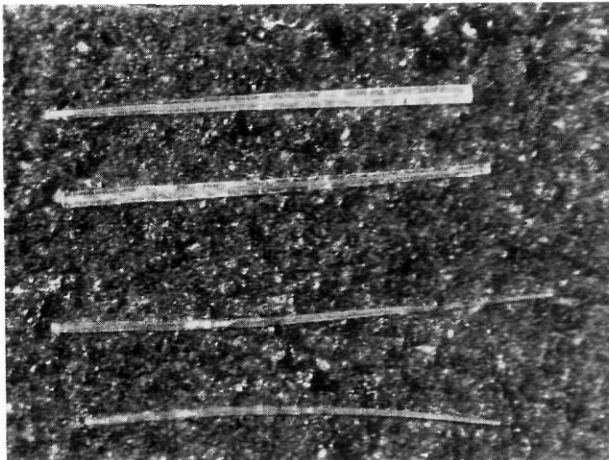


FIGURE 20. Spicules de Démospanges de la famille des Stellettidae. Carter, 1875 (sur lamelle; X90), trouvés dans l'Argile de La Pérade (unité C', coupe 53-A). Saint-Pierre-les-Becquets.

Marine Demosponge spicules of the Stellettidae Family (on cover glass; X90) from the La Pérade marine Clay (unit C', section 53-A). Saint-Pierre-les-Becquets.

Démospanges (H. M. Reising, comm. pers., 1988). Leur concentration maximale a été observée à 45 cm au-dessus du contact inférieur et diminue progressivement vers le sommet. Des spicules ont été trouvés jusque sous le contact avec les Sédiments de Saint-Pierre. Jusqu'à présent, à Saint-Pierre-les-Becquets, aucune trace de foraminifère, d'ostracode ou de coquille n'a été décelée.

UNITÉS POSTÉRIEURES À L'ARGILE DE LA PÉRADE

Unité D' : les Sédiments de Saint-Pierre

Comme à Sainte-Anne-de-la-Péride (fig. 3), l'Argile de La Péride est tronquée par les Sédiments de Saint-Pierre (unité D') dans les coupes 53 et 53-A de Saint-Pierre-les-Becquets (fig. 4 et Ferland et Occhietti, 1990).

Unité E' : les Rythmites du Saint-Maurice

Des rythmites silto-argileuses grises (unité E', fig. 4) de 14 m d'épaisseur, recouvrent les Sédiments de Saint-Pierre. Ces rythmites représentent les «varves grises» de Gadd (1955, 1971) corrélées aux Rythmites du Saint-Maurice par Besré et Occhietti (1990).

ÂGE DE L'ARGILE DE LA PÉRADE

À Sainte-Anne-de-la-Péride, l'âge de l'Argile de La Péride est >35 590 BP (BETA-28404, ETH-4737), âge radiométrique obtenu par accélérateur sur des fragments de coquilles de *Nucula* sp. Rappelons que les Sédiments de Saint-Pierre, postérieurs à l'Argile de La Péride, ont été datés au ^{14}C par enrichissement. La date de $74\,700 \pm 2700$ BP (QL-198) obtenue sur du bois du site de Pierreville (coupe 98, fig. 1) est considérée comme la plus significative (Stuiver *et al.*, 1978). Elle est supérieure à la date au ^{14}C de $65\,700 \pm 1300$ BP (GrN-1799; Müller, 1964 et Vogel et Waterbolk, 1972) obtenue sur des échantillons de bois de Saint-Pierre-les-Becquets. Toutefois, deux dates de l'ordre de 61 ± 10 ka ont été obtenues

par thermoluminescence et semblent contredire l'âge de 75 ka attribué jusque là aux Sédiments de Saint-Pierre (Lamothe et Huntley, 1988). L'âge de la Mer de Cartier est par conséquent supérieur à environ 75 ka.

