

## Dépôts de versant pléistocènes associés aux rythmites du Saint-Maurice, vallée du Saint-Laurent, Québec

### Pleistocene Slope Deposits Related to the Saint-Maurice Rhythmites, St. Lawrence Valley, Québec

### Pleistozän-Ablagerungen an Abhängen in Zusammenhang mit den Rhythmiten des Saint-Maurice, Sankt-Lorenz-Tal, Québec

Bernard Héту, Serge Occhietti, Pierre J. H. Richard et Alayn C. Larouche

Volume 49, numéro 2, 1995

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/033042ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/033042ar>

[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

Héту, B., Occhietti, S., Richard, P. J. H. & Larouche, A. C. (1995). Dépôts de versant pléistocènes associés aux rythmites du Saint-Maurice, vallée du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 49(2), 275–289. <https://doi.org/10.7202/033042ar>

Résumé de l'article

Un mince dépôt de versant fossile a été observé sous 45 m de sédiments quaternaires appartenant à la séquence supérieure du Wisconsinien classique de la vallée du Saint-Laurent. Il repose sur des sédiments ayant donné un âge au  $^{14}\text{C}$  >39 970 BP (Beta-46412). Le contexte stratigraphique et les données paléocéologiques indiquent qu'il s'agit d'un ensemble de concavités colluviales de pied de versant mises en place au début du dernier cycle glaciaire régional, à la marge d'une rivière, dans un paysage dominé par les conifères, sous un climat de type boréal. La séquence de versant intègre des coulées boueuses dérivées d'un manteau colluvial déstabilisé par érosion latérale à la base, des lits de sable fluvial, des blocs glaciels isolés et des couches organiques constituées de débris végétaux divers apportés lors des crues. Ces dépôts, qui n'ont pas de signification paléoclimatique, se sont probablement accumulés rapidement, pendant des phases de ré-équilibre du versant. Le colluvionnement a commencé soit à la fin de l'épisode des Sédiments de Saint-Pierre soit au début de l'ennoiement de la vallée du Saint-Laurent par le Lac de La Vérendrye et s'est poursuivi pendant l'inondation lacustre. Les colluvions intercalées dans les Rythmites du Saint-Maurice indiquent la limite minimale du Lac de La Vérendrye, proche de l'altitude du seuil de Glens Falls dans l'État de New York.

# DÉPÔTS DE VERSANT PLÉISTOCÈNES ASSOCIÉS AUX RYTHMITES DU SAINT-MAURICE, VALLÉE DU SAINT-LAURENT, QUÉBEC

Bernard HÉTU, Serge OCCHIETTI, Pierre J.H. RICHARD et Alayn C. LAROUCHE ; premier auteur : Module de géographie, Université du Québec à Rimouski, 300, allée des Ursulines, Rimouski, Québec G5L 3A1 ; deuxième auteur : Département de géographie et GÉOTOP, Université du Québec à Montréal, c.p. 8888, succursale Centre-ville, Montréal, Québec H3C 3P8 ; troisième et quatrième auteurs : Laboratoire de paléobiogéographie et de palynologie, Département de géographie, Université de Montréal, c.p. 6128, succursale Centre-ville, Montréal, Québec H3C 3J7.

**RÉSUMÉ** *Dépôts de versant pléistocènes associés aux Rythmites du Saint-Maurice, vallée du Saint-Laurent, Québec.* Un mince dépôt de versant fossile a été observé sous 45 m de sédiments quaternaires appartenant à la séquence supérieure du Wisconsinien classique de la vallée du Saint-Laurent. Il repose sur des sédiments ayant donné un âge au  $^{14}\text{C}$  >39 970 BP (Beta-46412). Le contexte stratigraphique et les données paléoécologiques indiquent qu'il s'agit d'un ensemble de concavités colluviales de pied de versant mises en place au début du dernier cycle glaciaire régional, à la marge d'une rivière, dans un paysage dominé par les conifères, sous un climat de type boréal. La séquence de versant intègre des coulées boueuses dérivées d'un manteau colluvial déstabilisé par érosion latérale à la base, des lits de sable fluviatile, des blocs glaciels isolés et des couches organiques constituées de débris végétaux divers apportés lors des crues. Ces dépôts, qui n'ont pas de signification paléoclimatique, se sont probablement accumulés rapidement, pendant des phases de ré-équilibration du versant. Le colluvionnement a commencé soit à la fin de l'épisode des Sédiments de Saint-Pierre soit au début de l'ennoiement de la vallée du Saint-Laurent par le Lac de La Vérendrye et s'est poursuivi pendant l'inondation lacustre. Les colluvions intercalées dans les Rythmites du Saint-Maurice indiquent la limite minimale du Lac de La Vérendrye, proche de l'altitude du seuil de Glens Falls dans l'État de New York.

**ABSTRACT** *Pleistocene slope deposits related to the Saint-Maurice Rhythmites, St. Lawrence Valley, Québec.* A thin slope deposit occurs under the 45 m thick upper sequence of the classical Wisconsinian of the St. Lawrence Valley. It overlies sediments  $^{14}\text{C}$  dated at >39,970 BP (Beta 46 412). Based on its stratigraphic setting and palaeoecological record the unit represents a series of colluvial concave beds, at the foot of a slope, which were deposited on the margin of a river with a moderate erosional capacity, within an area dominated by conifers and in a boreal climate at the beginning of the last regional glacial cycle. The slope sequence includes 1) mud sheets derived from the colluvial cover of the slope which has been repeatedly destabilized by stream undercutting, 2) fluvial sand beds, 3) isolated seasonal-ice rafted cobbles and 4) organic beds consisting of diverse plant debris brought by floods. These deposits have no climatic significance. They were deposited over a short period of time, during re-equilibration phases of the slope, probably at the end of the Saint-Pierre Sediments episode or at the beginning of the submergence of the St. Lawrence Valley by Lake La Vérendrye. The colluvial deposition continued during the lacustrine episode. The slope deposits are interstratified in the Saint-Maurice Rhythmites and indicate the minimal limit of the lake, close to the elevation of the Glens Falls ground-sill in New York State.

**ZUSAMMENFASSUNG** *Pleistozän-Ablagerungen an Abhängen in Zusammenhang mit den Rhythmiten des Saint-Maurice, Sankt-Lorenz-Tal, Québec.* Man hat eine dünne fossile Hangablagerung unter 45 m Quaternär-Sedimenten festgestellt, die zu der oberen Sequenz des klassischen Wisconsiniums im Sankt-Lorenz-Tal gehören. Die Ablagerung ruht auf Sedimenten, die mittels  $^{14}\text{C}$  auf mehr als 39 970 v.u.Z. datiert werden (Beta-46412). Der stratigraphische Kontext und die paläoökologischen Daten lassen erkennen, daß es sich um eine Serie von Kolluvialkonkaven am Fuß des Abhangs handelt, die zu Beginn der letzten regionalen Eisperiode abgelagert wurden, am Rand eines Flusses, in einer von Tannen beherrschten Landschaft bei nördlichem Klima. Die Hangsequenz enthält Schlammströme, die von einem kolluvialen Mantel stammen, welcher durch laterale Erosion an der Basis destabilisiert worden war, Betten mit fluviatilem Sand, isolierte Treibeisblöcke und organische Schichten, die aus verschiedenen Pflanzen-Trümmern bestehen, die bei Hochwasser angeschwemmt wurden. Diese Ablagerungen, die keine paläoklimatische Bedeutung haben, haben sich wohl schnell während Phasen von Wiederausgleichung des Abhangs angesammelt. Die kolluviale Ablagerung hat entweder am Ende der Episode der Saint-Pierre-Sedimente oder zu Beginn der Überschwemmung des Sankt-Lorenz-Tals durch den La Verendrye See begonnen und sich während der See-Überflutung fortgesetzt. Die Hangablagerungen, die in die Rhythmite von Saint-Maurice eingeschoben sind, zeigen die Minimalgrenze des La Verendrye Sees, nahe bei der Höhe der Schwelle von Glens Falls im Staat New York.

