

La basse terrasse à Petite-Rivière (Charlevoix, Québec) : un exemple d'activité néotectonique à l'Holocène

The Lower Terrace at Petite-Rivière (Charlevoix Area): Evidence for Neotectonic Activity During the Holocene

Die untere Terrasse bei Petite-Rivière (Charlevoix, Québec): Ein Beispiel neotektonischer Aktivität im Holozän

Jean-Claude Dionne

Volume 50, numéro 3, 1996

Spécial Québec

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/033102ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/033102ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (imprimé)

1492-143X (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Dionne, J.-C. (1996). La basse terrasse à Petite-Rivière (Charlevoix, Québec) : un exemple d'activité néotectonique à l'Holocène. *Géographie physique et Quaternaire*, 50(3), 311–330. <https://doi.org/10.7202/033102ar>

Résumé de l'article

La basse terrasse à Petite-Rivière (Charlevoix) est un équivalent sur la rive nord du Saint-Laurent estuarien de la terrasse Mitis. Elle comprend deux tronçons de part et d'autre de l'embouchure de la rivière de la Martine, qui font respectivement de 2,3 et 5,2 km de longueur et de 50 à 300 m de largeur. Son altitude est de 6 m dans le secteur oriental et de 8 à 10 m dans le secteur occidental. Il s'agit d'une forme polygénique due à la fois à l'érosion et à la sédimentation. Le substrat est taillé dans divers types de dépôts wisconsinien (till, sable glacio-lacustre, varves limono-argileuses) ou dans le roc (schistes). La partie superficielle est composée de sable fin limoneux stratifié correspondant à un dépôt intertidal équivalent à la zone du schorre inférieur. Bien que peu différents du point de vue lithostratigraphique, les deux tronçons n'ont pas le même âge. Dans le tronçon occidental, l'âge médian (N-24) de l'unité intertidale est de 2000 ± 50 BP et correspond à l'âge médian de la terrasse Mitis ailleurs dans le Saint-Laurent estuarien, soit 2080 ± 60 BP (N-26), alors qu'il est de 770 ± 40 BP (N-26) dans le secteur oriental. La différence d'âge entre les deux tronçons est attribuée à la néotectonique liée au caractère sismique de la région de Charlevoix.

LA BASSE TERRASSE À PETITE-RIVIÈRE (CHARLEVOIX, QUÉBEC) : UN EXEMPLE D'ACTIVITÉ NÉOTECTONIQUE À L'HOLOCÈNE

Jean-Claude DIONNE, Département de géographie et Centre d'études nordiques, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4.

RÉSUMÉ La basse terrasse à Petite-Rivière (Charlevoix) est un équivalent sur la rive nord du Saint-Laurent estuarien de la terrasse Mitis. Elle comprend deux tronçons de part et d'autre de l'embouchure de la rivière de la Martine, qui font respectivement de 2,3 et 5,2 km de longueur et de 50 à 300 m de largeur. Son altitude est de 6 m dans le secteur oriental et de 8 à 10 m dans le secteur occidental. Il s'agit d'une forme polygénique due à la fois à l'érosion et à la sédimentation. Le substrat est taillé dans divers types de dépôts wisconsinien (till, sable glacio-lacustre, varves limono-argileuses) ou dans le roc (schistes). La partie superficielle est composée de sable fin limoneux stratifié correspondant à un dépôt intertidal équivalent à la zone du schorre inférieur. Bien que peu différents du point de vue lithostratigraphique, les deux tronçons n'ont pas le même âge. Dans le tronçon occidental, l'âge médian (N-24) de l'unité intertidale est de 2000 ± 50 BP et correspond à l'âge médian de la terrasse Mitis ailleurs dans le Saint-Laurent estuarien, soit 2080 ± 60 BP (N-26), alors qu'il est de 770 ± 40 BP (N-26) dans le secteur oriental. La différence d'âge entre les deux tronçons est attribuée à la néotectonique liée au caractère sismique de la région de Charlevoix.

ABSTRACT *The lower terrace at Petite-Rivière (Charlevoix area) : Evidence for neotectonic activity during the Holocene.* The lower terrace at Petite-Rivière is a component of the Mitis terrace on the north shore of the St. Lawrence estuary. It is composed of two segments located apart from Rivière de la Martine, and respectively 2.3 and 5.2 km long, and 50 to 300 m wide. The terrace is 6 m a.s.l. in the NE segment and 8-10 m in the SO segment. This polygenic landform resulted both from erosion and deposition. The substrate was cut into various Wisconsinian deposits (till, glaciolacustrine sand, silty-clay varves) and bedrock (Ordovician shales). The surficial unit is a stratified silty fine sand deposited in a former upper tidal marsh. Although minor lithostratigraphic differences do exist, both segments differ in age. The median age (N-24) of the tidal deposit in the SO segment is 2000 ± 50 BP. This age is in agreement with the median age of the Mitis terrace (2080 ± 60 BP) elsewhere along the St. Lawrence estuary, while the median age is only 770 ± 40 BP (N-26) in the NE segment. Age difference between the two segments of the lower terrace is attributed to neotectonic activity related to the seismic character of the Charlevoix area.

ZUSAMMENFASSUNG *Die untere Terrasse bei Petite-Rivière (Charlevoix, Québec) : Ein Beispiel neotektonischer Aktivität im Holozän.* Die untere Terrasse bei Petite-Rivière (Charlevoix) ist die Entsprechung am Nordufer des Sankt-Lorenz-Gezeitenstroms zur Mitis-Terrasse. Sie umfaßt zwei Abschnitte dies- und jenseits der Mündung des Rivière de la Martine, die jeweils 2,3 und 5,2 km lang und 50 bis 300 m breit sind. Sie erreicht eine Höhe von 6 m im östlichen Sektor und 8 bis 10 m im westlichen Sektor. Die Form ist vieleckig, sowohl aufgrund der Erosion wie auch der Sedimentierung. Der Untergrund ist in verschiedene wisconsinische Ablagerungstypen eingeschnitten (Till, glaziallimnischer Sand, Schlamm-Ton-Warven) oder in den Fels (Schiefer). Der an der Oberfläche liegende Teil besteht aus feinem geschichteten Schluff-Sand, wie eine Gezeitensaum-Ablagerung, die der Zone der unteren Hallig entspricht. Obwohl die zwei Abschnitte aus lithostratigraphischer Sicht wenig verschieden sind, haben sie nicht dasselbe Alter. Im westlichen Abschnitt ist das mittlere Alter (N-11) der Gezeitensaum-Einheit 2000 ± 50 v.u.Z. und entspricht dem mittleren Alter der Mitis-Terrasse anderswo am Sankt-Lorenz-Gezeitenstrom, d.h. 2080 ± 60 v.u.Z. (N-26), wohingegen es 770 ± 40 v.u.Z. (N-26) im östlichen Sektor beträgt. Der Altersunterschied zwischen den zwei Abschnitten wird auf die Neotektonik zurückgeführt, in Verbindung mit dem seismischen Charakter der Region Charlevoix.

INTRODUCTION

La géomorphologie et le Quaternaire de la région de Petite-Rivière, en Charlevoix sont très peu connus en comparaison des régions voisines de Baie-Saint-Paul et de La Malbaie (voir les bibliographies récentes dans Bonenfant, 1993, et Govare, 1995).

Blottie au pied du versant raide du Bouclier laurentidien et de l'estuaire du Saint-Laurent, la basse terrasse de Petite-Rivière constitue un équivalent de la terrasse Mitis ailleurs le long du Saint-Laurent estuarien. Elle présente un intérêt particulier en raison des matériaux dont elle est constituée et de l'âge différent des deux tronçons.

Nous présentons ici les caractéristiques stratigraphiques de la basse terrasse accolée à l'escarpement côtier. Sont aussi discutés son mode de formation et son âge. Pour expliquer la différence d'âge entre les deux tronçons, nous évoquons un mouvement tectonique relativement récent conforme au caractère sismique de la région. Il s'agit vraisemblablement du témoignage le plus convaincant connu jusqu'à ce jour de l'existence d'une activité néotectonique récente sur la côte de Charlevoix.

CARACTÉRISTIQUES DU MILIEU

La localité de Petite-Rivière-Saint-François est située sur la rive nord du moyen estuaire du Saint-Laurent, à environ 100 km en aval de Québec et à une dizaine de kilomètres en amont de Baie-Saint-Paul (47°18'15" N, 70°34'15" O).

La région comprend trois unités physiographiques (fig. 1) : 1) un vaste plateau ou massif, d'une altitude moyenne de 400 m avec quelques sommets supérieurs à 500 m dont deux excédant 800 m ; 2) un versant abrupt partiellement tapissé de dépôts meubles quaternaires ; et 3) une basse et étroite terrasse ainsi qu'un large estran meuble.

Le massif côtier se termine brusquement dans l'estuaire par un escarpement de ligne de faille. Il est entaillé d'un ravin principal, profond de 200 à 400 m (la rivière de la Martine), ainsi que de quelques ravins secondaires faiblement incisés dans le socle et comblés de dépôts quaternaires dans leur section inférieure. Le massif rocheux est constitué en majeure partie de gneiss et de roches charnockitiques d'âge précambrien (Laurin et Sharma, 1975 ; Rondot, 1979).

Le versant rocheux est habillé de dépôts quaternaires généralement découpés en terrasses. On y trouve des matériaux variés comprenant du till, du fluvioglacière, des sédiments fins (limon-argile) d'origine marine ou glacio-lacustre, ainsi que des sédiments littoraux (plages).

Au maximum du Wisconsinien supérieur, l'écoulement glaciaire général de l'Inlandsis laurentidien sur le massif, en arrière de Petite-Rivière, est estimé NO-SE (LaSalle *et al.*, 1977 ; Rappol, 1993, p. 21). Sur le rivage actuel, à quelques kilomètres en amont de Petite-Rivière, on a observé des marques d'érosion glaciaires (stries et autres) indiquant un écoulement vers le NE, c'est-à-dire parallèlement à l'axe du Saint-Laurent. Les stries ont une orientation variant de 10 à 30° selon les secteurs (Dionne et Occhietti, 1996a : 11).

La côte aurait été déglacée entre 12,5 et 13 ka (LaSalle *et al.*, 1977 ; Dyke et Prest, 1987) et submergée par la Mer de Goldthwait jusqu'à une altitude d'environ 180 m (Faessler, 1948 ; Rondot, 1974 ; Dionne, 1977, 1988a). Il n'existe pas encore de courbe décrivant le relèvement isostatique des terres à Petite-Rivière. Les courbes pour la région de Baie-Saint-Paul - La Malbaie (Bonenfant, 1993 ; Govare, 1995) indiquent un relèvement rapide au cours des deux premiers millénaires. Le niveau actuel du rivage aurait été atteint entre 6 et 5 ka. Ces auteurs pensent même que le niveau marin relatif est descendu de quelques mètres sous le zéro géodésique avant de remonter au-dessus du niveau actuel, entre 3 et 1,5 ka. La stratigraphie locale est en voie d'être établie. Elle concerne des unités datant de l'Holocène, du Wisconsinien supérieur et d'épisodes antérieurs remontant au moins jusqu'au Sangamonien (Clet et Occhietti, 1995).

CARACTÉRISTIQUES DE LA BASSE TERRASSE

Coincée entre l'estran et le grand escarpement du massif laurentidien, s'étend sur une douzaine de kilomètres, une étroite bande de terre, à peine au-dessus du niveau des plus hautes mers que Samuel de Champlain avait reconnu en 1603 (Québec, 1994). Nous avons distingué deux tronçons sis de part et d'autre de la rivière de la Martine, soit le tronçon oriental, au NE, et le tronçon occidental, au SO.

ÉTENDUE ET ALTITUDE

Dans le tronçon oriental, l'altitude de la basse terrasse est de 6 m. Elle s'étend de l'anse du Cap à l'anse de la Vieille Rivière, sur une longueur approximative de 2,3 km et une largeur de 50 à 300 m, avec une moyenne de 125 à 175 m. Elle est entaillée sur l'ensemble de sa longueur par une microfalaise d'environ 150 cm de hauteur.