INTERPRÉTATION PALÉOENVIRONNEMENTALE PRÉLIMINAIRE

La présence de plus en plus marquée de laminations sableuses dans la partie supérieure de l'Argile de La Péride pourrait indiquer une augmentation de l'énergie hydraulique à l'intérieur du bassin de la Mer de Cartier et, par conséquent, une diminution progressive de l'épaisseur de la tranche d'eau (faciès régressif). Le foraminifère benthique *Elphidium clavatum* Cushman, majoritairement présent dans l'Argile de La Péride, habite principalement les zones peu profondes du golfe du Saint-Laurent actuel (Rodrigues et Hooper, 1982). La concentration maximale actuelle de ce foraminifère se trouve dans les régions du golfe où la tranche d'eau n'excède pas 50 m de profondeur, comme par exemple, les estuaires et les baies (Rodrigues et Hooper, 1982). Cette tranche d'eau est caractérisée par une température moyenne relativement élevée (-2° à 12°C et plus) et par un taux de salinité modéré ($<32\text{‰}$) (Rodrigues et Hooper, 1982). Actuellement, une abondance marquée d'*E. clavatum* Cushman est également observée à des profondeurs situées entre 270 et 520 m (Rodrigues et Hooper, 1982). Cependant, les spécimens vivants à ces grandes profondeurs ont un diamètre inférieur à 0,40 mm, alors que la dimension des individus vivants dans les zones peu profondes du golfe du Saint-Laurent varie entre 0,43 et 0,62 mm (Rodrigues et Hooper, 1982). Le diamètre moyen des individus d'*E. clavatum* Cushman trouvés dans l'Argile de La Péride est de 0,50 mm et peut indiquer une faible profondeur de la Mer de Cartier au moment de la prolifération du foraminifère. L'assemblage d'*E. clavatum* Cushman et d'*Elphidium incertum* (Williamson) de l'Argile de La Péride est à rapprocher avec prudence de la zone à foraminifères B de la Mer de Champlain définie par Guilbault (1980), où les eaux sont polyhalines (de 25 à 35 ‰), relativement froides et de profondeur variable (<100 m), en-dessous d'une tranche d'eau saumâtre. Ces premières données concernant l'Argile de La Péride laissent supposer une transgression marine relativement courte et peu développée.

POSITION STRATIGRAPHIQUE DE L'ARGILE DE LA PÉRADE DANS LE GROUPE DES DÉPÔTS QUATÉRIAIRES DE LA VALLÉE DU SAINT-LAURENT

La transgression de la Mer de Cartier s'est manifestée dans la vallée du Saint-Laurent au moins jusqu'à 22 m au-dessus du niveau moyen marin actuel. Elle implique nécessairement un enfoncement glacio-isostatique de la croûte terrestre, puisque cette altitude dépasse largement le haut niveau marin du dernier interglaciaire vers +6 m (stade isotopique 5e).

L'Argile de La Péride repose en continuité sur des faciès à caractère glaciolacustre peu épais (unité F de Sainte-Anne-de-la-Péride et unité B' de Saint-Pierre-les-Becquets), qui succèdent à des faciès de marge glaciaire (unité E de Sainte-

Anne-de-la-Pérade et unité A' de Saint-Pierre-les-Becquets) et à un till (unité D de Sainte-Anne-de-la-Pérade). Par conséquent, l'Argile de La Pérade représente un événement marin éphémère typiquement postglaciaire.

Les unités glaciaires A et D sous-jacentes à l'Argile de La Pérade, à Sainte-Anne-de-la-Pérade, ne sont pas suffisamment connues pour être corrélées avec le till inférieur illinoisien (ou plus ancien) de Pointe-Fortune (Veillette et Nixon, 1984; Anderson *et al.*, 1988; fig. 21) ou l'un des tills intermédiaires observés au cap Lévrard (Lamothe, 1985, 1989; fig. 21) ou à Donnacona (Clet *et al.*, 1986; fig. 1).

Si l'on pose comme hypothèse que le retrait glaciaire de la fin de l'Illinoisien s'est effectué selon les mêmes processus que le retrait glaciaire de la fin du Wisconsinien, l'invasion marine associée à la transition Illinoisien-Sangamonien (stade isotopique 6/5) devrait représenter une transgression majeure dans la vallée du Saint-Laurent, analogue à celle de la Mer de Champlain (fig. 21). Les caractéristiques sédimentologiques et fauniques de l'Argile de La Pérade laissent supposer, au contraire, que la Mer de Cartier, moyennement profonde, cons-

titue une invasion marine brève, qui succède directement à un épisode glaciaire d'importance modérée (fig. 21). Ces conclusions préliminaires et le fait que les Sédiments de Saint-Pierre, datés d'environ 75 ka, soient directement emboîtés dans l'Argile de La Pérade, sont en faveur d'un épisode marin plus récent que l'optimum climatique du Sangamonien (stade isotopique 5e). L'épisode de la Mer de Cartier marquerait la fin de l'un des épisodes froids du Sangamonien *sensu lato* (stades 5d ou 5b) ou la fin du Wisconsinien inférieur (transition 4/3).