## INTRODUCTION

Le cadre stratigraphique quaternaire de la vallée du Saint-Laurent a été profondément modifié après la découverte ou la réinterprétation d'une douzaine d'unités glaciaires (Lamothe, 1989; Veillette et Nixon, 1984; Bernier et Occhietti, 1990, 1991), glaciolacustres (Lamothe, 1989; Besré et Occhietti, 1990; Clet *et al.* 1991; Govare et Gangloff, 1991), fluviatiles (Anderson *et al.*, 1990; Lamothe, 1989; Ferland et Occhietti, 1990a) et marine (Ferland et Occhietti, 1990b). Les inventaires stratigraphiques en cours indiquent qu'il est appelé à s'enrichir davantage. En effet, certaines séquences présentent, à la base ou encore sous forme d'intercalations récurrentes, des dépôts de versant dont l'étude détaillée reste à faire (Occhietti, 1982; Shilts et Smith, 1986).

L'utilisation des paléodynamiques de versant comme outil de reconstitution des paléoenvironnements est un thème de recherche en plein essor (Shafer, 1988; Van Steijn, 1988; Francou, 1989; Bertran et Texier, 1990; Héту, 1990, 1991; Bertran *et al.*, 1992; Bertran, 1993; Bertran *et al.*, 1995). Les travaux récents de Bédard et David (1991) en Gaspésie, qui rapportent de nombreux dépôts de versant sous les tills de la dernière glaciation, montrent que les colluvions anciennes pourraient être fréquentes dans certaines régions des Appalaches. Leur étude est susceptible de livrer des informations complémentaires sur les paléomilieux terrestres interglaciaires et interstadias.

Cette contribution présente les résultats d'une première étude de cas, celui de Saint-Sylvère, localité rurale de la vallée moyenne du Saint-Laurent (fig. 1). À cet endroit, localisé à 375 m en aval de la coupe dite « au nord-est d'Aston-Jonction » de Gadd (1971), les crues printanières ont dégagé des dépôts de versant antérieurs au dernier cycle glaciaire. Ces dépôts fossiles sont plaqués contre un versant rocheux et affleurent latéralement au-dessous de sédiments sableux et sablo-graveleux à stratification entrecroisée attribués par Gadd (1971, p. 52) aux Sédiments de Saint-Pierre, sous le Till de Gentilly (1959).

Les objectifs de cet article sont : 1) d'établir le contexte stratigraphique des dépôts de versant fossiles de Saint-Sylvère, 2) de décrire ces dépôts et les comparer à des analogues actuels afin de reconstituer la paléodynamique de versant à l'origine de ces dépôts, 3) d'élargir la connaissance des paléo-milieux associés à des faciès classiques de la vallée du Saint-Laurent, notamment sur les marges de la vallée.

## LE CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Les dépôts de versant étudiés peuvent être suivis pendant au moins 80 m sur la rive droite de la rivière Bécancour, près de Saint-Sylvère (46°12'N, 72°15'W), à 38 m d'altitude environ, à 375 m en aval de la coupe de Gadd (1971).

Plaqués contre un court versant rocheux fossile dont la pente est supérieure à 30°, ils sont recouverts par une épaisse séquence de sédiments quaternaires qui colma-

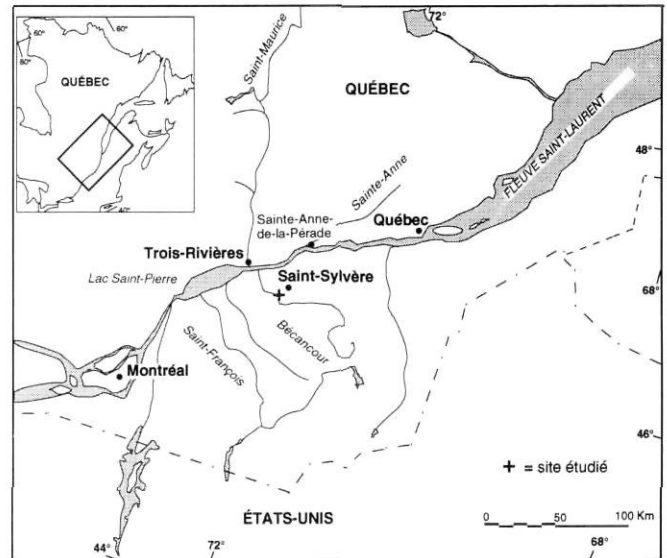


FIGURE 1. Localisation de la coupe de Saint-Sylvère.  
Location of the Saint-Sylvère Section.

taient toute la vallée à la fin de la dernière glaciation (fig. 2 et 3). Le paléoversant fossile est taillé dans la Formation de Bécancour (Clark, 1964). Constituée de roches friables, cette formation attribuée à l'Ordovicien supérieur comprend surtout des schistes verts ou rouges et des siltstones. Elle est traversée par des filons de quartz. La rivière Bécancour actuelle charrie par transport glaciaire une forte proportion de galets et de blocs ignés et métamorphiques, surtout des gneiss, remaniés des formations glaciaires et fluvioglaciaires régionales. Ces éléments allochtones proviennent du Bouclier canadien, situé au nord du Saint-Laurent. À titre d'exemple, le Till de Gentilly en contient jusqu'à 20 % au cap Charles (Bernier et Occhietti, 1990).

D'une épaisseur de 45 m environ, les sédiments quaternaires qui comblent la vallée appartiennent à la séquence supérieure du Wisconsinien de la vallée du Saint-Laurent. Le sommet de la séquence est situé vers 85 m d'altitude. De la base au sommet, les unités suivantes (fig. 2) ont été observées, en appliquant les paramètres stratigraphiques de Occhietti (1990) et en mesurant les épaisseurs au niveau électronique :

[1] Des sables siliceux et des silts stratifiés contenant des lits de matière végétale disséminée et des passées de plaquettes anguleuses de schiste sont visibles sur 1,14 m. La partie inférieure de cette unité affleure sous les eaux de la Rivière Bécancour. Le faciès et les macrorestes (*Carex* et autres Cypéracées, tabl. I) évoquent une sédimentation dans un système fluviatile de faible énergie. Des éclisses de bois ont donné un âge au  $^{14}\text{C}$  >39 970 BP (Beta-46412). Les macrorestes végétaux et le contenu sporopollinique témoignent apparemment de deux milieux différents. Les milieux froids sont représentés par les taxons arctiques-alpins *Salix herbacea*, *Dryas integrifolia* et *Vaccinium ugilinosum*. Les feuilles très bien conservées de *Salix herbacea* indiquent une provenance locale et un minimum de transport. Les milieux plus thermophiles sont représen-

tés par les arbres et des plantes aquatiques que l'on retrouve actuellement au Québec méridional. Ce dernier matériel serait local ou remanié localement de dépôts antérieurs. Nous verrons plus loin, dans l'interprétation, que cette unité peut être corrélée soit avec la partie supérieure des Sédiments de Saint-Pierre, soit avec les Rythmites du Saint-Maurice telles que redéfinies par Besré et Occhietti (1990).

[2] Des dépôts de pente grossièrement stratifiés, décrits en détail dans ce texte. Leur épaisseur varie latéralement sur le versant de quelques décimètres à 3 m.

[3] L'unité 3, stratifiée horizontalement, tronque les dépôts de versant ; le contact d'érosion est souligné par un pavage d'éléments grossiers (fig. 4). D'une épaisseur visible de 3 m, l'unité est constituée à la base de silts laminés, intercalés de lits de restes végétaux et de lits de débris de versant. Des sables à lits de débris de schiste mélangés à des restes végétaux forment le sommet de l'unité. Les données polliniques et macrofossiles évoquent une forêt boréale régionale comportant des ouvertures colonisées par les herbacées et le saule nain (fig. 5 et tabl. I). Certains macrorestes végétaux renvoient à une sédimentation locale de type palustre (*Aulacomnium turgidum*, *Aulacomnium palustre*, *Potamogeton* sp., *Najas flexilis*, *Najas guadalupensis*). L'unité 3 indique la présence d'un lac peu profond et peut être considéré comme un faciès latéral aux Rythmites du Saint-Maurice.