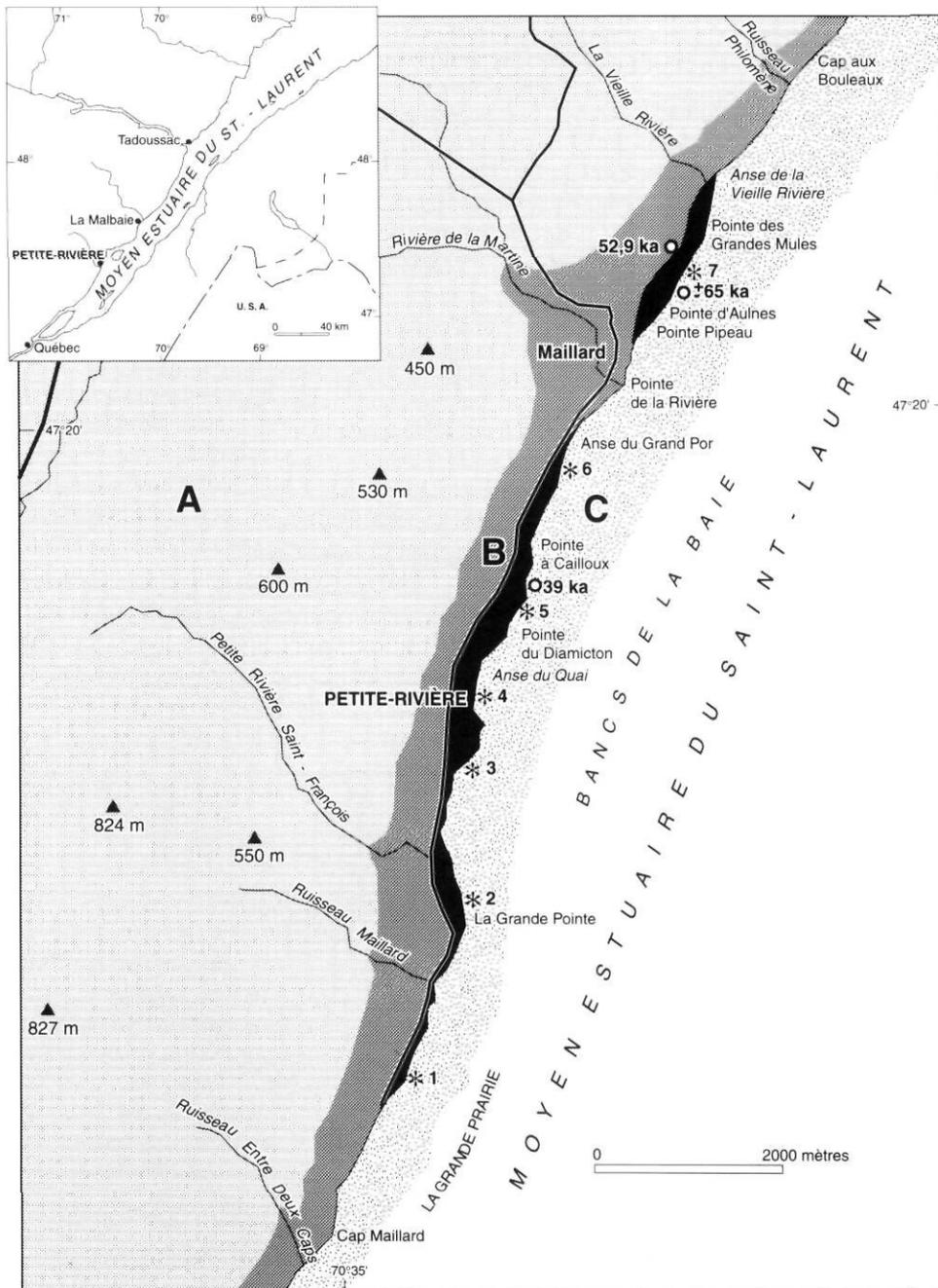
Dans le tronçon occidental, la basse terrasse s'étend avec quelques interruptions de l'embouchure de la rivière de la Martine jusqu'à la Grande Pointe, au SO, sur une distance en ligne droite de 7,8 km. Elle est surtout bien développée dans le secteur compris entre l'anse du Grand Por, au NE, et l'embouchure de la petite rivière Saint-François, soit sur une longueur totalisant 5,2 km. Dans cette partie, sa largeur varie de 50 à 400 m, mais elle est fréquemment de 150 à 225 m. L'altitude varie de 8 à 10 m. Dans ses parties les plus larges, la basse terrasse offre une surface relativement plane, occasionnellement parsemée de gros blocs erratiques ; elle est faiblement inclinée vers l'estuaire du Saint-Laurent. Dans sa partie interne, au pied de la terrasse de 20-30 m qui la longe, on observe souvent des amas de débris provenant du versant meuble situé à l'arrière. Il s'agit principalement de débris d'effondrement de parois ou de petits décrochements superficiels. Là où elle est étroite, l'altitude de la terrasse est de 9-10 m. Son rebord externe est taillé en falaise de 150 à 300 cm de hauteur.

NATURE DES MATÉRIAUX ET LITHO-STRATIGRAPHIE

La basse terrasse a été divisée en sept secteurs dont six dans le tronçon occidental (fig. 1). Les coupes levées et décrites se succèdent dans l'ordre du SO vers le NE.

FIGURE 1. Carte de localisation et noms de lieux. A, massif de Charlevoix ; B, versant ; C, l'estran. La basse terrasse apparaît en noir ; l'étoile indique l'emplacement des secteurs décrits.

Location map and place names. A, Laurentide Shield and highlands; B, Slope; C, Tidal zone. The low terrace is shown in black. Location of the sections described are indicated by a star.

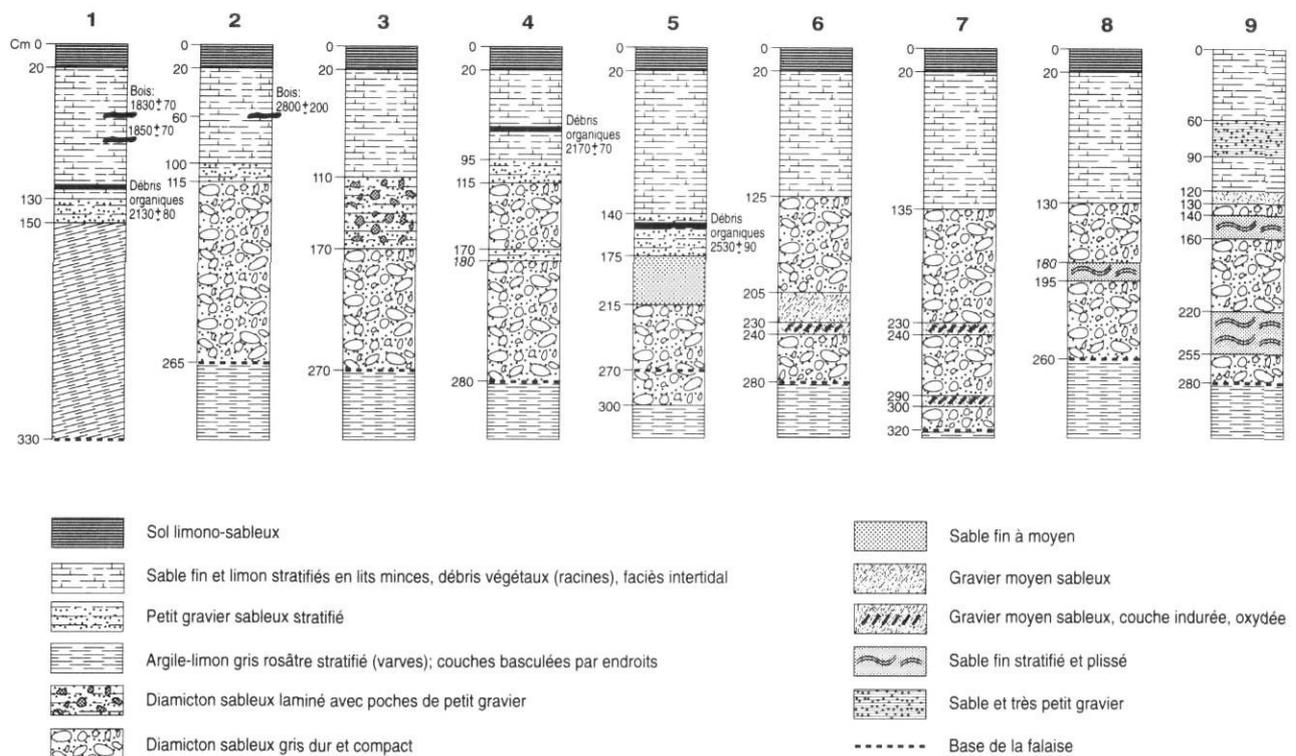


Secteur 1

Le secteur 1, le plus occidental, se trouve au SO de la Grande Pointe. À cet endroit, subsiste, entre le pied du versant et le rivage, une frange de terre, de 30 à 60 m de largeur seulement sur environ 800 m de longueur. À l'extrémité sud du secteur, la basse terrasse est entaillée par une petite falaise d'environ 2,5 m de hauteur.

La figure 2 représente neuf coupes lithostratigraphiques successives levées sur une distance d'environ 300 m. On constate qu'il existe une grande variabilité latérale des faciès. À l'exception de la première coupe, on retrouve seulement trois unités. À la base, un faciès argileux (unité 1), constitué de limon et d'argile gris rosâtre, calcaire, légèrement sableux

et pierreux, apparemment non fossilifère. Rarement visible dans la falaise, on l'observe sur le replat d'érosion à son pied, replat couvert de blocs. Ce dépôt, d'épaisseur inconnue, est surmonté d'un faciès grossier (unité 2), de type diamictique riche en blocs dont certains sont striés et orientés SO-NE. L'unité diamictique, dont l'épaisseur est généralement de l'ordre du mètre, comprend parfois deux sous-faciès, soit un till très compact fissile et dur lorsque sec (fig. 3) et un till plus lâche et sableux au-dessus. Les deux sont souvent séparés par des lits de sable ou de petit gravier généralement oxydés et partiellement indurés (fig. 4). Dans les deux dernières coupes (8 et 9), les lits sableux sont plus épais et déformés. Dans les coupes 7 et 8, on a observé à la base de l'unité, des horizons oxydés et indurés formant un véritable conglomérat



Laboratoire de cartographie, Département de géographie, Université Laval

FIGURE 2. Série de coupes dans la basse terrasse du secteur 1 à Petite-Rivière.

A series of sections in the low terrace, area 1, at Petite-Rivière.

(fig. 5). Le dépôt diamictique semble stérile. Par endroits, les rythmites limono-argileuses sont injectées dans le gravier sous le diamicton (fig. 6).

Le troisième faciès (unité 3), d'une épaisseur de 100 à 140 cm, superposé au diamicton, correspond à la partie supérieure de la terrasse. Il est composé essentiellement de sable fin limoneux, stratifié en lits minces (fig. 7). Ce matériel contient des vestiges de tiges et de racines de plantes en position de croissance qui sont généralement oxydés ; il s'agit d'un dépôt intertidal. On y trouve occasionnellement des bouts de bois et de minces lits discontinus ou inclusions de débris organiques qui ont livré des âges au ^{14}C (N-6) compris entre 1830 ± 70 (Beta-45275) et 2800 ± 200 (UQ-1389). Les unités 3 et 2 sont généralement séparées par une couche de gravier ou un lit de sable représentant une surface d'érosion.

Dans la coupe 1, les rythmites limono-argileuses occupent la moitié inférieure de la falaise de 180 cm de hauteur. Il s'agit en fait d'un grand bloc de terrain basculé vers le versant ou le SO, avec pendage des couches d'environ 15° (fig. 8). Latéralement les rythmites sont emboîtées dans le diamicton dont l'épaisseur augmente vers le NE. Composées de couches de limon argileux de 1,5 à 5 mm d'épaisseur dont la majorité ont de 2,5 à 3 mm, elles sont séparées par des lamines de sable fin de 0,1 à 0,3 mm d'épaisseur qui sont légèrement calcaires. Les couches de limon ne réagissent pas à l'acide chlorhydrique diluée à 10 %. Le tout forme des séquences de 3 à 4 cm d'épaisseur qui se répètent de bas en haut de l'unité. Les rythmites sont grises avec un reflet

légèrement jaunâtre ou verdâtre (5Y 6/1). Ce faciès fin comprend aussi, à des intervalles d'un mètre, une couche d'argile gris pâle (5Y 5/1) avec mouchetures blanchâtres, de 10 à 15 mm d'épaisseur. On a retracé trois couches de cette argile dans la coupe 1. Les rythmites ne contiennent apparemment pas de micro-faune et sont pauvres en pollen arboréen, arbustifs et herbacées (Morasse, 1990). Ce type de rythmites a aussi été observé à l'embouchure du ruisseau Entre Deux Caps, près du cap Maillard, où elles sont recouvertes par quelques dizaines de mètres de till. Elles semblent donc différentes des rythmites de l'unité 1, à la base, qu'on retrouve d'ailleurs à quelques endroits au SO, dans des résidus de la basse terrasse, notamment au Petit Cap et au cap à l'Abattis.

Les rythmites basculées de la coupe 1 sont, elles aussi, taillées par une surface d'érosion, soulignée par une couche de 20 cm de petit gravier sableux partiellement oxydé. Au-dessus, l'unité 3 comprend 130 cm de sable fin limoneux stratifié en lits minces et contenant des débris de plantes en position de croissance, des bouts de bois ainsi que des débris organiques transportés (Larouche, 1988).

Section 2

Dans le secteur 2 situé près de l'embouchure de la petite rivière Saint-François, la basse terrasse s'étend sur environ 800 m de longueur ; sa largeur varie de 50 à 275 m et la micro-falaise mesure environ 2 m de hauteur. Six coupes ont été levées dans la moitié sud du secteur, sur une distance

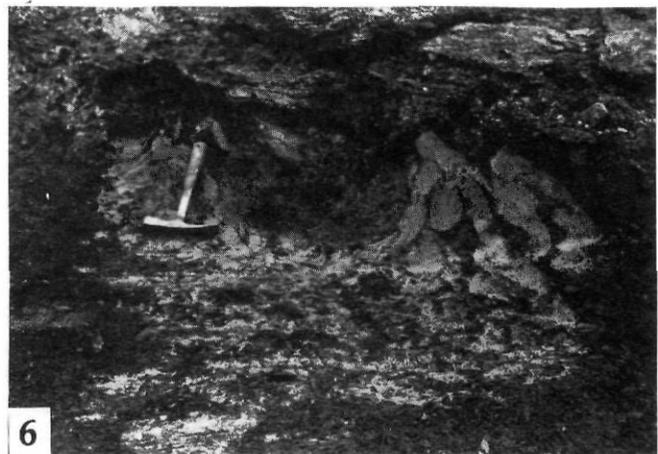


FIGURE 3. Diamicton caillouteux à matrice sableuse, à la base de la micro-falaise de la basse terrasse, secteur 1 (17-10-90).

A stony diamict with sandy matrix at base of cliff cut into the low terrace, in area 1, at Petite-Rivière (90-10-7).

FIGURE 5. Couche de cailloux indurée (conglomérat) à la base du diamict, secteur 1 (15-8-86)

A consolidated stony layer (conglomerate) at base of diamict, area 1 (86-8-15).

FIGURE 7. Faciès intertidal (unité 3) de la basse terrasse, section 1 ; minces couches de sable fin et de limon (vase) ; à remarquer la petite structure sédimentaire (20-8-87).

Intertidal deposit (unit 3) of the low terrace thin layers of fine sand and silt (mud); note the small sedimentary structure (27-8-20).

FIGURE 4. Couche de gravier sableux oxydé et induré entre deux diamictons (17-10-90).

A layer of oxydized and indurated sandy gravel separating two diamicts (90-10-17).