CONCLUSION

L'Argile de La Pérade, observée à Sainte-Anne-de-la-Pérade et à Saint-Pierre-les-Becquets, représente une transgression marine ancienne, antérieure à l'épisode fluvial des Sédiments de Saint-Pierre.

À Sainte-Anne-de-la-Pérade, l'argile contient des spicules de Démosponges, des ostracodes marins et des foraminifères benthiques. Parmi les foraminifères identifiés, l'espèce *Elphidium clavatum* Cushman prolifère actuellement dans des

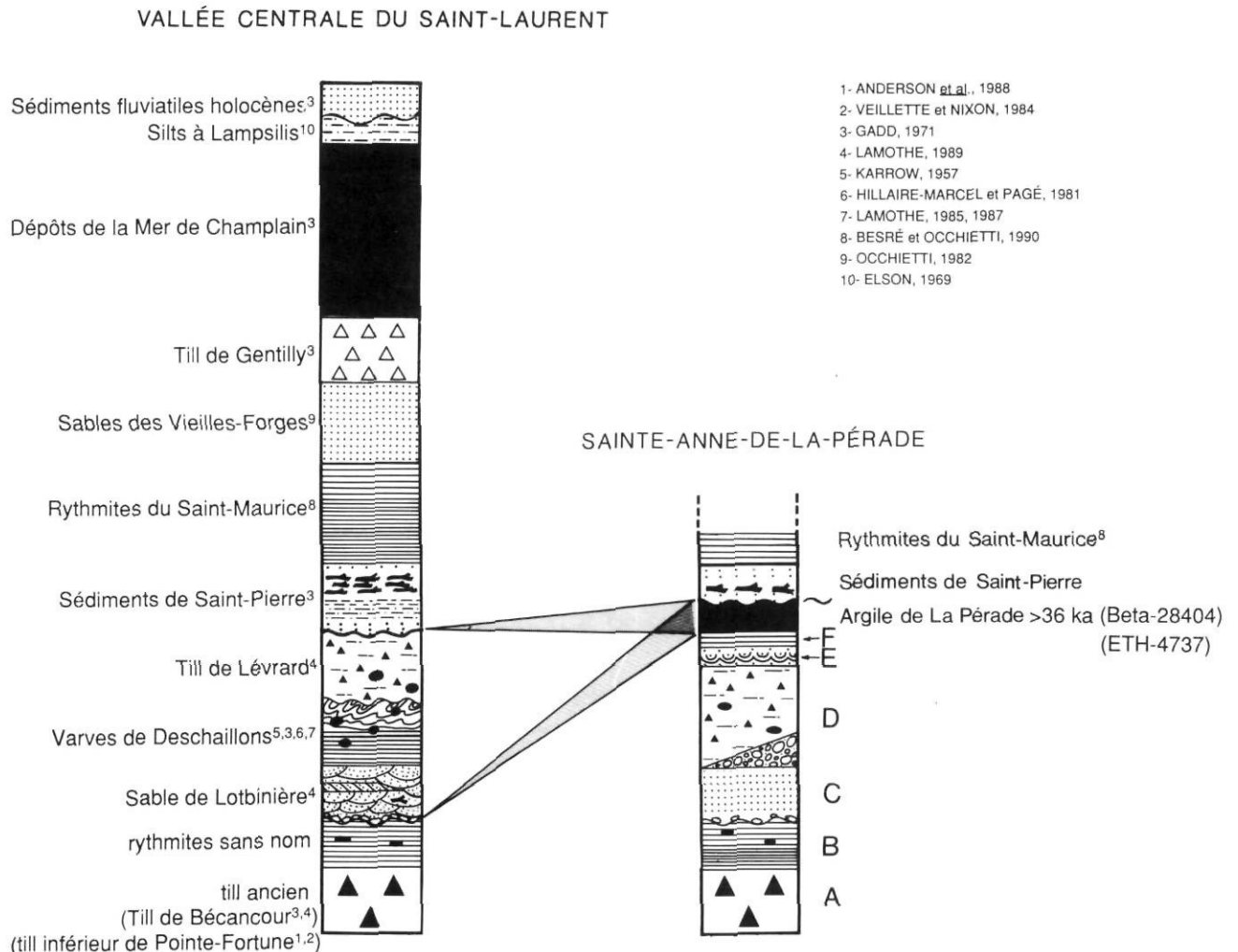


FIGURE 21. Deux hypothèses sur la position stratigraphique de l'Argile de La Pérade dans le groupe des dépôts quaternaires de la vallée du Saint-Laurent.

Two hypothesis on the stratigraphic position of the La Pérade marine Clay in the Quaternary sequence of the St. Lawrence Valley.

milieux polyhalins, peu profonds et tempérés, comme par exemple certaines baies et certains estuaires du golfe du Saint-Laurent. Une datation au ^{14}C par accélérateur sur des fragments de coquilles du genre *Nucula* sp. a donné un âge >35 590 BP (Beta-28404, ETH-4737).

Les laminations sableuses de l'Argile de La Pérade semblent indiquer une sédimentation dans un bassin peu profond. L'argile succède à deux unités glaciaires distinctes dont la position stratigraphique n'est pas connue. Le sommet de l'unité est tronqué par les Sédiments de Saint-Pierre à une altitude pouvant atteindre 22 m.