[4] D'une épaisseur de l'ordre de 28 m, l'unité 4 est constituée de sables siliceux à stratification parallèle et entrecroisée. Le sommet de l'unité montre le passage à un faciès de marge glaciaire, caractérisé par des lits de gravier et des failles de tassement. La majeure partie de l'unité 4 correspond à un vaste épandage dont on retrouve des

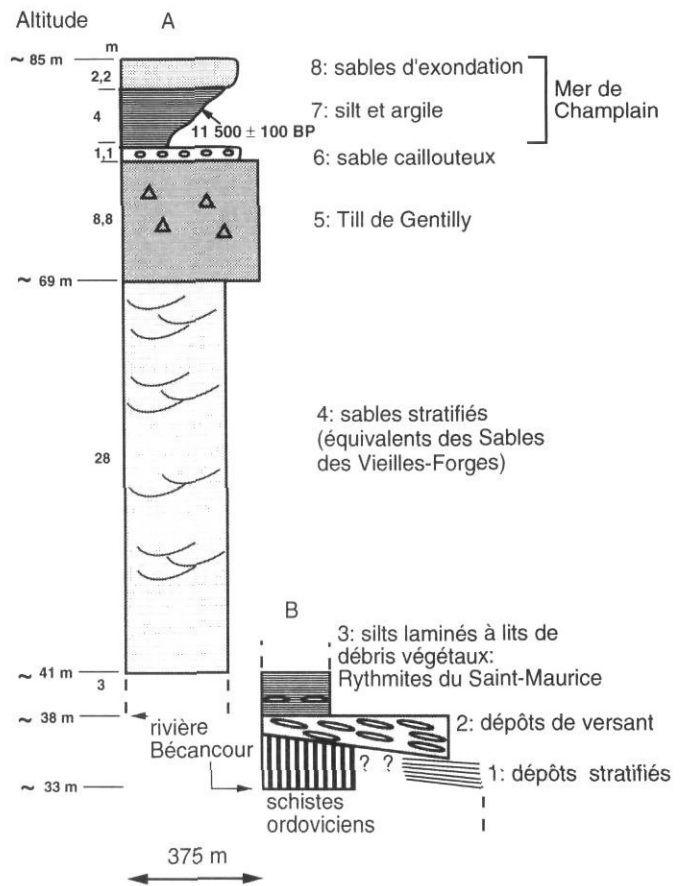


FIGURE 2. Coupe composite du Wisconsinien de Saint-Sylvère, rive droite de la rivière Bécancour.

Composite section of the Wisconsinan deposits at Saint-Sylvère on the right bank of the Rivière Bécancour.

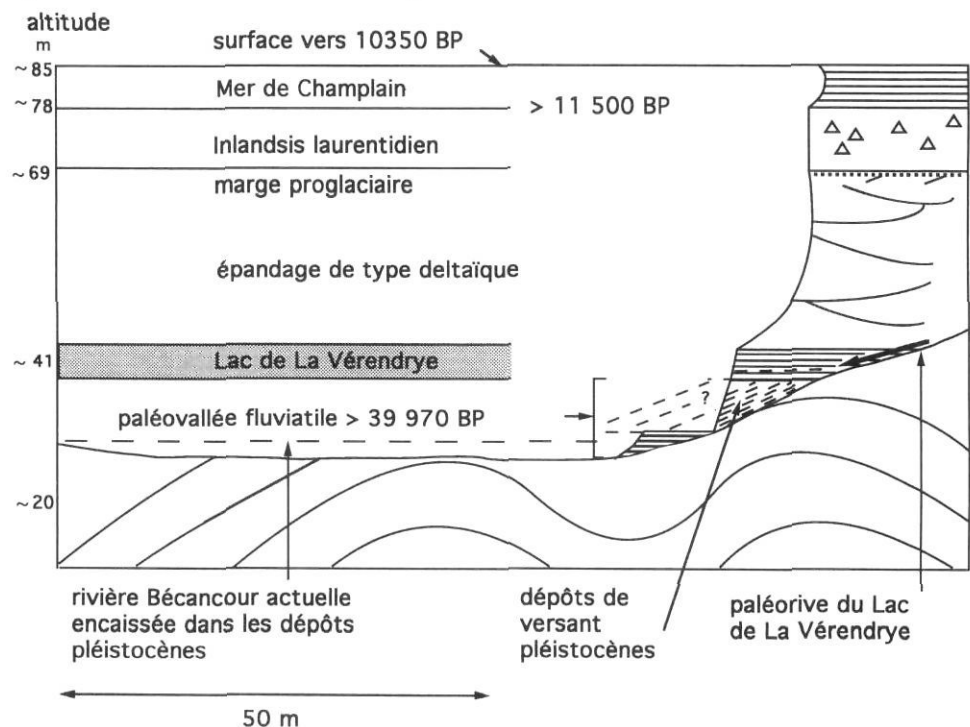


FIGURE 3. Séquence des paléo-environnements wisconsinien à l'origine du comblement de la vallée de la Bécancour.

Sequence of the Wisconsinan events in the Rivière Bécancour valley until 10,3 ka BP.

TABLEAU I

Macrorestes végétaux provenant des dépôts de versant et des silts lacustres sus-jacents

MACRORESTES	UNITÉ 3: SILTS LACUSTRES					UNITÉ 2: COLLUVIONS				UNITÉ 1: ALLUVIONS	
	niveaux ->	3e	3d	3c	3b	3a	1a	1b	1c	1d	a
<b>Arbres</b>											
Abies balsamea	—	—	—	—	—	—	1 gra	—	—	—	—
Betula papyrifera	—	—	—	—	—	—	—	—	1 gra, 1 brf	1 gra, 1 brf	—
Conifère	—	—	1 ecr	50 ecr	—	—	—	—	—	—	—
Larix laricina	—	—	1 fgf	3 feu	1 feu	—	—	—	—	—	—
Picea mariana	—	2 feu	1 gra, 1 feu	—	1 gra	2 gra	—	1 cac	—	2 feu	25 feu, 1 ram
<b>Arbustes</b>											
Alnus rugosa	—	—	—	—	—	—	1 gra	—	—	—	—
Cornus stolonifera	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 gra	—
Salix herbacea	—	—	—	1 feu	—	—	—	—	—	—	4 feu
Salix sp.	—	1 bog	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Salix sp. (nain)	1 ecb	1 ram	—	—	—	—	—	—	—	—	3 bog, 2 ram
Sambucus pubens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 gra	—
Taxus canadensis	—	—	—	1 feu	—	—	—	—	—	1 gra	—
Vaccinium sp.	—	1 ram	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vaccinium uliginosum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 feu
<b>Herbacées</b>											
Carex (2 côtés)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 gra
Carex sp.	—	2 gra	1 gra	—	4 gra	1 gra	1 gra	5 gra	—	—	—
Carex type retrorsa	—	—	—	—	—	6 gra	1 gra	—	—	13 gra	—
Cyperus sp.	—	1 gra	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dryas integrifolia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 feu
Eupatorium sp.	—	1 gra	—	1 gra	—	—	—	—	—	—	—
Rubus type idaeus	—	—	—	—	—	2 gra	—	—	—	—	—
Viola sp.	—	—	—	—	1 gra	1 gra	—	—	—	1 gra	6 gra
<b>Lieux humides</b>											
Mousses	1 gra, 6 tig	—	4 tig	8 tig	15 tig	4 tig	—	4 tig	—	2 tig	—
Polytrichum sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 tif
Sphagnum spp.	1 feu, 1 tig	5 tig	—	—	6 tig	—	—	—	—	—	13 tig
<b>Bords de rivières &amp; lacs, marécages</b>											
Bidens cernua	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 gra	—
Dulichium arundinaceum	—	—	—	—	—	—	—	1 gra	—	2 gra	—
Hypericum virginicum	—	—	—	—	—	—	—	1 gra	—	—	—
Verbena hastata	—	1 gra	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Plantes aquatiques</b>											
Aulacomnium palustre	1 gra	2 feu	—	—	—	—	—	—	—	—	4 tif
Aulacomnium turgidum	2 gra	2 feu	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Characeae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 oog
Cristatella mucedo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 sta
Eleocharis palustris	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 gra
Isoetes sp.	1 meg	1 meg	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Myriophyllum exallescens	3 gra	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Najas flexilis	—	—	1 gra	1 gra	—	—	—	—	—	—	2 gra
Najas guadalupensis	—	—	1 gra	—	—	—	—	—	—	—	—
Potamogeton pusillus	—	—	—	—	—	—	—	—	1 gra	—	3 gra
Potamogeton sp.	—	1 gra	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Potamogeton spirillus	—	—	—	—	—	—	—	—	1 gra	—	—
Scirpus acutus/validus	—	2 gra	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Typha sp.	—	—	—	—	—	—	2 gra	—	—	—	—
<b>Divers</b>											
Bois (fragments de)	—	10	5	1	3	1	5	20	10	—	+
Cenococcum graniforme	1 scl	3 scl	—	—	3 scl	1 scl	—	—	—	—	4 scl
Charbons	1	10	5	—	—	10	2	5	35	—	+
Daphnia sp.	—	—	3 eph	—	—	—	—	—	—	—	—
Drepanocladus sp.	2 tig	5 feu	3 feu	2 feu	1 feu	—	—	—	—	—	—
Trichoptère	—	1 tamis	—	—	—	—	—	1 tamis	—	—	—