FIGURE 6. Déformations de type diapirique à la base du diamicton et d'une couche de gravier ; injection de limon argileux provenant des rythmites sous-jacentes ; les graviers forment une structure en chaudron (3-11-90).

Diapir-like structures at the base of diamict and a layer of gravel at base of cliff; injections are made of silt and clay from the underlying rhythmites (90-11-3).

FIGURE 8. Détail des rythmites limono-argileuses (varves) du bloc basculé vers le SSO du secteur 1 ; à remarquer les deux couches gris pâle d'argile calcaire (17-10-90).

A close-up on the silty-clayey rhythmites (varves) tilted to the SSW in area 1; note the two light grey carbonated clay layers (90-10-17).

d'environ 400 m. Signalons qu'à cet endroit, le fragment résiduel de la basse terrasse est adossé au grand replat des terrasses de 20-30 m de la Grande Pointe, au pied des pentes de ski.

Dans l'ensemble des coupes (fig. 9), l'unité à la base de la micro-falaise est constituée par un diamicton sableux et caillouteux, compact et fissile, de couleur grise, et d'une épaisseur estimée à 2-3 m. Il occupe la moitié inférieure de la falaise. Dans une excavation faite à la rétrocaveuse, le diamicton repose sur un sable compact légèrement pierreux de plus de 60 cm d'épaisseur.

Dans la micro-falaise, le diamicton est tronqué par une surface d'érosion soulignée par une couche de gravier sableux oxydé et partiellement induré (fig. 10). À l'exception de la coupe 1, il est surmonté par une unité de sable fin et limon gris stratifiés en lits minces contenant des débris de végétaux en place, des bouts de bois et des poches de débris organiques transportés. Ce faciès équivaut à l'unité 3 du secteur 1, soit à un dépôt intertidal. Dans la coupe 4, on observe une belle structure sédimentaire en forme de berceau attribuable à un petit chenal remblayé (fig. 11). Le sommet de la terrasse est coiffé par un sol partiellement organique. Dans la coupe 5, la surface est voilée par une couche de tourbe de 40 cm d'épaisseur, alors que dans la coupe 1, le diamicton est couvert par 90 cm de tourbe.

Les âges au ^{14}C obtenus (N-8) sur des bouts de bois et des débris organiques dans l'unité intertidale sont compris entre 1920 ± 50 (UL-327) et 2300 ± 50 BP (UL-328), alors que l'âge maximal de la tourbe en surface (coupes 1 et 5) est de 1960 ± 50 (UL-326) et 1610 ± 60 (Beta-45278).

Secteur 3

Le secteur 3 est situé en amont du quai, là où la basse terrasse est la plus large (360 m) ; il fait environ 625 m de longueur (fig. 12). À proximité du quai, le rebord externe de la terrasse est sableux. On trouve même en surface une accumulation dunaire d'une centaine de centimètres de hauteur. Il n'y a pas de micro-falaise d'érosion à cet endroit ; le haut du rivage d'environ 20 m de largeur est en pente et forme une plage sableuse ; le sable repose sur un substrat de rythmites argileuses visibles à l'occasion à la flexure de l'estran. D'après les données d'un forage (Picard, 1991, p. 26), l'unité argileuse ferait environ 30 m d'épaisseur. Le quai semble avoir joué un rôle important dans l'accumulation sableuse bordant la basse terrasse à cet endroit.

Au delà de la zone sableuse, en direction du SO, la basse terrasse est entaillée par une micro-falaise de 200 à 250 cm de hauteur avec à son pied un replat d'érosion en pente (5-6°), d'une vingtaine de mètres de largeur, en grande partie couvert de cailloux. Les coupes 1 à 4 de la figure 13 caractérisent ce secteur.

La coupe 1, la plus occidentale, a été levée dans la partie la plus étroite de la basse terrasse. À cet endroit, la falaise comprend à la base un dépôt de rythmites limono-argileuses, calcaires (8-9 %), gris rosâtre, exposées sur 130 cm d'épaisseur. Il est surmonté par une mince couche (10 cm) de sable grossier et petit gravier avec quelques galets ainsi que d'une couche plus épaisse (50 cm) de sable fin limoneux stratifié, correspondant à l'unité 3 de la première section. Latéralement, soit à une trentaine de mètres plus au nord, le dépôt limono-argileux passe sous la falaise actuelle (coupe 2). Il

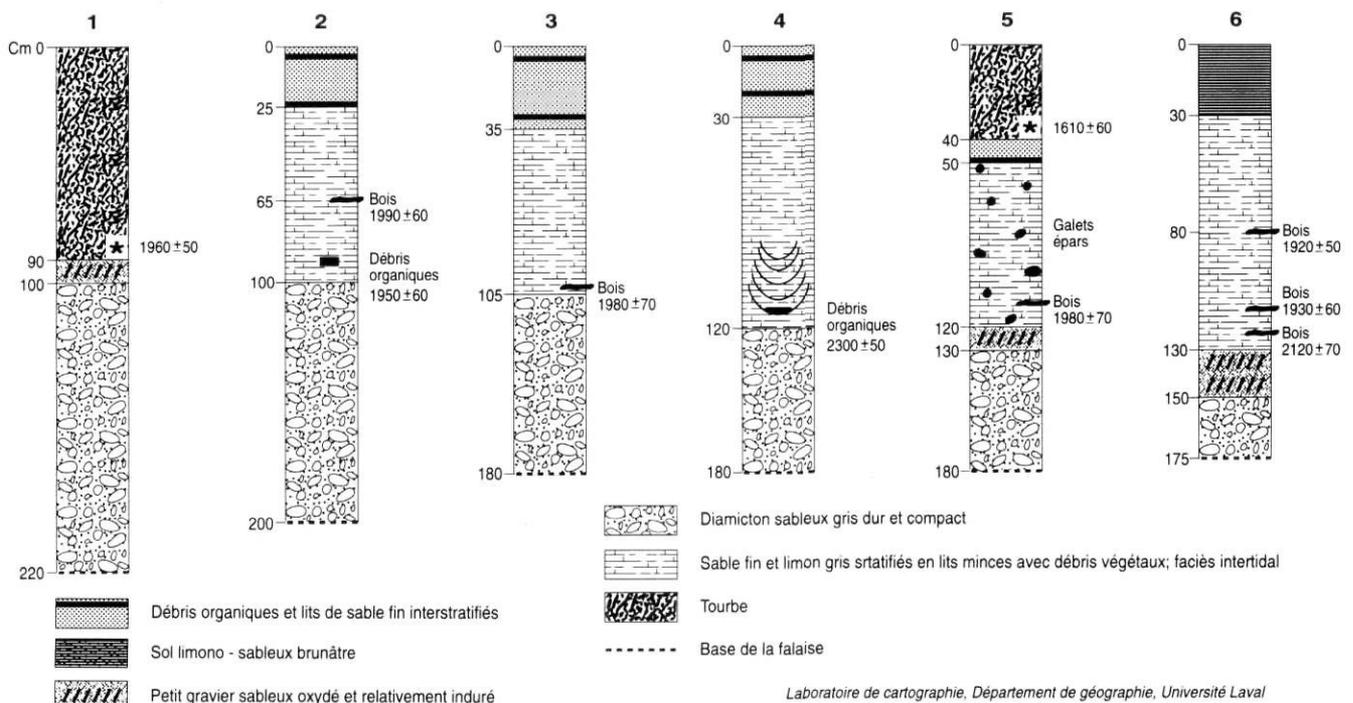


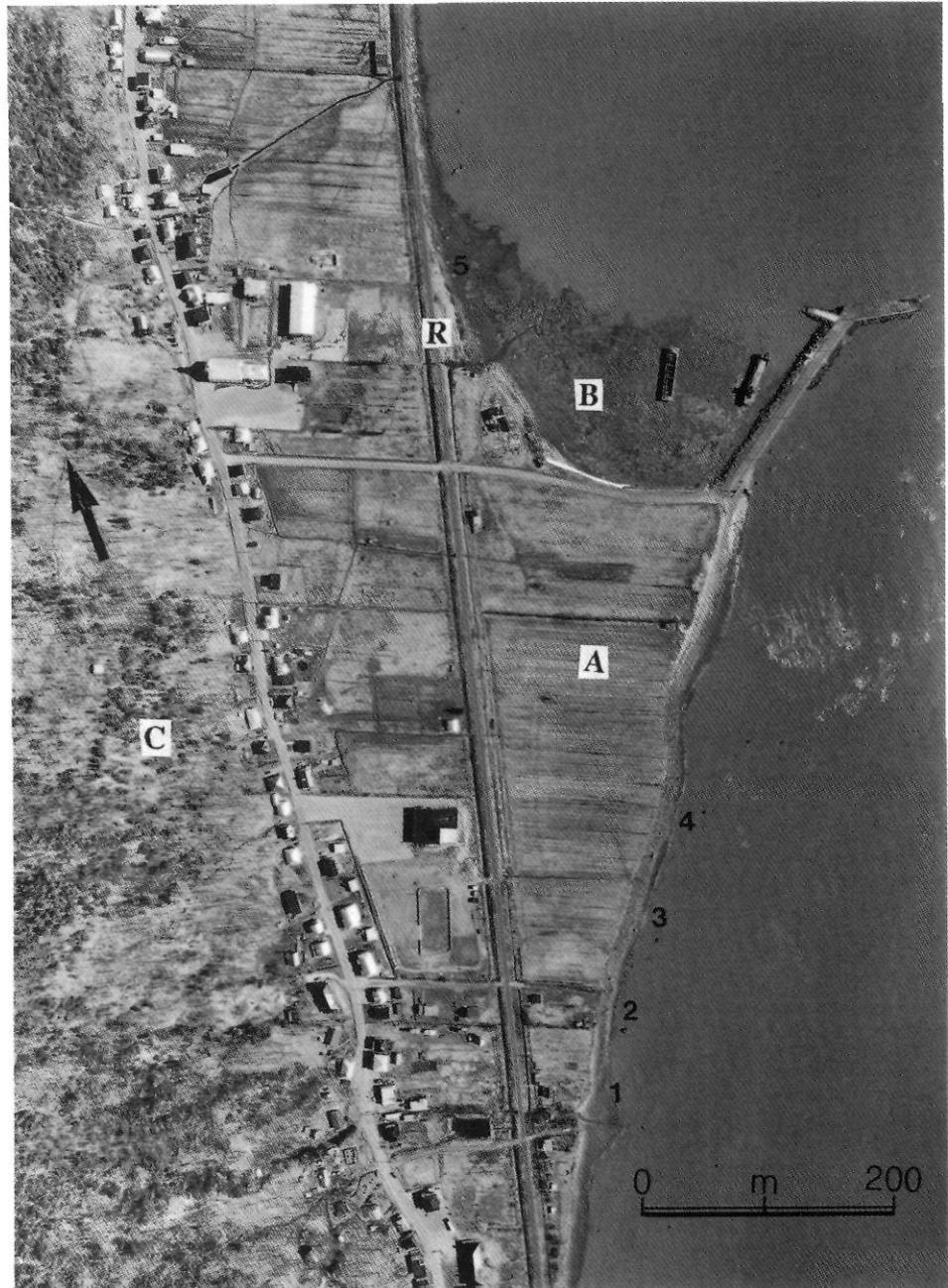
FIGURE 9. Série de coupes dans la basse terrasse du secteur 2, dans le secteur de Grande Pointe.

A series of sections in the low terrace at Grande Pointe, area 2.

Laboratoire de cartographie, Département de géographie, Université Laval

FIGURE 12. Photographie aérienne verticale des secteurs 3 et 4, montrant la basse terrasse (A) dans sa partie la plus large. Au sud du quai, on voit une première zone sableuse suivie d'une zone couverte de cailloux ; cette dernière indique la présence d'un diamicton à cet endroit ; à l'embouchure du petit ruisseau (bas de la photographie) affleurent des rythmites limono-argileuses. Le secteur 4 au nord du quai, a visiblement été érodé dans le passé. On observe un petit marais intertidal (B) dans l'anse du Quai. Dans la partie rectiligne affleure la plate-forme sangamonienne (R) taillée dans les schistes d'Utica. Le versant en terrasse (C) est délimité par la rue Royale. Les chiffres indiquent l'emplacement des coupes de la figure 13. Photographie aérienne Q85312-83 à l'échelle de 1/5 000.

Vertical air photography of the low terrace (A) in the widest area. In area 3 to the south of the wharf, the low terrace is first fronted by a sandy beach and farther by a stony shoreline suggesting occurrence of a diamict; near the small creek (bottom of photo) are outcropping silty-clayey rhythmites. In the area north of wharf, where the low terrace seems to have been eroded in the past, is a small tidal marsh (B); in the straight section is found a remnant of a Sangamon shore platform (R) cut into Utica shales. The foot of the hill slope (C) is delimited by Rue Royale. Numbers refer to sections in Figure 13. Air photography Q85312-83 at scale 1:5 000.



est surmonté par un diamicton argileux, gris rosâtre et gris moyen, peu pierreux, d'environ 70 cm d'épaisseur, caractérisé par des plans de cisaillement indiquant une poussée vers le NE. Ce dépôt est à son tour surmonté d'environ 80 cm de diamicton sableux gris, pierreux, fissile et compact. Le diamicton est séparé du dépôt intertidal, en surface, par une mince couche de sable grossier et de petit gravier.

Les coupes 3 et 4 illustrent la nature de la majeure partie de la basse terrasse exposée dans la micro-falaise du secteur 3. À la base ou sous la falaise, on retrouve les rythmites limono-argileuses gris rosâtre ; elles sont surmontées d'un diamicton sableux et caillouteux, compact et fissile, ayant au moins 140 et 160 cm d'épaisseur, caractérisé par de nombreux plans de cisaillement, avec pendage vers le SSO.

Plusieurs cailloux précambriens allongés sont striés (fig. 14) et orientés SSO-NNE. Bien qu'on y ait trouvé quelques petits cailloux (5-10 cm) de calcaire de Trenton, le diamicton n'est pas calcaire. Sur l'ensemble de la zone exposée, la surface de la basse terrasse est composée par l'unité intertidale qui est plus sableuse ici qu'ailleurs. Les deux unités sont séparées par un mince lit de gravier sableux oxydé soulignant une surface d'érosion dans le diamicton (fig. 15).