Selon l'ensemble de ces données, l'invasion marine nommée Mer de Cartier correspond à un enfoncement glacio-isostatique moyen de la vallée du Saint-Laurent, causé par un événement glaciaire apparemment moins important que celui des glaciations majeures de l'Illinoien ou du Wisconsinien supérieur. La Mer de Cartier, antérieure à environ 75 ka, marquerait la fin de l'un des deux épisodes froids du Sangamonien *sensu lato* (stades isotopiques 5d ou 5b) ou la fin du Wisconsinien inférieur (transition 4/3).

REMERCIEMENTS

Nous remercions toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de cet article. Pour leur aide technique, nos remerciements s'adressent particulièrement à MM. J. Vézina et J. P. Leroux, du ministère des Transports du Québec; M. Henri M. Reiswig, du musée Redpath de l'Université McGill; M^{me} Jane Topping, du Musée national des sciences naturelles, à Ottawa; M. Thomas Cronin, du United States Geological Survey; MM. Michel Preda, Guy Bilodeau et André Parent de l'Université du Québec à Montréal. Pour leur accueil chaleureux, nous remercions les habitants de Sainte-Anne-de-la-Pérade et plus particulièrement MM. Dolbek, Picard, Quessy et Baribeau. Enfin, pour leur participation au sein de l'équipe, nous exprimons notre reconnaissance à MM. François Bernier et François Besré, étudiants à la maîtrise à l'Université du Québec à Montréal. Cette recherche a été subventionnée en partie par le Conseil de recherche en sciences naturelles et génie du Canada (subvention n° A7408) et le programme de formation de chercheurs et d'aide à la recherche du ministère de l'Éducation du Québec (équipe FCAR de C. Hillaire-Marcel et bourse de maîtrise).