bog : bourgeon ; brf : bractée femelle ; cac : coussinet d'aiguille de conifère ; ecb : écaille de bourgeon ; ecr : fragment d'écorce de conifère ; eph : éphippium (œuf) ; feu : feuille (aiguille) ; fgf : fragment de feuille (aiguille) ; gra : graine ; meg : mégaspore ; oog : oogone ; ram : rameau ; scl : sclérote ; sta : statoblaste ; tif : tige feuillée ; tig : tige non feuillée

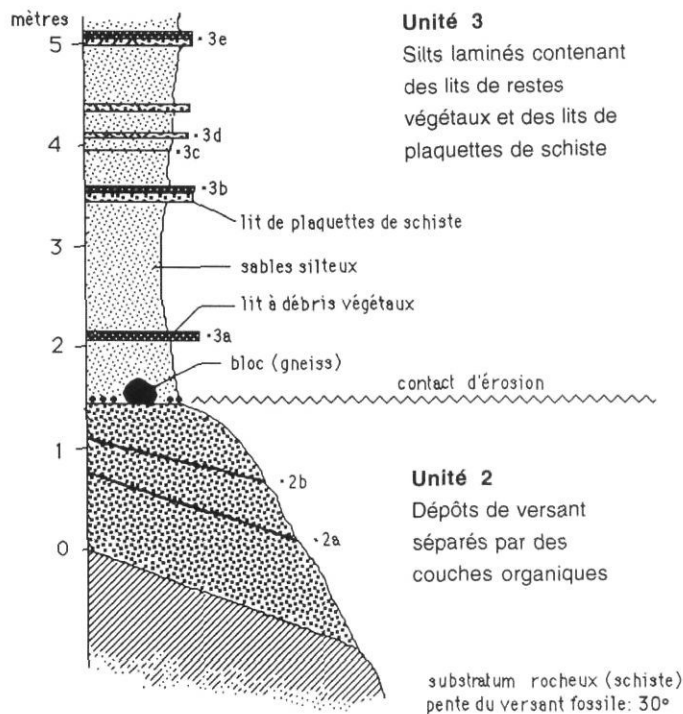


FIGURE 4. Stratigraphie des dépôts de versant et des silts laminés lacustres étudiés. Localisation des échantillons soumis aux analyses polliniques et macrofossiles (2a à 3e).

Stratigraphy of the studied slope deposits and laminated lacustrine silts. Location of the samples submitted to pollen and macrofossil analyses (2a to 3e).

témoins dans toute la vallée moyenne du Saint-Laurent, le long du Saint-Maurice (Occhietti, 1980), à Donnacona (Clet *et al.*, 1991), à Sainte-Anne-de-la-Pérade (Bernier et Occhietti, 1991) et à Pierreville (Gadd, 1971). Le sommet de l'unité est associé à la marge proglaciaire d'un inlandsis en progression. L'unité 4 est corrélée avec les Sables des Vieilles-Forges (Occhietti, 1982) qui sont en position stratigraphique immédiatement inférieure au Till de Gentilly et immédiatement supérieure aux rythmites, les Rythmites du Saint-Maurice, qui surmontent les Sédiments de Saint-Pierre. Les Sables des Vieilles-Forges sont composés de sables stratifiés et de sables proglaciaires (Occhietti, 1980). Les sables de Saint-Sylvère, au nord-est d'Aston-Jonction, étaient jusqu'à cette étude attribués aux Sédiments de Saint-Pierre (Gadd, 1971, planche XVII ; planche XII-2 in Prest, 1975).

[5] L'unité 5 atteint 8,8 m d'épaisseur ; elle correspond au Till de Gentilly (Gadd, 1959) déposé pendant l'invasion glaciaire du Wisconsinien classique régional.

[6] Des sables caillouteux grossièrement stratifiés (épaisseur : 1,1 m), attribués à la déglaciation.

[7] Une argile stratifiée à *Portlandia arctica* et *Hiatella arctica*, associée à la Mer de Champlain (Gadd, 1959), varie de 4 à 7 m d'épaisseur. Des coquilles de *Hiatella arctica* en position de vie, à 3,5 m de la base des argiles, ont donné un âge au  $^{14}\text{C}$  de  $11\,500 \pm 110$  (GSC-5854), âge minimal du début de l'invasion marine dans ce secteur. La

Mer de Champlain, mer épicontinentale éphémère d'origine glacio-isostatique, a inondé les basses terres du Saint-Laurent pendant et après la déglaciation de la vallée du Saint-Laurent, de 12 000 BP à environ 10 000 BP (Parent et Occhietti, 1988). La biocénose de *Hiatella arctica* correspond à une sédimentation de fond marin qui succède à une déglaciation locale relativement précoce.

[8] Des sables d'exondation (carte de Gadd, 1959) de 2,2 m d'épaisseur, déposés pendant le retrait de la Mer de Champlain, coiffent la séquence vers 85 m d'altitude. À Saint-Wenceslas, à 15 km à l'ouest de Saint-Sylvère, des sables d'exondation situés approximativement à la même altitude (81 m) contiennent des coquillages marins littoraux (*Mya arenaria*) qui ont livré un âge au  $^{14}\text{C}$  de  $10\,350 \pm 100$  BP (UQ-947 ; Parent et Occhietti, 1988).

Après le retrait de la Mer de Champlain, sous la commande du soulèvement glacio-isostatique postglaciaire, la rivière Bécancour s'est encaissée sur plus de 45 m à travers la séquence de sédiments quaternaires décrite ci-dessus. Durant cette phase d'incision, qui a duré environ 10 000 ans, la rivière a repris le tracé d'une vallée préglaciaire dont les versants rocheux fossiles sont en cours d'exhumation sous l'effet des sapements latéraux provoqués par les crues et les embâcles de la rivière. Les dépôts colluviaux fossiles plaqués sur ces versants rocheux ou sur l'unité 1 sont maintenant étudiés.