Un échantillon de débris organiques récolté à la base de l'unité 3 (coupe 3) a donné un âge au ^{14}C de 2230 ± 80 BP (Beta-55216) comparable aux âges des deux premiers secteurs. Un second échantillon, recueilli en juin 1996 lors de travaux d'excavation pour l'égoût municipal a donné un âge



10



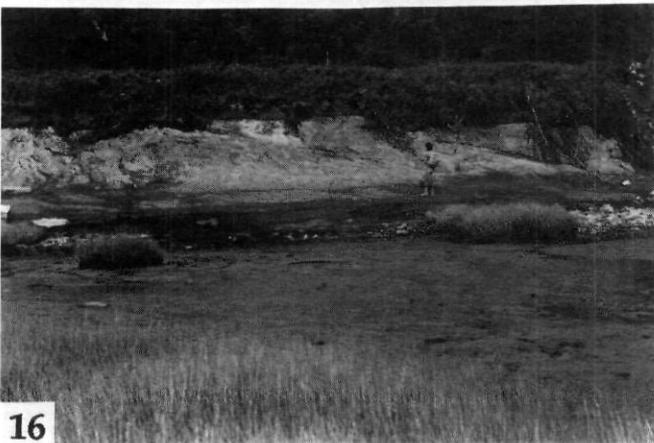
11



14



15



16



17

au radiocarbone de 2610 ± 80 BP. Les débris organiques de plantes de marais (spartine et scirpe) peu décomposées formaient une lentille dans la partie inférieure de l'unité intertidale au-dessus du diamicton. Daté à 310 ± 50 (Beta-31665), le fragment de bois de la coupe 4, récolté à proximité d'un ancien drain souterrain, est vraisemblablement anthropique.

Secteur 4

Le secteur 4 est situé dans l'anse du quai (fig. 12), un secteur où la basse terrasse mesure 215 m de largeur. Le segment étudié, d'environ 200 m de longueur, est longé par le chemin de fer.

Dans la coupe 5 (fig. 13) représentative du secteur, la partie inférieure de la falaise est rocheuse. Il s'agit d'une ancienne plate-forme d'érosion littorale (fig. 16) taillée dans les schistes d'Utica (Ordovicien), dont il subsiste des lambeaux en contrebas du grand escarpement (Rondot, 1979). La surface de la plate-forme relique, qui est à environ 7 m d'altitude, est recouverte par un dépôt intertidal de sable fin et limon stratifiés en lits minces (fig. 17), d'une centaine de centimètres d'épaisseur, semblable à celui des coupes des secteurs précédents. Des débris organiques transportés, récoltés à la base de cette unité, ont donné un âge au ^{14}C de 2670 ± 90 BP (Beta-31666).

FIGURE 10. Coupe dans la micro-falaise de la basse terrasse, dans le secteur 2, montrant à la base un diamicton sableux compact surmonté d'un dépôt intertidal ; les deux unités sont séparées par une couche de petit gravier sableux partiellement oxydé et induré (17-10-90).

Section in the low terrace in area 2 showing a sandy compact diamict at base overlain by a tidal deposit; the two units are separated by a layer of sandy fine gravel partially oxydized and cemented (90-10-17).

FIGURE 11. Structure sédimentaire en berceau dans le dépôt intertidal ; il s'agit soit d'un petit chenal ou encore d'une rainure glacielle remblayée ; les lits au fond de la cuvette contiennent beaucoup de débris organiques transportés (21-8-86).

A bowl-shaped sedimentary structure in the tidal deposit; the structure is likely a small channel or an ice-made furrow subsequently filled-up; bottom layers are enriched in transported organic debris (86-8-21).

FIGURE 14. Bloc précambrien poli et strié dans le diamicton, à la base de la micro-falaise de la basse terrasse du secteur 3 ; les stries sont parallèles au grand axe et le caillou est allongé dans une direction SO-NE (17-10-90).

A Precambrian polished and striated erratic in the diamicton at base of cliff cut into the low terrace in area 3; striations are parallel to the long axis and the boulder is oriented SW-NE (90-10-17).

FIGURE 15. Coupe dans la basse terrasse, secteur 3, montrant un diamicton à la base et un dépôt intertidal en surface séparés par une couche de gravier oxydé et partiellement induré soulignant une surface d'érosion (26-6-92).

A section into the low terrace (area 3), showing a diamict at the base and a tidal deposit at the surface separated by a layer of oxydized gravel partially cemented indicating an erosion surface (92-6-26).

FIGURE 16. Vue générale de la plate-forme rocheuse émergée ; le pied de la falaise correspond au niveau de la plate-forme actuelle alors que le sommet de la falaise correspond au niveau de la plate-forme sangamonienne à environ 7 m d'altitude ; la plate-forme et la falaise sont taillées dans les schistes d'Utica (15-8-86).

A general view of a former shore platform cut into Utica shales; the modern platform is at the base of the cliff while the surface of the old platform is at about 7 m in elevation (86-8-15).

FIGURE 17. Vue détaillée de la plate-forme sangamonienne dont la surface est voilée par un dépôt intertidal holocène (15-8-86).

A close-up view of the Sangamonian shore platform buried by an Holocene tidal deposit (86-8-15).

Secteur 5

Le secteur 5 concerne la partie de la basse terrasse dans la moitié NE du village. Le segment étudié s'étend sur environ 1200 m de longueur. De 200 à 295 m de largeur, la terrasse est découpée de petites anses (fig. 18) et taillée dans divers dépôts avec des changements brusques de faciès sur de courtes distances.

À la pointe du Diamicton, la micro-falaise de la basse terrasse de 160 cm de hauteur expose un diamicton sableux et caillouteux contenant quelques clastes striés et des cailloux allongés dans une direction SO-NE mais inclinée vers le SO. On y a trouvé trois cailloux calcaires (calcaire de Trenton) dont un strié. Des plans de cisaillement dans le diamicton indiquent une poussée vers le NE. Quelques mètres derrière la pointe, on observe un sable moyen à grossier grossière-

ment stratifié et partiellement oxydé dont le contact avec le diamicton n'a pas été observé.

Les coupes 1 à 3 (fig. 19) ont été levées à environ 200 m au N de la pointe du Diamicton. Les deux premières montrent à la base de la partie visible de la falaise entaillant la basse terrasse une unité constituée de sable moyen graveleux, compact, à stratifications peu nettes, reposant sur un sable fin gris brunâtre, oxydé par endroits (2,5 Y 6/2 et 5/2), et affecté de turbations. Ce dépôt semble stérile. Il est recouvert par un dépôt de sable fin limoneux gris, stratifié en lits minces, contenant des débris végétaux oxydés et des fragments de bois.

Dans la coupe 3, l'unité sableuse est tronquée en biseau par un diamicton dont l'épaisseur augmente latéralement vers le NE. La partie sableuse et le diamicton adjacent sont caractérisés par des structures en coin, inclinées vers le SO (fig. 20), qui ressemblent à des *till wedges* (Dionne et Shilts, 1974). Il s'agit de fissures de cisaillement à remplissage sableux oxydé. En conséquence, l'unité sableuse à la base des coupes 1 à 3 correspond vraisemblablement à un dépôt fluvio-glaciaire ou glacio-lacustre antérieur à la mise en place du diamicton. Dans la coupe 3, l'unité basale diamictique et sableuse est taillée par une surface d'érosion soulignée par une mince couche (10 cm) de gravier sableux. Au-dessus, on observe l'unité intertidale sablo-limoneuse d'une épaisseur excédant 100 cm.

À quelques dizaines de mètres au NE de la coupe 3, l'unité sableuse et le diamicton n'existent plus. La partie inférieure de la falaise, de 260 cm de hauteur à cet endroit, est constituée par des rythmites limono-argileuses, gris rosâtre, en position à peu près horizontale. Elles sont recouvertes par 140 cm de sédiments fins intertidaux.

Les âges obtenus (N-5) sur des bouts de bois dans l'unité intertidale sablo-limoneuse des quatre premières coupes varie de 1800 ± 70 (Beta-18330) à 2330 ± 70 (Beta-24654).

À une cinquantaine de mètres au NE de la coupe 4, la basse terrasse est entièrement constituée par des rythmites limono-argileuses (fig. 21). Leur épaisseur serait d'environ 15 m d'après un forage fait à cet endroit (S. Occhietti, *verbatim*).

Compte tenu de leurs caractéristiques, ces rythmites sont des varves de milieu relativement distal. Humide, l'argile est très collante et glissante. De couleur grise légèrement rosâtre (10Y 6/1 ou 4/1, humide ou sec), elle est calcaire. La teneur en carbonates de trois échantillons est respectivement de 12,8, 13,5 et 15,2 %. Bien que l'épaisseur des couches varie, elles ont fréquemment de 3 à 4 cm. Elles sont séparées par des couches de 1 mm. En réalité, les couches limono-argileuses de 3-4 cm d'épaisseur sont constituées d'une superposition de 6 à 8 lamines de 1 à 5 mm, elles-mêmes séparées par des lamines de sable fin de 0,5 mm. L'interface de la couche sableuse porte parfois des traces d'organismes (*trace fossils*) non identifiées. Les rythmites contiennent une faible quantité de cailloux délestés (fig. 22) dont quelques-uns sont striés. On y a trouvé quelques petits galets calcaires polis et striés. Les rythmites limono-argileuses ne contiennent

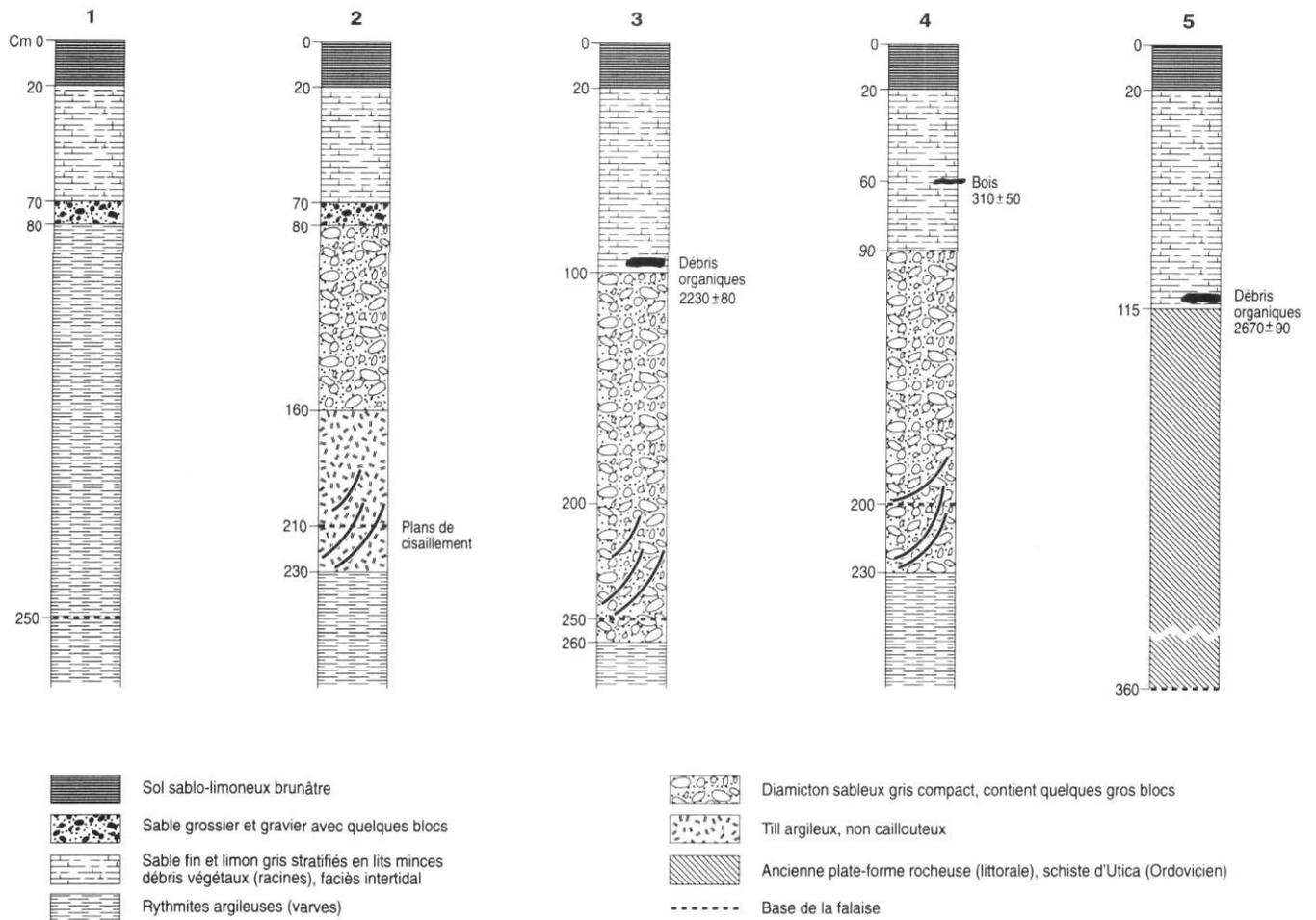


FIGURE 13. Série de coupes dans la basse terrasse des secteurs 3 et 4.

A series of sections in the low terrace in areas 3 and 4.

pas de micro-faune et leur contenu pollinique est faible et relativement peu diversifié (Morasse, 1990).

Dans ce secteur, la surface de la basse terrasse est parsemée de gros blocs précambriens de taille métrique (fig. 18). On n'en a pas observé en place dans les rythmites. Les plus gros cailloux délestés n'excédaient pas 35 cm de grand axe. Les méga-blocs abondent aussi sur le bas estran argileux adjacent à la basse terrasse (Dionne et Poitras, 1996). Signalons que derrière la basse terrasse argileuse, le talus de la terrasse de 20-30 m est taillé dans du till.