RÉFÉRENCES

- Anderson, T. W., Matthews, J. V., Jr., Mott, R. J. et Richard, S. H., 1988. The Pointe-Fortune interglacial site. *In* C. R. Harington, éd., *Climatic Fluctuations & Man 3*, Canadian committee on climatic fluctuations and Man, annual meeting, Ottawa. Abstract: 12-13.
- Besré, F. et Occhietti, S., 1990. Les Varves de Deschailons, les Rythmites du Saint-Maurice et les rythmites de Leclercville, Pléistocène supérieur, vallée du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 44 (2):
- Clet, M., Occhietti, S. et Richard, P. J. H., 1986. Stratigraphie et palynologie de la coupe de Donnacona, Québec. *Annales de l'ACFAS*, résumé, 59: 243.
- Elson, J. A., 1969. Late Quaternary marine submergence of Québec. *Revue de Géographie de Montréal*, 23 (3): 247-258.
- Ferland, P. et Occhietti, S., 1990. Révision du stratotype des Sédiments de Saint-Pierre et implications stratigraphiques, vallée du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 44 (2): 147-158
- Folk, R. L. et Ward, W. C., 1957. *Brazos river bar; a study in significance of grain size parameters*. *Journal of Sedimentology and Petrology*, 27 (1): 3-26.
- Gadd, N. R., 1955. Pleistocene geology of the Becancour map-area, Québec. Thèse de Ph.D., University of Illinois, Urbana, 191 p.
- 1963. Géologie des dépôts meubles, Chalk River, Ontario-Québec. Commission géologique du Canada, carte 1132-A.
- 1971. Pleistocene geology of the central St. Lawrence Lowland, with selected passages from an unpublished manuscript, The St. Lawrence Lowland, by J. W. Goldthwait. *Geological Survey of Canada, Memoir 359*, 153 p.
- Guilbault, J.-P., 1980. A stratigraphic approach to the study of the late-glacial Champlain Sea deposits with the use of Foraminifera. Licentiat thesis, Aarhus University, 294 p.
- Hillaire-Marcel, C., 1977. Les isotopes du carbone et de l'oxygène dans les mers post-glaciaires du Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 31 (1-2): 81-106.
- 1979. Les mers post-glaciaires du Québec, quelques aspects. Thèse de D.Sc. Université de Paris VI, 600 p.
- Hillaire-Marcel, C. et Pagé, P., 1981. Paléotempératures isotopiques du lac glaciaire de Deschailons, p. 273-298. *In* W. C. Mahaney, éd., *Quaternary Paleoclimate*. Geo Books, Norwich.
- Karrow, P. F., 1957. Pleistocene geology of the Grondines map-area, Québec. Thèse de Ph.D., University of Illinois, Urbana, 97 p.
- Lamothe, M., 1985. Lithostratigraphy and geochronology of the Quaternary deposits of the Pierreville and St-Pierre les Becquets area, Quebec. Thèse de Ph.D., University of Western Ontario, London, 227 p.
- 1987. *Pleistocene stratigraphy in the St. Lawrence lowland*. *In* M. Lamothe, éd., *Pleistocene stratigraphy in the St. Lawrence lowland and the Appalachians of southern Quebec: a field guide*. Université de Montréal, Collection Environnement et Géologie, 4: 15-41.
- 1989. A new framework for the Pleistocene stratigraphy of the St. Lawrence lowland, southern Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 43 (2): 119-129.
- Lamothe, M. et Huntley, D. J., 1988. Thermoluminescence dating of late Pleistocene sediments, St. Lawrence lowland, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 42: 33-44.
- Müller, E. H., 1964. Quaternary section at Otto, New York. *American Journal of Science*, 262 (4): 461-478.
- Occhietti, S., 1982. Synthèse lithostratigraphique et paléoenvironnements du Quaternaire au Québec méridional. *Géographie physique et Quaternaire*, 36: 15-49.
- Parent, M. et Occhietti, S., 1988. Late Wisconsinan ice retreat and Champlain Sea invasion in St. Lawrence Valley, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 42 (3): 215-246.
- Rodrigues, C. G., 1987. Late Pleistocene invertebrate microfossils, microfossils and depositional environments on the western basin of the Champlain Sea, p. 16-23. *In* R. J. Fulton, éd., *Quaternary geology of the Ottawa region, Ontario and Québec*. Geological Survey of Canada, Paper 86-23.

- Rodrigues, C. G. et Hooper, K., 1982. The ecological significance of *Elphidium clavatum* in the gulf of St. Lawrence, Canada. *Journal of Paleontology*, 56 (2): 410-422.
- Stuiver, M., Heusser, C. J. et Yang, I. C., 1978. North American glacial history extended to 75,000 years ago. *Science*, 200: 16-21.
- Veillette, J. J. et Nixon, F. M., 1984. Sequence of Quaternary sediments in the Bélanger sand pit, Pointe-Fortune, Québec-Ontario. *Géographie physique et Quaternaire*, 38 (1): 59-68.
- Vogel, J. C et Waterbolk, H. T., 1972. Groningen Radiocarbon dates X. *Radiocarbon*, 14 (1): 7.