## MÉTHODE D'ÉTUDE DES DÉPÔTS DE VERSANT

Les dépôts de versant anciens de Saint-Sylvère (fig. 6) ont été étudiés en détail dans le but d'en préciser la genèse et la signification paléo-environnementale. L'interprétation paléodynamique de ces dépôts s'appuie sur les données sédimentologiques et paléo-écologiques suivantes :

- La granulométrie des sédiments déterminée soit par tamisage, pour la fraction comprise entre 2 mm et  $38\ \mu\text{m}$ , soit au compteur Coulter, pour la fraction inférieure à  $38\ \mu\text{m}$ .
- L'inclinaison et l'orientation du grand axe des cailloux (fabrique), cette dernière étant mesurée dans le sens de la plongée. Dans chaque cas, les mesures ont porté sur 50 cailloux présentant un rapport a/b supérieur à 2. Les stéréogrammes ont été produits avec le logiciel Stereo 5.02 de McEachren (1986). Ce logiciel calcule aussi les valeurs propres normalisées  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$ , l'orientation et l'inclinaison du vecteur moyen ( $V_1$ ), la variance sphérique (var. s.), les indices  $r_1$  [ $= \ln(S_1/S_2)$ ],  $r_2$  [ $= \ln(S_2/S_3)$ ] et  $K$  [ $= r_1/r_2$ ] suivant la méthode de Davis (1986) et la notation de Woodcock (1977).
- Un comptage pétrographique portant sur 50 cailloux échantillonnés au hasard dans une couche hétérométrique située à la base de la coupe B (localisation sur la fig. 7), complété par des analyses minéralogiques effectuées au binoculaire sur la fraction comprise entre 250 et  $500\ \mu\text{m}$ .
- La morphoscopie des grains de sable et l'éroussé des cailloux déterminés suivant la classification visuelle — légèrement modifiée — de Powers (Briggs, 1977). De six chez Powers, le nombre de catégories a été ramené à quatre, soit : les anguleux, les subanguleux, les subarrondis

Niveaux →	UNITÉ 3: SILTS LACUSTRES					UNITÉ 2: COLLUVIONS				UNITÉ 1 : ALLUVIONS
	3e	3d	3c	3b	3a	2a	2b	2c	2d	
<b>ARBRES</b>	73,8%	72,3%	87,8%	80,8%	71,9%	66,9%	63,6%	61,8%	56,9%	76,2%
Abies balsamea	o	o								o
Abies (fragments)	o	o	o	o		o				o
Betula										
Picea (fragments)										
Picea mariana										
Pinus (fragments)										
Pinus strobus										
Pinus banksiana										
Larix laricina	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Quercus						o		o		o
Ulmus	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Fagus grandifolia	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Carya ovata	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Tilia americana	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Fraxinus nigra	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Fraxinus penn.	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Populus tremuloides	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Castanea dentata	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Bouleau corrodé	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
<b>ARBUSTES</b>	9,3%	10,2%	7,1%	8,0%	9,7%	5,3%	17,1%	2,2%	2,9%	9,6%
Salix			o	o			o	o		o
Alnus crispa										
Alnus rugosa										
Myrica gale	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Nemopanthus-lex	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Ericaceae										
Comus	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Viburnum cass.	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
<b>HERBES</b>	16,9%	16,6%	5,0%	11,2%	18,2%	27,4%	19,1%	35,8%	37,2%	14,9%
Cyperaceae										
Gramineae			o							
Artemisia	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Ambrosia	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Tubuliflorae										
Chenopodiaceae	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Umbelliferae	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Thalictrum	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Amberia	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Ranunculaceae	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Onagraceae	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Saxifragaceae	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Rubiaceae	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Caryophyllaceae	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Liguliflora	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Impatiens capensis	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
<b>HORS-TOTAL</b>										
Potamo.-Triglochin	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
T. sparganium/Typha	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Typha latifolia	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Lycopodium annot.	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
L. clavatum	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Sphagnum										
Spore monolite										
Osmunda cimna.	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Osmunda regalis						o	o	o	o	o
Pediastrum b. long.	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Nuphar	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Selaginella	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Pediastrum duplex	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Concentration poll.	128 802 gr./cm <sup>3</sup>	273 300	231 665	257 162	71 405	195 445	33 818	69 718	175 016	64 090
Somme pollinique	492	537	482	660	548	542	580	832	175 016	548
o = < 1%										
= 1%										

FIGURE 5. Contenu pollinique des unités 1, 2 et 3.

Pollen content of units 1, 2 and 3.

et les arrondis. Seule la fraction 250-500 µm des sables a fait l'objet de comptages. Chacun des lots analysés comprend 200 grains.

e) L'indice d'aplatissement des cailloux calculés comme suit :  $a+b/2c$  (Cailleux et Tricart, 1963). D'autre part, un diagramme de Zingg (Briggs, 1977) a été construit à partir des rapports  $c/b$  et  $b/a$ .

f) La micromorphologie des sédiments a été étudiée sur des lames minces obtenues après imprégnation de blocs de sédiments soigneusement orientés. Six lames provenant de deux blocs différents ont été examinées. La technique utilisée pour la fabrication des lames minces est décrite par Caillier *et al.* (document pédagogique non daté).

g) L'analyse du contenu sporopollinique et des macrorestes végétaux des couches organiques.

h) Une analyse sommaire de la dynamique actuelle des bas de versant et des berges de la rivière Bécancour s'est avérée d'une grande utilité dans l'interprétation des dépôts de versant fossiles de Saint-Sylvere. Ceux-ci ont été comparés à des dépôts similaires situés en Gaspésie.

### DESCRIPTION DES COUPES ÉTUDIÉES

Les dépôts de pente de Saint-Sylvere (unité 2) reposent sur un paléoversant fossile orienté face au sud (azimut : 170°). Le contact entre la base du dépôt de versant et la roche saine est très net, sans transition. L'inclinaison du



FIGURE 6. Dépôts de versant fossiles de Saint-Sylvère. À noter la stratification grossière et la présence d'une couche noire riche en matière organique (flèches).

*Crudely bedded Lower Wisconsinan slope deposits of Saint-Sylvère. Note the dark organic rich layer (arrows).*

paléoversant, mesurée à deux endroits, sur des facettes de moins de 1 m<sup>2</sup> dégagées à la pelle, varie beaucoup à 3 m de distance latérale : respectivement 30° et 50°. Au sommet, la séquence de versant est tronquée par une surface d'érosion subhorizontale soulignée par un pavage de cailloux comprenant des blocs de gneiss arrondis de 30 à 40 cm de grand axe sertis dans une couche continue de galets de schiste et de siltstone anguleux dont certains sont encore enchâssés dans le dépôt de versant (fig. 4). À l'évidence, une partie des galets anguleux constituant le pavage provient du dépôt de versant lui-même. Les blocs cristallins, d'origine allochtone, sont attribués à des transports glaciels.

Deux tranchées orientées dans le sens du versant et distantes de 2,2 m ont été excavées jusqu'à la roche en place (fig. 6 et 7). La coupe A a été levée en détail, alors que la coupe B, ouverte dans le but d'étudier l'évolution latérale des faciès, a été levée sommairement.

L'épaisseur des colluvions *s. l.* augmente vers le bas du paléoversant. Au site de la coupe A, l'épaisseur du dépôt de versant atteint 185 cm. La coupe B, située un peu plus haut sur le versant, montre un dépôt de même nature, mais un peu plus mince (105 cm).

Les deux coupes examinées exposent des sédiments identiques. Elles superposent plusieurs couches de sédiments grossiers, hétérométriques (diamictons), de 6 à 50 cm d'épaisseur, séparées par des lits organiques minces (0,5 à 5 cm), riches en pollen et en débris végétaux, et par des lits millimétriques de sable moyen, bien trié et oxydé (fig. 6). L'unité colluviale supérieure et le lit organique qui lui est directement associé au-dessous ont pu être suivis en extension latérale sur un peu plus de 2 m. Les couches plongent vers le sud, tout comme le versant rocheux sous-jacent, mais les pendages, plus faibles dans le dépôt de versant, diminuent progressivement vers le haut de la séquence, passant de 32° à la base à moins de 16° au sommet (fig. 7).