La coupe 5, levée à une centaine de mètres au NE du site du forage, montre un placage de diamicton sableux et caillouteux de plus de 200 cm d'épaisseur surmontant les rythmites limono-argileuses, qui, à cet endroit, sont basculées vers le SSO avec un pendage de 25°. À la base, le diamicton comprend des inclusions argileuses provenant des rythmites. On y observe aussi des plans de cisaillement indiquant une poussée vers le NNE. Des petits fragments de bois (conifères) et de la matière organique décomposée trouvés dans un plan de cisaillement ont donné des âges supérieurs à 39 ka (tabl. I).

Plus loin vers le NE, le diamicton disparaît ; la basse terrasse est alors constituée uniquement par les rythmites

limono-argileuses, mais dans ce secteur elles sont souvent déformées (coupe 6) ou basculées tantôt de 25° vers le SO, tantôt de 32° vers le NE (fig. 23). À l'extrémité du secteur 5, la pointe à Cailloux correspond à un autre placage de diamicton sur des rythmites limono-argileuses.

Secteur 6

Le secteur 6 correspond à l'extrémité NE du tronçon occidental (fig. 1). L'étroite frange de la basse terrasse qui subsiste est en grande partie cachée par un remblai de grosses pierres. Les nombreux cailloux striés sur le haut du rivage dans une partie du secteur laissent supposer la présence d'un diamicton.

La figure 24 montre les sédiments de la basse terrasse dans le coin SO de l'anse du Grand Por. La base est composée de trois faciès sableux stratifiés en lits horizontaux de type fluviatile ou glacio-lacustre. Elle est surmontée par un dépôt grossier stratifié d'environ 150 cm d'épaisseur, constitué de petit gravier sableux et de petits galets dont un pourcentage relativement élevé de galets de quartz bien façonnés. Les couches sont inclinées de 5 à 10° vers le NNE. Ce faciès évoque un dépôt littoral du type flèche ou pointe. En surface, une unité de 70 cm d'épaisseur composée de sable fin limoneux gris pâle contient des inclusions de sable très

FIGURE 18. Photographie aérienne verticale de la basse terrasse (A) dans le secteur 5, dans la partie NE du village de Petite-Rivière, un secteur où la basse terrasse est relativement large (150 à 300 m). À remarquer la ligne de rivage irrégulière, le marais intertidal (B) et les nombreux méga-blocs sur la batture argileuse ainsi qu'à la surface de la terrasse au voisinage du vieux bateau échoué. La basse terrasse s'appuie contre le talus de la terrasse de 30-40 m (C) (rue du cimetière) taillé dans du till, des rythmites limono-argileuses et des schistes d'Utica (R). Les chiffres indiquent l'emplacement des coupes de la figure 19. Photographie Q85312-79, à l'échelle de 1/5 000.

Air photography of the low terrace (A) in area 5, NE portion of Petite-Rivière village, an area where the terrace is relatively wide (150-300 m). Note the irregular shoreline, the tidal marsh (B) and the numerous large boulders scattered at the surface of the clayey tidal flat and at the surface of low terrace in the vicinity of the old stranded boat. The low terrace extends landward to the foot of the 30-40 m terrace escarpment (C) cut into till and silt-clay rhythmities. Numbers refer to sections in Figure 19. Photography Q85312-79, at scale 1:5 000.



fin de couleur plus pâle. Ce faciès est l'équivalent de l'unité intertidale des autres secteurs. Derrière, à environ 350 m, la terrasse de 20-30 m est composée à la base par des rythmites limono-argileuses surmontées d'un diamicton. La pointe sableuse de la coupe 6 est vraisemblablement adossée à cette paroi.

Secteur 7

Le secteur 7 correspond au tronçon oriental, au NE de l'embouchure de la rivière de la Martine. La basse terrasse y est bien développée (100 à 200 m de largeur) entre la pointe Pipeau et l'anse de la Vieille Rivière, soit une distance de 1300 m (fig. 25). De ce point jusqu'à l'embouchure du ruisseau à Philomène, il ne subsiste qu'une étroite frange de

basse terrasse n'excédant pas 50 m de largeur. L'altitude de la basse terrasse est de 6 m, soit en moyenne 2 m de moins que dans le secteur occidental. Une micro-falaise de 100-150 cm de hauteur indique que la basse terrasse est en voie d'érosion sur l'ensemble de sa longueur. La pointe des Grandes Mules est formée d'une série de cordons littoraux sableux récents accolés à la basse terrasse.

Les coupes de la figure 26, levées dans l'ordre du SO vers le NE, illustrent les divers faciès caractérisant la basse terrasse dans le secteur oriental. Levée à la pointe à Pipeau, la coupe 1 fait voir en surface un dépôt de plage (cordon littoral), d'environ 100 cm d'épaisseur formé d'un sable moyen à grossier et de petits graviers stratifiés contenant des galets dispersés (fig. 27). Cette unité sableuse repose sur un dépôt

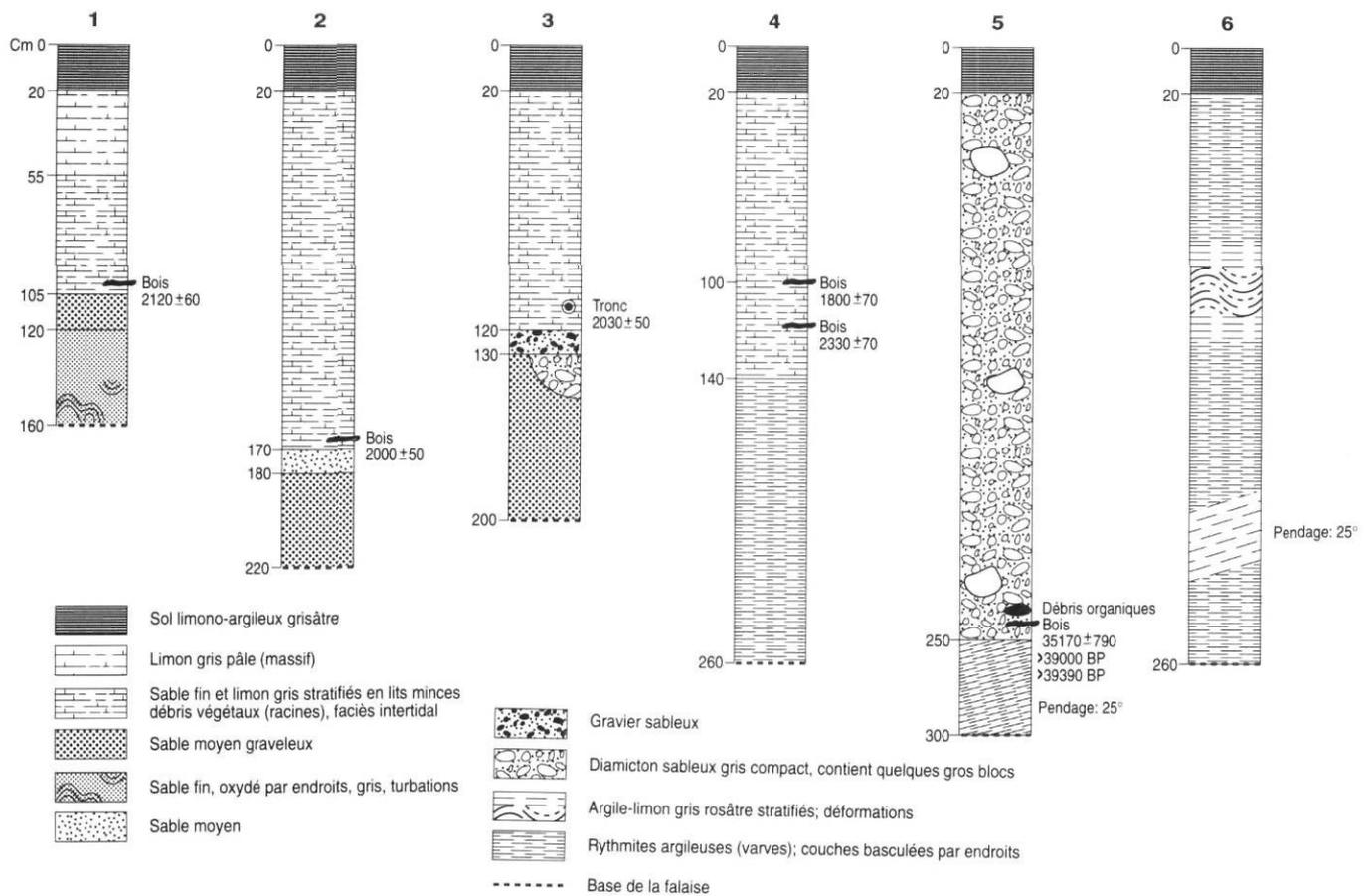


FIGURE 19. Coupes dans la basse terrasse dans le secteur 5. *A series of sections in the low terrace in area 5.*

TABLEAU I

Dates au ¹⁴C sur matériel glacio-lacustre et till à Petite-Rivière et île aux Coudres (Charlevoix)

N° Laboratoire	Âge BP	Matériel	Dépôt	Référence
A- Petite-Rivière :				
Beta-35575	35 170 ± 790	Débris organiques	Diamicton (base)	(présent article)
GSC-5080	>39 000	Bois (conifère)	Diamicton (base)	(présent article)
Beta-45279	>39 390	Bois (conifère)	Diamicton (base)	(présent article)
TO-3424	52 900 ± 1560	Bois	Diamicton (base)	(présent article)
B- île aux Coudres :				
GSC-4252	>39 000	Bois	Glacio-lacustre	Allard (inédit)
UL-11-2	>35 000	Bois	Glacio-lacustre	Allard (inédit)
UL-11	34430 ± 1770	Bois	Glacio-lacustre	Brodeur et Allard (1985)
UL-12	30 220 ± 1060	Tourbe	Glacio-lacustre	Brodeur et Allard (1985)
I-13549	28 170 ± 960	Bois	Glacio-lacustre	Brodeur et Allard (1985)
UL-10	26 400 ± 960	Tourbe	Glacio-lacustre	Brodeur et Allard (1985)



20



21



22



23

FIGURE 20. Détail d'une coupe dans la basse terrasse à environ 150 m au NE de la pointe du Diamicton montrant un dépôt de sable compact, partiellement oxydé, coupé en biseau par un dépôt de diamicton ; à remarquer les deux fissures de cisaillement touchant à la fois le sable et le till (12-7-90).

A close-up view of the low terrace about 150 m NE of Pointe au Diamicton showing a sand deposit overlain by a diamict. Note that both units are cut by overthrust fissures (90-7-12).

FIGURE 22. Cailloux précambriens délestés dans les rythmites limono-argileuses calcaires du secteur 5 ; le gros bloc était strié (5-8-93).

Ice-rafted Precambrian erratics in the calcareous silt-clay rhythmites (varves) in area 5; the larger clast was striated (93-8-5).

intertidal, d'environ 100 m d'épaisseur, de sable fin et limon stratifiés en lits minces et contenant des racines et des tiges de plantes en position de croissance. Les deux premières unités contiennent des bouts de bois flottés. Le dépôt intertidal repose sur une mince (10 cm) couche de gravier oxydé et induré coiffant un sable moyen jaunâtre, d'une épaisseur de plusieurs décimètres.

La coupe 2 a été levée à l'embouchure d'un petit ruisseau séparant la pointe sableuse du reste de la basse terrasse. L'unité superficielle est composée d'un faciès tourbeux et sablo-organique, riche en fragments de bois flottés, d'environ 175 cm d'épaisseur. Ce dépôt de milieu humide lagunaire repose sur un dépôt intertidal de sable fin et limon.

FIGURE 21. Détail des rythmites limono-argileuses (varves) dans la basse terrasse, à proximité du vieux bateau, section 5 (12-7-90).

A close-up view of silt-clay rhythmites (varves) near the old boat, area 5 (90-7-12).

FIGURE 23. Bloc de rythmites limono-argileuses basculé vers le NE, dans la falaise de la basse terrasse près de la pointe à Cailloux ; le pendage des couches est de 32° (13-8-86).

A large fragment of silt-clay rhythmites tilted to the NE with layers sloping at 32°, shown in the cliff of the low terrace near Pointe à Cailloux (86-8-13).

À une dizaine de mètres plus loin (coupe 3), la basse terrasse comprend, en surface, une cinquantaine de centimètres de sable moyen à grossier avec d'abondantes tiges et racines de graminées. Il s'agit d'un mince cordon littoral de débordement partiellement éolisé coiffant l'unité intertidale (fig. 28) d'une centaine de centimètres d'épaisseur. Cette dernière unité contient d'abondants débris de plantes de milieu humide (Larouche, 1988) ainsi que des bouts de bois flottés. Le dépôt intertidal surmonte un sable moyen jaunâtre de plusieurs décimètres d'épaisseur.

Dans les coupes 4 et 5, représentatives du secteur au SO de la pointe d'Aulnes, le dépôt intertidal repose sur des rythmites limono-argileuses déformées et plissées (fig. 29),

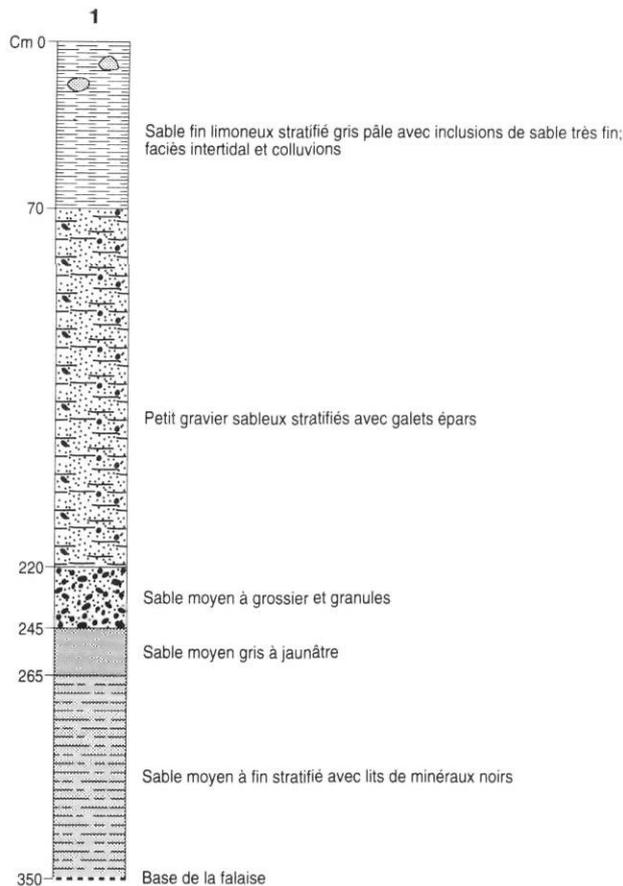


FIGURE 24. Coupe dans la basse terrasse à la section 6, coin SO de l'anse du Grand Por.