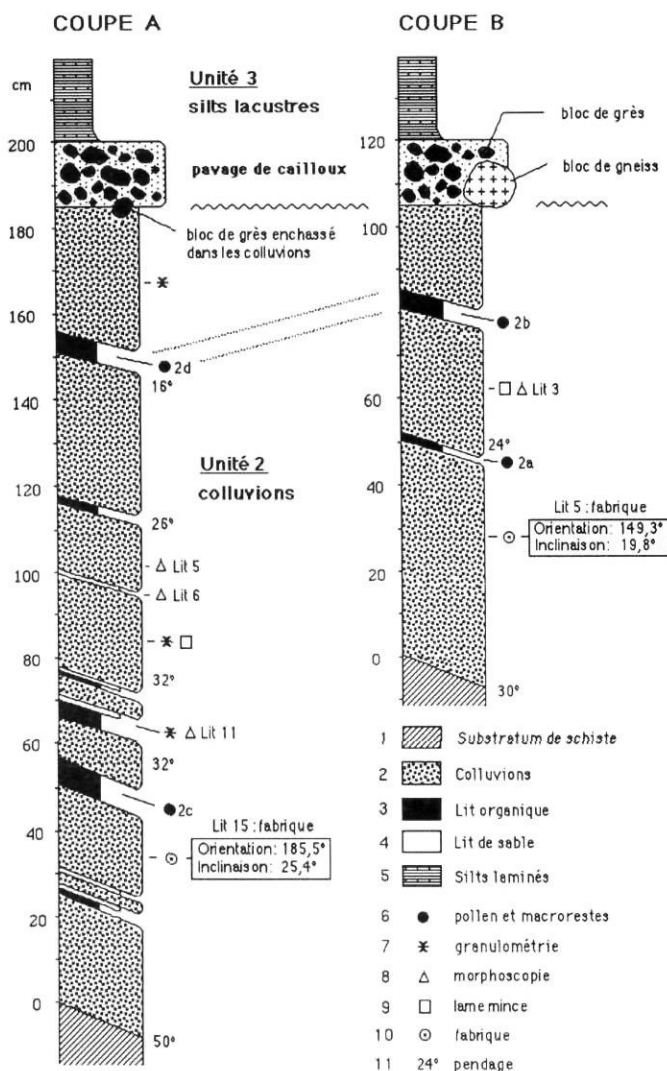


FIGURE 7. Stratigraphie détaillée des dépôts de versant (coupes A et B).

*Detailed stratigraphy of the slope deposits (sections A and B).*

### 1. LES COUCHES DIAMICTIQUES

Les couches diamictiques, très semblables entre elles, sont constituées d'un mélange de fragments de schiste (58 %) et de siltstone (42 %), de la taille des graviers, baignant dans une abondante matrice silto-sableuse de couleur gris bleu (2.5Y/4/4), indicatrice d'un milieu réducteur. Les plus gros éléments sont jointifs. On trouve aussi, dispersés de manière aléatoire dans le sédiment, quelques très rares cailloux allochtones (roches ignées et métamorphiques : < 0,5 %) et des bouts de bois, surtout dans le haut de la séquence. Les trois analyses granulométriques effectuées sur la fraction inférieure à 2 mm révèlent un sédiment très mal trié, contenant 30 % de particules inférieures à 63 μm (fig. 8). La proportion d'argile, déterminée au compteur Coulter, ne dépasse pas 0,5 %. La fraction supérieure à 2 mm, exclue des tamisages, représente 65 à 75 % de la masse totale du sédiment. Il s'agit pour l'essentiel d'éléments assez petits dont la largeur et la



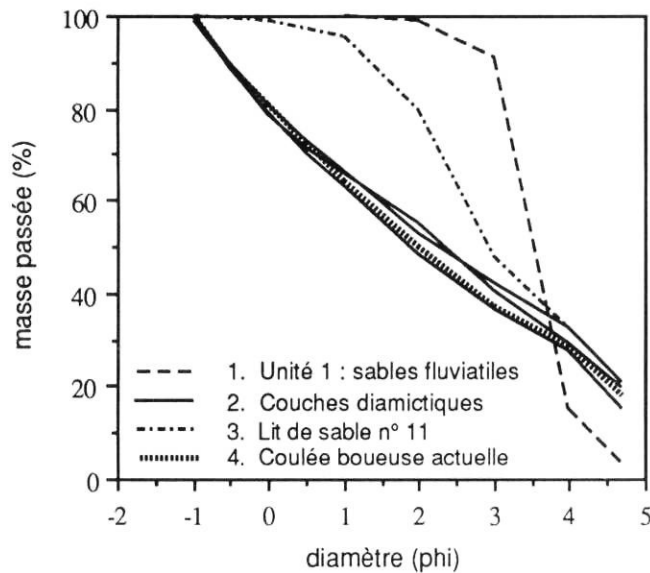


FIGURE 8. Granulométrie comparée (1) des sables fluviaux de l'unité 1, (2) des nappes colluviales fossiles (couches diamictiques), (3) des minces lits de sable contenus dans la séquence colluviale et (4) des coulées boueuses actuelles. Tamisage sur la fraction inférieure à 2 mm ( $-1 \text{ } \phi$ ).

*Comparative grain-size analysis of (1) the fluvial sands of unit 1, (2) the fossil colluvial sheets (diamictic beds), (3) the thin sand layers included in the colluvial sequence and (4) the present-day mud flows. Sievings on the fraction below 2 mm ( $-1 \text{ } \phi$ ).*

longueur moyennes, mesurées sur 50 fragments échantillonnés au hasard dans le lit 5 de la coupe B (fig. 7), s'établissent à 8,7 mm et 14,2 mm respectivement. Ces fragments, qui affectent la forme générale d'une lame ou d'un disque (fig. 9A), ont un indice d'aplatissement moyen de 5,7 (fig. 9B). Leur émoussé est nul ou très faible : on dénombre 74 % de fragments anguleux contre 26 % de subanguleux.

Dans la fraction sableuse, les résultats sont comparables (tabl. II). Les grains de schiste et des siltstone (60 % à 80 %), d'origine locale et aux contours anguleux à subanguleux (91 % à 97 %), dominant largement. On note également une quantité appréciable de grains de quartz (16,5 % à 35,5 %), de forme anguleuse à subanguleuse, plus rarement subarrondie, et une faible proportion de ferromagnésiens (1 % à 4,5 %).

Cinquante petites plaquettes de schiste allongées (rapport  $a/b > 2$ ), de la taille des graviers, ont été soigneusement dégagées afin d'en lever l'inclinaison et l'orientation mesurée dans le sens de la plongée du grand axe. Les stéréogrammes (fig. 10) montrent une forte prédominance de plaquettes parallèles ou subparallèles au versant (orientation des vecteurs moyens :  $149,3^\circ$  et  $185,5^\circ$ ) et, d'autre part, une nette tendance à l'imbrication des fragments, bien exprimée par l'inclinaison des vecteurs moyens qui est dans chaque cas moins prononcée que la couche colluviale encaissante (fig. 7 et 11).

Les lames minces confirment le résultat des fabriques. Elles montrent des éléments imbriqués, parallèles entre eux, orientés et inclinés dans le sens du versant (fig. 11).

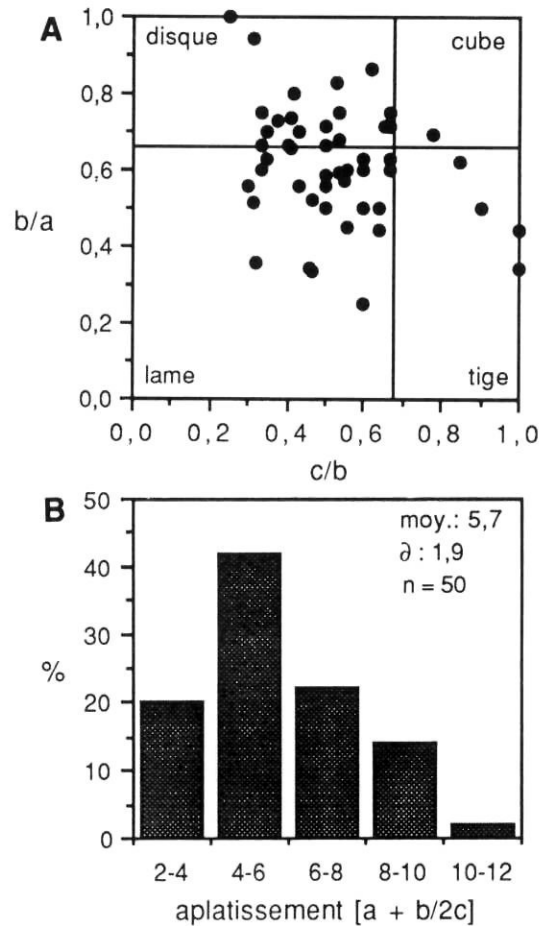


FIGURE 9. Forme des plaquettes de schiste et de grès contenues dans les nappes colluviales de l'unité 2. (A) Diagramme de Zingg. (B) Indices d'aplatissement de Cailleux.