A section of the low terrace in the SO area of Anse du Grand Por.

visibles sur le replat d'érosion, d'une vingtaine de mètres de largeur, adjacent à la micro-falaise. Par endroits de minces placages de diamicton recouvrent les rythmites (fig. 30). Là aussi l'unité intertidale est riche en débris organiques et en bouts de bois flottés.

La coupe 6 représente le secteur compris entre la pointe d'Aulnes et la pointe des Grandes Mules. En surface, on observe un placage d'une cinquantaine de centimètres de sable fin colonisé par des graminées. Il s'agit du même cordon littoral éolisé retrouvé dans les coupes précédentes. Mais ici, ce dépôt sableux recouvre une mince (10 cm) couche de tourbe et 30 cm de sable fin riche en débris organiques qui correspond à un faciès de haut de rivage humide. Le tout repose sur 80 cm de dépôt intertidal et sur les rythmites limono-argileuses à la base.

La coupe 7 a été levée près de l'embouchure de la Vieille Rivière. À cet endroit, la partie superficielle de la basse terrasse est plutôt organique avec une trentaine de centimètres de tourbe et de tourbe sableuse et 50 cm de sable fin riche en débris organiques. L'unité superficielle repose sur 90 cm de sédiments intertidaux contenant des bouts de bois flottés. La base de la micro-falaise est constituée par un diamicton compact d'épaisseur inconnue.

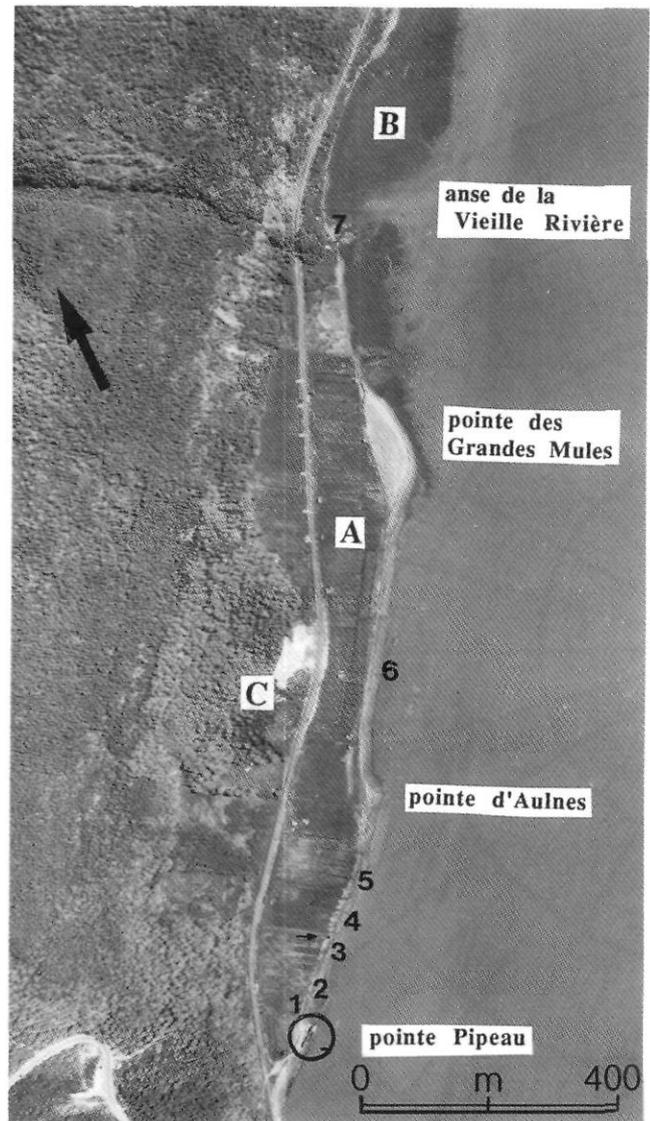


FIGURE 25. Photographie aérienne verticale de la basse terrasse dans le tronçon oriental, au NE de la rivière de la Martine. La basse terrasse (A) est adossée au talus de la terrasse de 30-40 m (C) composée de rythmites, de till et de fluvioglacière. À remarquer la série de cordons sableux récents, à la pointe des Grandes Mules, et le marais intertidal (B) dans l'anse du ruisseau de la Vieille Rivière. Les chiffres indiquent l'emplacement des coupes de la figure 26. Photographie Q76327-63, à l'échelle de 1/10 000.

Vertical air photography of the low terrace in the area NE of Rivière de la Martine. The low terrace (A) extends to the foot of the 30-40 m terrace (C) cut into rhythmites, till and coarse fluvioglacial gravel. Note the recent spit at Pointe des Grandes Mules and the tidal marsh (B) in the cove of Ruisseau de la Vieille Rivière. Numbers refer to sections in Figure 26. Photography Q76327-63, at scale 1:10 000.

Les âges au ^{14}C obtenus sur des fragments de bois flottés ou des débris organiques dans l'unité intertidale vont de 530 ± 50 (Beta-24650) à 1120 ± 60 BP (Beta-44572); ceux de l'unité superficielle sableuse, sablo-organique ou tourbeuse, vont de 210 ± 80 (Beta-28376) à 510 ± 60 (Beta-54310). Une concrétion calcaire dans les varves déformées a donné un âge U/Th de $65\,000 \pm 5000$ (GÉOTOP).

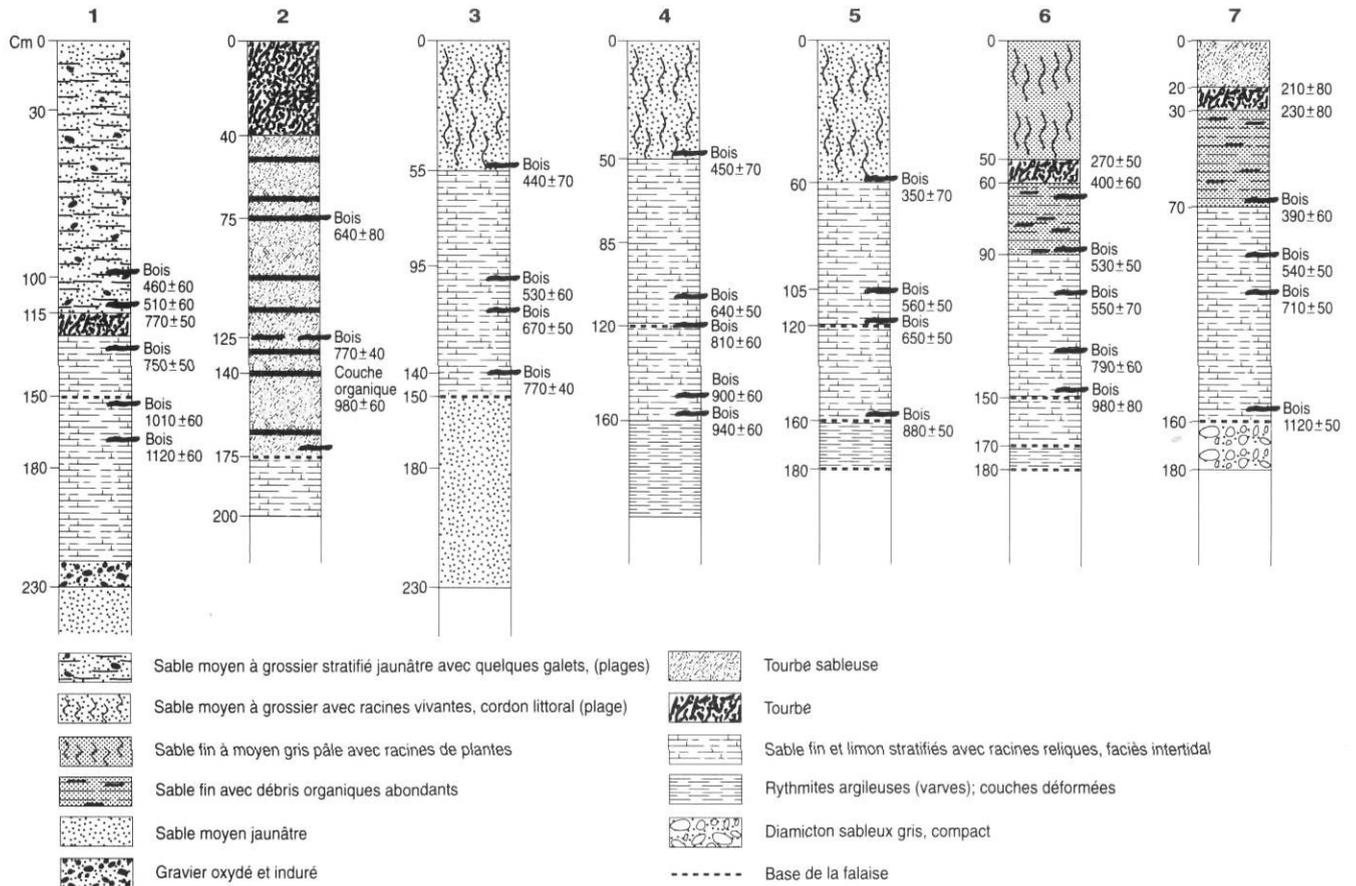


FIGURE 26. Série de coupes dans la basse terrasse du tronçon oriental.

A series of sections in the low terrace in the area NE of Rivière de la Martine.

ORIGINE, MODE DE FORMATION ET ÂGE DE LA BASSE TERRASSE

À Petite-Rivière, la basse terrasse constitue un équivalent de la terrasse Mitis ailleurs sur les rives du Saint-Laurent estuarien (Goldthwait, 1911 ; Dionne, 1963, 1992, 1993). Les coupes décrites témoignent que cette terrasse est constituée de divers types de dépôts meubles d'âge fort différent. Il s'agit d'une forme polygénique, à la fois d'érosion et d'accumulation.

LE MODE DE FORMATION

La première phase d'édification a été une phase érosive durant laquelle une surface d'érosion a été taillée dans des dépôts anciens (glaciaires, fluvio-glaciaires ou glacio-lacustres) et, à un endroit, dans le roc. Il s'agit là d'une ancienne plate-forme d'érosion probablement d'âge sanga-monien. Le dépôt le plus ancien et le plus fréquemment retrouvé correspond aux rythmites limono-argileuses, des varves de type distal. L'âge U/Th obtenu sur une concrétion calcaire indique une mise en place antérieurement au Wisconsinien supérieur. Dans la basse terrasse comme sur la partie supérieure de l'estran, ces rythmites sont souvent déformées et plissées. Il ne s'agit pas de simples turbations

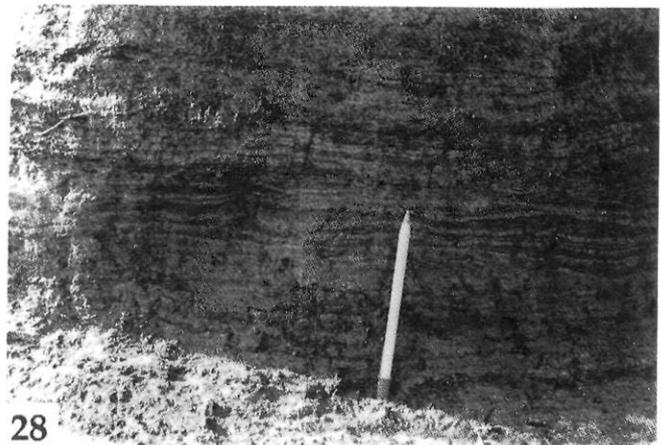
ou de structures intraformationnelles, mais de perturbations majeures résultant de pressions ou de mouvement en masse.

Les rythmites sont souvent surmontées par un diamicton sableux et caillouteux relativement mince (généralement moins de deux mètres). À quelques endroits, la base du diamicton est enrichie d'éléments argileux provenant des rythmites. Dans le secteur 5, les rythmites sont, à un endroit, surmontées d'un diamicton d'environ 200 cm d'épaisseur qui contient à sa base des débris de bois silicifiés datés à plus de 39 ka (tabl. I). Dans le tronçon oriental, la terrasse de 20-30 m derrière la basse terrasse est, elle aussi, composée à sa base de rythmiques limono-argileuses, surmontées par un till dont la base argileuse contient des fragments de bois silicifiés datés à 52 900 ± 1560 (TO-3424). L'âge ancien des varves est donc confirmé par le dépôt de till le recouvrant.

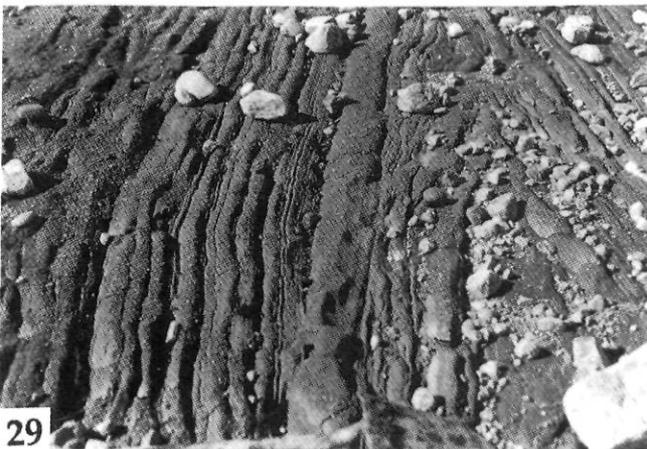
Toutefois, le caractère discontinu du diamicton dans la basse terrasse invite à s'interroger sur son origine réelle. S'agit-il d'un dépôt glaciaire mis en place directement par une masse de glace active ou de sédiments glaciaires provenant du versant raide du Bouclier à proximité, sédiments qui auraient pu glisser dans la Mer de Goldthwait et fluer, ici et là, sur les rythmites ? Après l'analyse de l'ensemble des données, nous croyons qu'il s'agit d'un till mis en place par une



27



28



29



30

FIGURE 27. Coupe dans la basse terrasse à la pointe Pipeau montrant un dépôt de sable et gravier stratifié correspondant à des plages (23-6-92).

A section into the low terrace at Pointe Pipeau showing a stratified sand and gravel deposit (beaches) (92-6-23).

FIGURE 29. Rythmites limono-argileuses calcaires déformées, exposées sur le replat d'érosion en face de la basse terrasse du secteur oriental (13-8-86).

Silt-clay carbonated rhythmites (varves) exposed in the eroded surface, in front of the low terrace, in the NE area (86-8-13).

FIGURE 28. Détail du dépôt intertidal formant la partie supérieure de la basse terrasse du secteur oriental (13-8-86).

A close-up view of the tidal deposit exposed in the micro-cliff of the low terrace in the NE area (86-8-13).

FIGURE 30. Mince placage de diamicton résiduel sur les rythmites limono-argileuses, sur le replat d'érosion au front de la basse terrasse du secteur oriental (24-6-91).

A thin residual layer of diamicton overlying the silt-clay rhythmites occurring at the surface of the eroded platform, in front of the low terrace, in the NE area (91-6-24).

masse de glace relativement mince et probablement flottante, s'écoulant vers le NE dans la vallée du Saint-Laurent. Cette interprétation est basée : 1) sur les plans de cisaillement observés à plusieurs endroits dans le till et dans les sédiments glacio-lacustres ; 2) sur la trame du till (fig. 31) ; ainsi que 3) sur la présence de cailloux striés, allongés dans une direction SO-NE ou de cailloux relevant du nez vers le NE.

La constante des indices de mouvement étant généralement vers le NE, on en déduit que le diamicton a été mis en place par une masse de glace active s'écoulant vers le NE. Il s'agit de la glace canalisée dans la vallée du Saint-Laurent. Les trames du till mis en place par l'Inlandsis laurentidien indiquent plutôt un écoulement du NO vers le SE (fig. 31-5). Comme les dates au ^{14}C obtenues à base du diamicton pro-

viennent de fragments organiques du substrat argileux sous-jacent (varves), il est difficile de déterminer l'âge réel du till.

Le dépôt sableux, observé entre autres dans les coupes 1 à 3 du secteur 5, est probablement un faciès glacio-lacustre. Étant surmonté à un endroit par le diamicton, il lui est antérieur. Les fissures à coin de sable déformées, qui caractérisent la section sableuse adjacente au diamicton, indiquent une pression orientée vers le NE. Ce dépôt aurait donc lui aussi été surmonté par une masse de glace active s'écoulant vers le NE.

À Petite-Rivière, le substrat de la basse terrasse a été taillé dans divers types de dépôts avant d'être recouvert de sédiments fins. Comme on l'a vu, dans la plupart des coupes, la surface d'érosion est soulignée par un lit sableux ou

graveleux. L'édification de la basse terrasse a donc débuté par une phase d'érosion de durée indéterminée. Dans le secteur occidental, la surface d'érosion n'est pas exactement à la même altitude partout. La variation est plus faible dans le secteur oriental.

Cette première étape a été suivie par une phase d'accrétion ou de construction. Dans l'ensemble des coupes du secteur occidental, le dépôt recouvrant le substrat meuble est un dépôt intertidal caractérisé par la présence de débris de plantes en position de croissance, de bouts de bois et de débris organiques transportés. Ce faciès correspond à celui que l'on trouve habituellement dans la zone occupée par le schorre inférieur. Cette séquence fine d'agradation traduit des

conditions de sédimentation favorables indiquant une tendance à la hausse du niveau marin relatif (légère transgression), un événement reconnu ailleurs sur les rives du Saint-Laurent estuarien (Dionne, 1988b, 1990a ; Dionne et Coll, 1995).

La situation est similaire dans le tronçon oriental. Le substrat de la basse terrasse correspond là aussi à une surface d'érosion, mais elle est plus basse. Rarement visible au pied de la micro-falaise, on l'observe plutôt sur le replat d'érosion actuel, à son front. La plupart du temps, elle est taillée dans les rythmites limono-argileuses. Il ne subsiste que de minces placages de diamicton. À un endroit, les cailloux sont enfoncés dans l'argile des rythmites déformées. Comme on le sait, le dépôt meuble recouvrant la surface d'érosion est un faciès intertidal correspondant à la partie supérieure du bas estran. Malgré certaines différences, ce dépôt est l'équivalent de l'unité intertidale du tronçon occidental.

L'ÂGE DE LA BASSE TERRASSE

Dans le tronçon occidental, les âges au ¹⁴C obtenus sur la matière organique indiquent une mise en place du dépôt intertidal entre 1,8 et 2,8 ka (tabl. II). D'après les dates disponibles (N-24), l'âge médian de l'unité intertidale est de 2000 ± 50 BP (Beta-38605). Si on tient compte de l'âge de la tourbe en surface dans le secteur 2, la basse terrasse aurait émergé autour de 1,9 ka.

Dans le tronçon oriental, les âges au ¹⁴C obtenus sur de la matière organique et du bois dans l'unité intertidale vont de 530 ± 50 (Beta-24650) à 1120 ± 60 (Beta-44572), avec

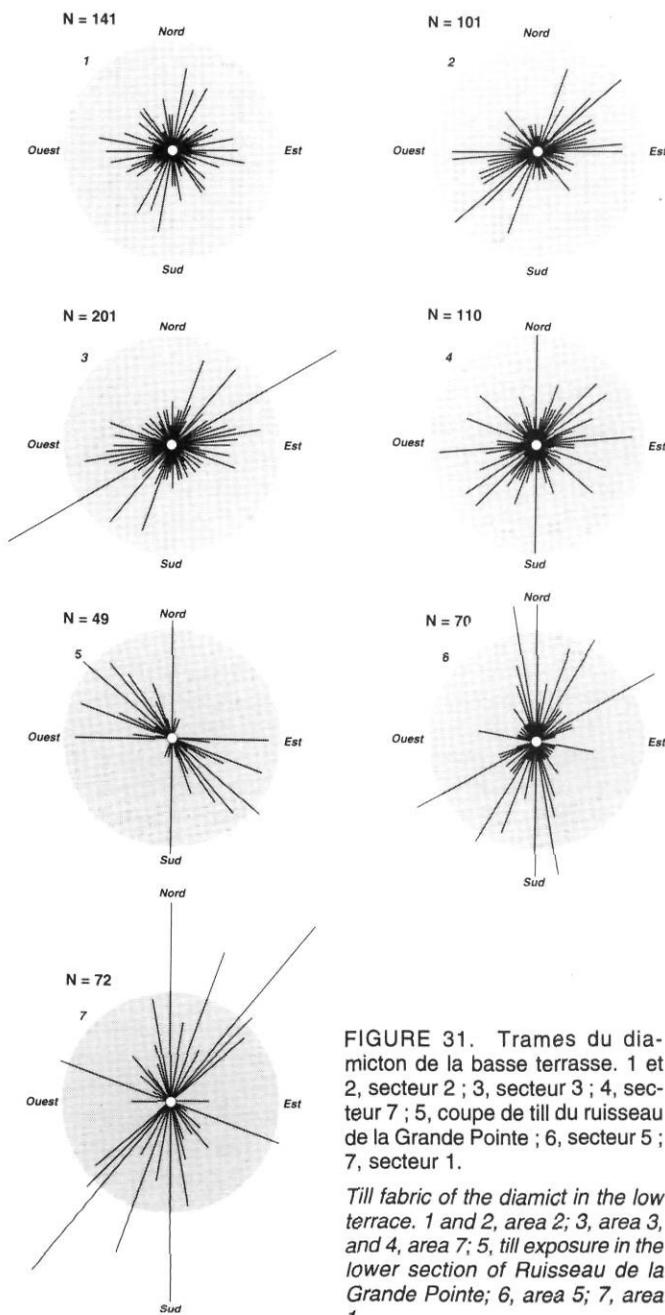


FIGURE 31. Trames du diamicton de la basse terrasse. 1 et 2, secteur 2 ; 3, secteur 3 ; 4, secteur 7 ; 5, coupe de till du ruisseau de la Grande Pointe ; 6, secteur 5 ; 7, secteur 1.

Till fabric of the diamict in the low terrace. 1 and 2, area 2; 3, area 3, and 4, area 7; 5, till exposure in the lower section of Ruisseau de la Grande Pointe; 6, area 5; 7, area 1.

TABLEAU II

Dates au ¹⁴C de la terrasse Mitis, dans le secteur SO à Petite-Rivière (Charlevoix)

No laboratoire	Âge BP	Matériel
Beta-18330	1800 ± 70	Bois
Beta-45275	1830 ± 70	Bois
Beta-44567	1850 ± 70	Bois
Beta-18332	1900 ± 60	Bois
UL-327	1920 ± 50	Bois
Beta-28359	1930 ± 60	Bois
GSC-5228	1950 ± 60	Débris organiques
UL-326	1960 ± 50	Tourbe
Beta-18331	1980 ± 70	Bois
Beta-45276	1980 ± 70	Bois
Beta-24652	1980 ± 80	Bois
Beta-38605	2000 ± 50	Bois
Beta-38604	2030 ± 50	Bois
Beta-24653	2120 ± 60	Bois
Beta-45277	2120 ± 70	Bois
Beta-44568	2130 ± 80	Débris organiques
Beta-44569	2170 ± 70	Débris organiques
Beta-55216	2230 ± 80	Débris organiques
UL-328	2300 ± 50	Débris organiques
Beta-24654	2330 ± 70	Bois
Beta-28360	2530 ± 90	Débris organiques
UL-1496	2610 ± 80	Débris organiques
Beta-31666	2670 ± 90	Débris organiques
UQ-1389	2800 ± 200	Bois

TABLEAU III

Dates au ^{14}C de la terrasse Mitis, dans le secteur NE à Petite-Rivière (Charlevoix)

No laboratoire	Âge BP	Matériel
A- unité de surface (organique et plage) :		
Beta-28376	210 ± 80	Tourbe
Beta-28377	230 ± 80	Tourbe
Beta-24649	270 ± 50	Tourbe
UL-596	300 ± 70	Bois
UL-436	350 ± 70	Bois
UL-1366	390 ± 70	Bois
Beta-28362	390 ± 60	Bois
Beta-28363	400 ± 60	Tourbe
UL-438	440 ± 70	Bois
UL-460	450 ± 70	Bois
Beta-48976	460 ± 60	Bois (plage)
Beta-54310	510 ± 60	Bois (plage)
B- unité intertidale :		
Beta-24650	530 ± 50	Bois
Beta-44570	540 ± 50	Bois
Beta-28304	550 ± 40	Bois
UL-439	550 ± 70	Bois
Beta-24648	560 ± 50	Bois
GSC-5224	570 ± 50	<i>Abies</i> sp.
UL-329	640 ± 50	Bois
UL-437	640 ± 80	Bois
UL-330	650 ± 50	Bois
Beta-24651	670 ± 50	Bois
Beta-45280	710 ± 50	Bois
Beta-44571	750 ± 50	Bois
Beta-28305	770 ± 40	Bois
UL-331	770 ± 40	Bois
Beta-44573	770 ± 50	Débris organiques
Beta-38606	790 ± 60	Bois
UL-459	810 ± 60	Bois
Beta-45282	880 ± 50	Bois
GSC-5218	900 ± 60	<i>Betula</i> sp.
GSC-5215	940 ± 60	<i>Pinus strobus</i>
UL-1370	940 ± 60	Bois
UL-334	980 ± 60	Débris organiques
UL-534	980 ± 80	Bois
Beta-45281	1010 ± 60	Bois
Beta-28361	1120 ± 50	Bois
Beta-44572	1120 ± 60	Bois

médiane (N-26) de 770 ± 40 (UL-331) (tabl. III). L'âge de la couche superficielle tourbeuse ou sablo-organique correspond à peu près au niveau atteint présentement par les tempêtes lors des vives eaux ; elle date de 210 ± 80 (Beta-28376) à 510 ± 60 (Beta-54310). Il existe donc une différence d'âge importante entre les unités intertidales des tronçons oriental et occidental, qui ne s'explique pas par l'absence de calibration des dates utilisées. Comment alors expliquer cet écart ?

L'HYPOTHÈSE NÉOTECTONIQUE

Rappelons d'abord que l'âge médian de la basse terrasse dans le secteur occidental (2000 ± 50 BP) correspond exactement à celui de la terrasse Mitis dans la plupart des sites du Saint-Laurent estuarien entre Matane et Deschambault, qui est de 2080 ± 60 (Beta-33922) ; cet âge est fondé sur 26 dates provenant de 15 sites (Dionne, 1992, 1993). On peut donc considérer que la basse terrasse du tronçon occidental a été édiflée au cours de la même période qu'ailleurs sur les rives de l'estuaire du Saint-Laurent, soit sous un niveau de base équivalent et dans des conditions paléo-environnementales comparables.

La grande différence d'âge de la basse terrasse du tronçon oriental implique qu'elle a été édiflée à une époque plus récente pour une raison d'origine locale et qu'il ne s'agit pas d'une simple fluctuation du niveau marin dans l'ensemble de l'estuaire. Nous croyons que l'explication relève de la néotectonique (Dionne, 1990b, 1991).