*Shape of the schist and sandstone clasts present in the colluvial sheets of unit 2. (A) Zingg's diagram. (B) Cailleux's flatness index.*

Elles révèlent en outre, localement, des esquisses de stratifications aux limites floues : des lentilles de granules (2-4 mm) subsphériques, de 1 à 2 cm d'épaisseur, alternent avec des lits plus fins, constituées de sable et de limon. On observe aussi, dispersés dans le sédiment, des morceaux de bois, des fibres organiques isolées, probablement des restes de racines, et, enfin, des taches brunes aux contours arrondis, de 1 à 8 mm de diamètre, qui correspondent à des boulettes humifères constituées de sédiments minéraux fins mélangés à de la matière organique. Ces boulettes renferment des grains de quartz, anguleux pour la plupart, occasionnellement sub-anguleux à sub-arrondis, de nombreuses fibres organiques et des charbons de bois microscopiques, le tout noyé dans un plasma organo-minéral. Enfin, il faut signaler l'absence totale de structures de gel.

## 2. LES LITS DE SABLES

La séquence colluviale renferme de minces lits de sables de 2 à 8 mm d'épaisseur, assez bien triés (fig. 8), généralement oxydés, de couleur rouille (7.5YR/5/6), qui

TABLEAU II

Minéralogie et morphoscopie des sables

## A) MINÉRALOGIE

	Quartz	Shiste/ grès	Ferro- magnésiens	Indéterminés
Couches diamicétiques				
Coupe B-Lit 3	35,5	60,5	4,0	0,0
Coupe B-Lit 5	31,0	64,0	4,5	0,5
Lit de sable				
Coupe A-Lit 6	57,5	24,0	16,5	2,0
Coupe A-Lit 11	68,5	18,5	11,5	1,5

## B) MORPHOSCOPIE

	Nature	Anguleux	Sub- anguleux	Sub- arrondis	Arrondis
Couches diamicétiques					
Coupe A-Lit 5	S	25,5	69,5	5,0	0,5
Coupe B-Lit 3	S	76,5	20,5	3,0	0,0
Coupe B-Lit 5	S	84,5	11,5	4,0	0,0
Coupe B-Lit 5	Q	64,5	26,5	6,5	2,5
Lits de sable					
Coupe ALit 6	S	72,5	26,5	1,0	0,0
Coupe A-Lit 6	Q	17,0	27,5	34,5	21,0
Coupe A-Lit 11	Q	28,0	32,0	23,5	16,5

S = schiste ; Q = quartz

reviennent à intervalles plus ou moins réguliers (fig. 7). Le binoculaire révèle, dans la plage allant de 250 à 500 µm, un sable dont la composante locale (schiste et siltstone) ne dépasse pas 25 % (tabl. IIA). Les grains de quartz, qui sont passés au premier rang (57,5 % et 68,5 %), et les ferromagnésiens (11,5 % et 16,5 %), dont la fréquence a été multipliée par trois ou quatre, constituent, ensemble, la fraction dominante des lits de sable. En ce qui a trait à la forme des grains, ce qui frappe surtout, c'est la proportion élevée d'éléments arrondis et subarrondis (40 % à 55 % au total), comparée à la quantité très faible observée dans les couches diamicétiques (tabl. IIB).

## 3. LES LITS DE MATIÈRE ORGANIQUE

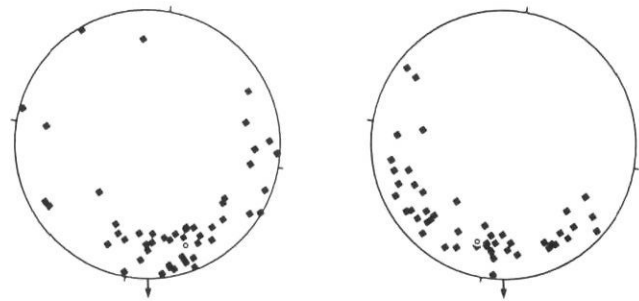
Les lits de sable sont étroitement associés à des couches organiques qui peuvent être subdivisées en deux catégories : (1) de minces lisérés millimétriques, brun foncé (5YR/2.5/1), constitués de matière organique presque pure ; (2) des couches de 2 à 5 cm d'épaisseur formées de matière organique mélangée à des sédiments minéraux.

Les lits organiques ont fait l'objet de quatre analyses polliniques (fig. 5) et macrofossiles (tabl. I). Les spectres polliniques, très homogènes, sont dominés par les arbres (60-67 %), mais les herbes et les arbustes occupent une place relativement importante (19-37 % et 2-17 % respectivement). Les espèces les mieux représentées sont, par ordre d'importance décroissante : (1) pour les arbres : le pin gris (*Pinus banksiana*), l'épinette noire (*Picea mariana*),

## COUCHES DIAMICTIQUES

Coupe B : lit 5

Coupe A : lit 15



## PROCESSUS ACTUELS

Coulée boueuse 1

Coulée boueuse 2

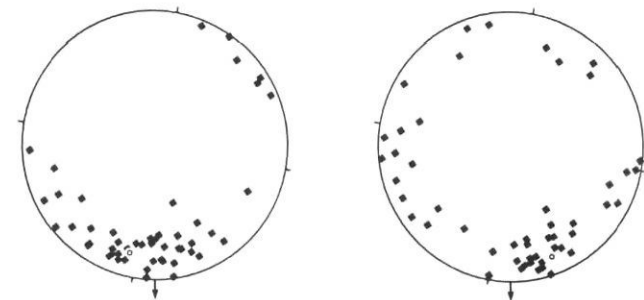


FIGURE 10. Résultats des fabrications reportés sur des diagrammes de Schmidt. En haut : nappes colluviales fossiles (localisation des sites de mesures à la fig. 7). En bas : coulées boueuses actuelles. Nombre de cailloux mesurés : 50 dans chaque cas.

Fabric analysis results on Schmidt's diagrams. Upper: fossil colluvial sheets (see figure 7 for the sites location). Lower: present-day mud flows. In each case, 50 samples were measured.

le sapin baumier (*Abies balsamea*), le bouleau (*Betula*) et le chêne (*Quercus*) ; (2) pour les arbustes : l'aulne rugueux (*Alnus rugosa*), l'aulne vert (*Alnus crispa*) et le saule (*Salix*) ; (3) pour les herbes : les cyprèsacées et les graminées. Quelques plantes aquatiques sont également présentes : *Typha*, *Nuphar*, *Potamogeton*.

Les macrorestes forment un mélange de plantes terrestres, palustres et aquatiques, de fragments de bois et de particules de charbon (tabl. I). Les arbres les mieux représentés sont précisément ceux qui dominent les spectres polliniques : l'épinette noire, le sapin baumier et le bouleau blanc. Ce qui étonne, c'est la forte proportion occupée par les plantes de milieux humides (sphaignes, mousses), de marécages (*Hypericum virginicum*, *Dulichium arundinaceum*), de milieux aquatiques et subaquatiques (*Aulacomnium palustre*, *Aulacomnium turgidum*, *Typha*, *Potamogeton*). Les arbustes caractérisant les bords de lacs et rivières sont assez bien représentés aussi (*Alnus rugosa*, *Cornus stolonifera*), ainsi que certaines plantes herbacées qui affectionnent les rives de lacs et de rivières (*Carex type retrorsa*, *Rubus idaeus*).