En effet, les deux tronçons sont séparés par une faille orientée NO-SE, qui passe dans l'axe de la rivière de la Martine. Il s'agit d'une faille circulaire de l'enceinte de l'astrolème de Charlevoix (Rondot, 1968, 1979). Une autre faille circulaire à peu près parallèle suit le flanc gauche de la vallée de la rivière du Gouffre. De plus, il existe toute une série de failles en gradins dans le secteur de Petite-Rivière (Lamontagne, 1987a : 17) dont la faille du Saint-Laurent qui longe le pied de l'escarpement rocheux (Rondot, 1979).

Dans ces conditions et compte tenu du caractère sismique de la région (Anglin, 1984 ; Lamontagne, 1987a, 1987b), on suppose que le compartiment entre la rivière de la Martine et Baie-Saint-Paul a bougé au cours de l'Holocène. Il se serait affaissé légèrement, ce qui expliquerait d'une part la différence d'altitude de deux mètres entre les deux tronçons de la basse terrasse et d'autre part l'absence quasi généralisée du diamicton au-dessus des varves dans le tronçon oriental. L'affaissement ayant abaissé la surface meuble, celle-ci s'est trouvée au niveau de la zone intertidale, ce qui a permis l'érosion de l'unité diamictique de un à deux mètres d'épaisseur, unité fréquemment retracée dans la micro-falaise de la basse terrasse au SO de la rivière de la Martine. Les minces placages de diamicton sur les rythmites observés à quelques endroits témoignent de l'existence antérieure de cette unité avant la phase de sédimentation intertidale postérieure à l'affaissement. Cet événement est probablement survenu entre 2 et 1,2 ka, puisque l'âge maximal du dépôt intertidal dans le tronçon oriental est de 1120 BP.

Ainsi la basse terrasse à Petite-Rivière semble constituer une preuve morpho-sédimentologique d'une certaine activité néotectonique dans la région de Charlevoix. Elle vient appuyer d'autres indices probants (Anglin, 1984 ; Lamontagne, 1987a ; Chagnon et Locat, 1988 ; Adams, 1989 ; Fenton, 1994). En effet, Chagnon et Locat (1991) attribuent à la néotectonique l'inclinaison vers l'amont d'une terrasse du versant gauche de la vallée de la rivière du Gouffre près de Baie-Saint-Paul. L'âge de l'événement serait postérieur à 9 ka. Il est possible que l'activité néotectonique holocène signalée ici ait un rapport étroit avec le caractère sismique de la région de Charlevoix.

CONCLUSION

À Petite-Rivière, la basse terrasse, au pied du massif de Charlevoix, est une forme polygénique. Son substrat correspond à une surface d'érosion taillée dans divers types de dépôts quaternaires, en particulier du till et des rythmites (varves) limono-argileuses anciennes. Dans un secteur, le substrat rocheux de la basse terrasse constitue un témoin de la plate-forme intertidale sangamonienne. Par contre, la partie superficielle de la terrasse, constituée d'un dépôt intertidal, date de l'Holocène supérieur. Il existe une différence d'âge d'environ 1,2 ka entre les tronçons occidental et oriental de la basse terrasse attribuable à la néotectonique, vraisemblablement liée au caractère sismique de la région. L'âge du tronçon occidental de la basse terrasse, à Petite-Rivière, correspond à celui de la terrasse Mitis ailleurs sur les rives du Saint-Laurent estuarien. La terrasse a donc été édifiée sous le même plan d'eau et dans des conditions paléoenvironnementales comparables. L'affaissement du secteur oriental est survenu après, soit il y a environ un millénaire d'après les dates au radiocarbone.

Longtemps ignorée, la région de Petite-Rivière mérite certainement une plus grande attention de la part des quaternaristes et des géomorphologues. Les formations meubles quaternaires variées qu'on y trouve devraient permettre de retracer les événements géologiques survenus dans la région au cours d'une partie du Quaternaire. Les corrélations stratigraphiques avec le site de l'île aux Coudres, à proximité (Occhietti *et al.*, 1995) et peut-être aussi avec la région de Tadoussac (Dionne et Occhietti, 1996b) restent à faire.

REMERCIEMENTS

La présente contribution s'inscrit dans un projet de recherches sur le Quaternaire et l'évolution des rives du Saint-Laurent estuarien subventionné par le Conseil national de recherches du Canada (programme CRSNG) et par la Commission géologique du Canada. Deux anciens étudiants du Département de géographie (Université Laval), Stéphen Poitras et Jean Lavoie ont participé aux travaux de terrain. Les discussions avec des collègues (Alexis Dreimanis, J.-S. Vincent, J.-M. Dubois, S. Occhietti, G. Lortie, M. Allard, Y. Michaud, M. Parent, A. Bolduc, entre autres) ont été utiles pour une meilleure compréhension du milieu. Les figures au trait ont été réalisées au Laboratoire de cartographie du Département de géographie (U.L.) et les photographies traitées par le Service audio-visuel de la Faculté des lettres. Les analyses granulométriques et la calcimétrie ont été faites par F. Shériff et R. Bonenfant. Les macro-restes de quelques échantillons de l'unité intertidale ont été analysés par A. Larouche, alors que l'analyse du pollen des échantillons de varves de deux coupes des secteurs 1 et 5, a été faite par Nicole Morasse (Laboratoire de paléobiogéographie et de palynologie, Université de Montréal). Une partie des analyses au ¹⁴C ont été faites au Laboratoire de radiodatation du Centre d'études nordiques. La datation U/Th a été faite au Laboratoire de l'Université du Québec à Montréal (GÉOTOP), dirigé par Claude Hillaire-Marcel. Le manuscrit a été traité par madame T. Lambert. Nous remercions les plus sin-

cières s'adressent à l'ensemble des personnes qui nous ont apporté une aide.

RÉFÉRENCES

- Adams, J., 1989. Postglacial faulting in eastern Canada : Nature, origin and seismic hazard implications. *Tectonophysics*, 163 : 323-331.
- Anglin, F., 1984. Seismicity and faulting in the Charlevoix zone of the St. Lawrence valley. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 74 : 595-603.
- Bonenfant, R., 1993. Chronologie des événements post-glaciaires à l'Holocène dans la basse vallée du Gouffre (Charlevoix). Mémoire de maîtrise, Département de géographie, Université Laval, Québec, 148 p.
- Chagnon, J.-Y. et Locat, J., 1988. The effects of seismic activity on the soils of the Charlevoix area, Québec, Canada, p. 125-136. *In* M.I. El Sabh et T.S. Murty, édit., *Natural and Man-made Hazards*. Reidel Publications, Dordrecht.
- 1991. Offset river terrace in the Charlevoix seismic zone. Atomic Energy Control Board of Canada (Ottawa), Research Report INFO-0413 ; Département de géologie, Université Laval, Québec, Rapport GGL-91-12, 54 p.
- Clet, M. et Occhietti, S., 1995. Palynology of the Illinoian-Sangamonian transition and of the Sangamonian interglacial, Île aux Coudres, Middle estuary of the St. Lawrence. Joint Meeting CANQUA-CGRG (St. John's, Terre-Neuve), Programme, Abstracts and Field Guides, p. CA-7.
- Dionne, J.-C., 1963. Le problème de la terrasse et de la falaise Micmac. *Revue canadienne de Géographie*, 17 : 9-25.
- 1977. La mer de Goldthwait au Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 31 : 61-80.
- 1988a. Le Quaternaire de la basse terrasse à Petite-Rivière-Saint-François, moyen estuaire du Saint-Laurent. VI^e Colloque quadriennal de l'AQQUA (Rimouski), Résumés des communications, p. 34-35.
- 1988b. Holocene relative sea-level fluctuations in the St-Lawrence estuary, Québec, Canada. *Quaternary Research*, 29 : 233-244.
- 1990a. Observations sur le niveau marin relatif à l'Holocène, à Rivière-du-Loup, estuaire du Saint-Laurent. *Géographie physique et Quaternaire*, 44 : 43-53.
- 1990b. Geomorphic and stratigraphic evidence of recent neotectonic activity in the Charlevoix area, Québec, Canada. *Geological Society of America, Northeast Section Annual Meeting (Syracuse)*, Abstracts with Programs, 22 (2) : 11.
- 1991. Mise en évidence d'un mouvement tectonique récent à Petite-Rivière (Charlevoix). Congrès annuel de l'AQQUA (Montréal), *Bulletin de l'AQQUA*, 17 : 19.
- 1992. État des connaissances sur la terrasse Mitis : ligne de rivage Micmac de Goldthwait. VII^e Congrès quadriennal de l'AQQUA (Rouyn-Noranda), *Bulletin de l'AQQUA*, 18 : 32-33.
- 1993. The twenty-foot terrace and sea-cliff of the Lower Saint Lawrence. *Geological Society of America, Annual Meeting (Boston)*, Abstracts with Programs, 25 (6) : A124.
- 1996. La terrasse Mitis à la pointe aux Alouettes, côte nord du moyen estuaire du Saint-Laurent. *Géographie physique et Quaternaire*, 50 : 57-72.
- Dionne, J.-C. et Coll, D., 1995. Le niveau marin relatif dans la région de Matane (Québec), de la déglaciation à nos jours. *Géographie physique et Quaternaire*, 49 : 363-380.
- Dionne, J.-C. et Occhietti, S., 1996a. Aspects du Quaternaire de la côte de Charlevoix. Livret-guide de l'Excursion de l'AQQUA-1996. Département de géographie et Centre d'études nordiques, Université Laval, 32 p.
- 1996b. Aperçu du Quaternaire à l'embouchure du Saguenay. *Géographie physique et Quaternaire*, 50 : 5-34.
- Dionne, J.-C. et Poitras, S., 1996. Observations géomorphologiques sur la batture à méga-blocs, à Petite-Rivière, Charlevoix, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 50 : 221-232.

- Dionne, J.-C. et Shilts, W.W., 1974. A Pleistocene clastic dike, upper Chaudière valley, Québec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 11 : 1594-1605.
- Dyke, A.S. et Prest, V.K., 1987. Late Wisconsin and Holocene history of the Laurentide Ice Sheet. *Géographie physique et Quaternaire*, 41 : 237-263.
- Faessler, C., 1948. L'extension maximum de la mer Champlain au nord du St-Laurent, de Trois-Rivières à Moisie. Société Provencher d'Histoire naturelle, Rapport annuel 1947, p. 16-28.
- Fenton, C., 1994. Postglacial faulting in Eastern Canada (an annotated bibliography). Geological Survey of Canada, Open File 2774, 94 p.
- Goldthwait, J.W., 1911. The twenty-foot terrace and sea-cliff of the Lower Saint Lawrence. *American Journal of Science*, 32 : 291-317.
- Govare, É., 1995. Géomorphologie et paléoenvironnements de la région de Charlevoix, Québec, Canada. Thèse de doctorat, Département de géographie, Université de Montréal, 429 p.
- Lacombe, P., 1981. Description de la géomorphologie du littoral entre les municipalités de la Petite-Rivière-Saint-François et Baie-Saint-Paul, P.Q. Mémoire de bacc., Département de géographie, Université Laval, Québec, 41 p.
- Lamontagne, M., 1987a. Charlevoix, terre de villégiature et de séismes. *GÉOS*, 16 (4) : 14-17
- 1987b. Seismic activity and structural features in the Charlevoix region, Québec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 24 : 2118-2129.
- Larouche, A., 1988. Rapport d'identification de deux échantillons du faciès intertidal de la basse terrasse à Petite-Rivière (Charlevoix). Laboratoire Jacques-Rousseau, Université de Montréal, rapport non publié, 4 p.
- LaSalle, P., Martineau, G. et Chauvin, L., 1977. Morphologie, stratigraphie et déglaciation dans la région de Beauce - Monts Notre-Dame - Parc des Laurentides. Québec, ministère des Richesses naturelles, Rapport DPV-516, 74 p.
- Laurin, A.F. et Sharma, K.N.M., 1975. Région des rivières Mistassini, Péribonca et Saguenay (Grenville 1965-1967). Québec, ministère des Richesses naturelles, Rapport géologique 161, 89 p.
- Morasse, N., 1990. Rapport d'analyse pollinique d'échantillons de varves provenant de Petite-Rivière (Charlevoix). Laboratoire Jacques-Rousseau, Université de Montréal, non publié.
- Occhietti, S., Long, B., Boespflug, X. et Sabeur, N., 1995. Séquence de la transition Illinoien-Sangamonien : forage IAC-91 de l'île aux Coudres, estuaire moyen du Saint-Laurent. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 32 : 1950-1964.
- Picard, R., 1991. Géomorphologie de la région de Saint-François-Xavier-de-la-Petite-Rivière. Mémoire de bacc., Département de géographie, Université Laval, Québec, 63 p.
- Pirazzoli, P.A., 1986. Secular trend of relative sea-level (RSL) changes indicated by tide-gauge records. *Journal of Coastal Research, Special Issue 1* : 1-26.
- Québec, 1994. Noms et lieux du Québec (dictionnaire illustré). Québec, Commission de Toponymie, Les Publications du Québec, 925 p.
- Rappol, M., 1993. Ice flow and glacial transport in Lower St. Lawrence, Québec. Geological Survey of Canada, Paper 90-19, 28 p.
- Richard, P. et Poulin, P., 1976. Un diagramme pollinique au mont des Éboulements, région de Charlevoix, Québec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 13 : 146-156.
- Rondot, J., 1968. Nouvel impact météoritique fossile ? La structure semi-circulaire de Charlevoix. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 5 : 1305-1317.
- 1974. L'épisode glaciaire de Saint-Narcisse dans Charlevoix. *Revue de Géographie de Montréal*, 28 : 375-388.
- 1979. Reconnaissances géologiques dans Charlevoix, Saguenay. Québec, ministère des Richesses naturelles, Rapport DPV-682, 44 p.
- Shaw, J., Taylor, R.B., Forbes, D.L., Ruz, M.H. et Solomon, S., 1994. Sensitivity of the Canadian coast to sea-level rise. Geological Survey of Canada, Open File Report 2825, 114 p, + carte h.t.