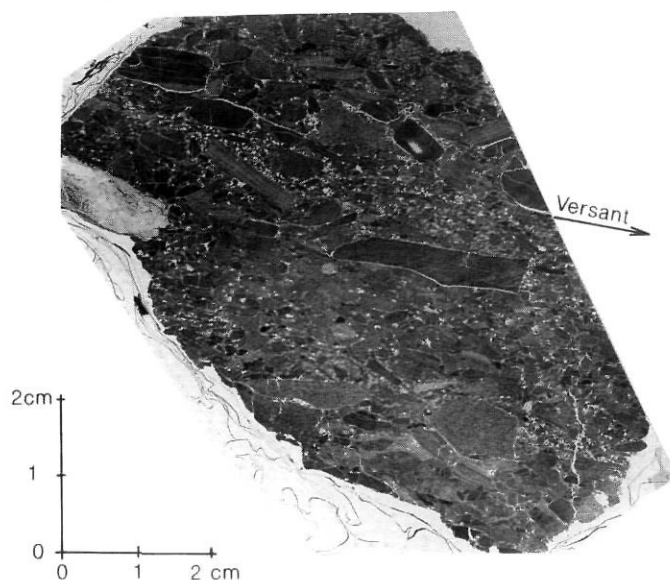


FIGURE 11. Microstructure d'une coulée boueuse fossile. Dépôt à support clastique faiblement trié. Éléments anguleux, d'origine locale (grès et schiste), orientés dans le sens de la pente (en bas à droite) avec localement une nette imbrication. Lame mince. Lumière naturelle.

*Microstructure of a fossil debris flow. Poorly sorted clast-supported deposit. Angular clasts (similar to the underlying bedrock) with their long axis parallel to the slope direction (bottom right). Note clear upslope imbrication locally. Thin slice. Natural light.*

## INTERPRÉTATION

La coupe de Saint-Sylvère apporte des données originales sur les paléo-milieus de la marge méridionale de la plaine alluviale contemporaine de l'épisode du Lac de la Vérendrye associé aux Rythmites du Saint-Maurice (Besré et Occhietti, 1990).

### 1. LE CONTEXTE RÉGIONAL : UNE FORÊT BORÉALE OUVERTE

D'après les données polliniques, la végétation régionale contemporaine de la séquence colluviale (unité 2) correspond à une forêt boréale constituée d'épinettes et de sapins, avec un peu de pin gris, quelques mélèzes (*Larix*) dispersés et de rares bouleaux. Les feuillus thermophiles, faiblement représentés, sont attribués à des apports extralocaux ou de longue distance. À l'échelle locale, les macrorestes végétaux indiquent la présence de laïches et de graminées. L'abondance, parmi les macrorestes, de plantes aquatiques, de marécages, de bords de rivières et de lacs indique la présence d'un étang ou d'un bras mort de rivière que colonisaient la quenouille (*Typha* sp.) et le potamot (*Potamogeton* sp.) et qui était entouré par une frange de végétation riveraine comprenant l'aulne rugueux et des cypéracées. Compte tenu de l'abondance des schistes locaux dans les colluvions, il est peu probable que les macrorestes végétaux proviennent du démantèlement d'unités à matière végétale plus anciennes qui auraient subsisté sur le versant actif. Un apport latéral de débris végétaux d'unités anciennes par la paléo-rivière est toutefois plausible. Dans ce cas, la représentation des espèces arbustives

pourrait être renforcée par rapport à la voûte végétale contemporaine aux colluvions. L'hypothèse d'une forêt boréale très ouverte, donc des conditions plus froides, serait dans ce contexte plus acceptable, ce qui appuyerait la corrélation des unités 1 et 2 à la partie inférieure des Rythmites du Saint-Maurice.

Le paysage végétal contemporain des sédiments lacustres sus-jacents (unité 3) est très comparable (fig. 5 et tabl. I), à une nuance près : les données macrofossiles ont révélé la présence de *Salix herbacea*, une espèce arctico-alpine actuellement confinée, dans le sud du Québec, aux hauts sommets alpins (>1000 m) de la Gaspésie (Rousseau, 1974).

Globalement, par rapport à l'érablière à tilleul qui occupe actuellement la région de Saint-Sylvère, l'ensemble des données polliniques et macrofossiles évoquent une ambiance climatique nettement plus fraîche (climat boréal), qui cadre bien avec le contexte stratigraphique des dépôts qui nous ramène en début de cycle glaciaire.

Parmi les nombreux macrorestes de plantes aquatiques extraits des sédiments lacustres (tabl. I), *Najas guadalupensis*, représentée par une graine (niveau 3c sur la fig. 4), retient tout spécialement l'attention. Selon Marie-Victorin (1964, p. 641), *N. guadalupensis* est « une espèce à distribution surtout tropicale, qui remonte le long de l'Atlantique et du Mississippi, et que l'on ne trouve presque jamais en fruit dans les régions tempérées. On ne l'a encore trouvée dans les eaux laurentiennes qu'à l'embouchure du lac Ontario, et à Longueuil, près de Montréal. La rareté du fruit, dans la partie nord de l'aire, s'explique par le fait que cette espèce atteint le bassin du Saint-Laurent par la voie du Mississippi, et qu'elle redescend ensuite le grand fleuve canadien sous forme de fragments qui s'enracinent dans les boues argileuses et se propagent végétativement ». Sa présence dans les sédiments lacustres (unité 3) de Saint-Sylvère, au sein d'un paysage dominé par la forêt boréale, surprenante de prime abord, est probablement attribuable au contexte paléogéographique très particulier de l'époque. En effet, au début du dernier cycle glaciaire, l'inondation des basses terres du Saint-Laurent et de la région périphérique des Grands Lacs (Karrow, 1989 ; Occhietti, 1989) par un système de lacs proglaciaires inter-reliés, en contact avec le bassin supérieur du Mississippi, a pu favoriser la dispersion hydrochore vers le nord-est des graines de *N. guadalupensis*. L'hypothèse du remaniement de cette graine d'une unité plus ancienne, de type interglaciaire, localisée plus en amont, ne peut être exclue.

### 2. LE MILIEU LOCAL : UNE CONCAVITÉ COLLUVIALE PÉRIODIQUEMENT INONDÉE

D'après les données géomorphologiques, stratigraphiques et paléoécologiques, les dépôts étudiés se seraient accumulés au pied d'un versant raide, peut-être dans un étang, à la marge d'un système fluvial de faible énergie, comme l'indique leur succession latérale à des sables fluviaux (unité 1). Les données sédimentologiques montrent que l'unité 2 contient des sédiments intercalés

provenant de deux milieux différents, soit la rivière et le versant.

Les lits de sables, qui contiennent une forte proportion de grains arrondis et subarrondis (tabl. IIB), sont constitués de matériel allochtone (quartz, ferromagnésiens) présentant une grande parenté minéralogique avec les sables fluviaux de l'unité 1. De toute évidence, ils ont été déposés sur la concavité colluviale par les eaux fluviales au moment des crues. Il en est de même des couches organiques. La concentration des restes organiques dans des lits bien délimités, leur étroite association à des couches de sables allochtones indiquent que la majeure partie des débris végétaux sont probablement associés à des crues. Ce phénomène est fréquent dans les plaines d'inondation modernes de la forêt boréale. En fin de crue, les étangs et les bras morts localisés à la périphérie des plaines alluviales sont généralement encombrés de débris organiques de toutes provenances, qui se décantent lentement parallèlement à la baisse du niveau des eaux. Ces étangs connaissent habituellement de fortes variations, saisonnières et pluri-annuelles, du niveau des eaux et parfois des phases d'assèchement.

Entre les périodes d'inondation, les lits de sables fluviaux et les niveaux organiques étaient recouverts par des couches de débris hétérométriques en provenance du versant — dont la fraction grossière (>2 mm), largement dominante, est constituée de petites plaquettes de schiste et de siltstone aux angles à peine écornés — qui s'opposent clairement aux lits de sables fluviaux dominés par le quartz et les ferromagnésiens. Les rares cailloux cristallins qu'elles contiennent (<0,5 %) correspondent probablement à des apports glaciels isolés associés aux crues. Cependant, concernant les sables, il semble que les couches colluviales aient incorporé une certaine quantité de sédiments fluviaux remaniés par les processus de versant, d'après la pré-

sence (~4%) de grains ferromagnésiens et de grains de schiste/siltstone subarrondis (3-6,5 %) ou arrondis (0,5 %).

### 3. GENÈSE DES COLLUVIONS ACTUELLES SUR LES BERGES DE LA RIVIÈRE BÉCANCOUR

La genèse des couches colluviales fossiles est difficile à préciser. La principale difficulté tient du fait qu'il a été impossible d'établir avec certitude si elles se sont accumulées en milieu subaérien, entre les phases d'inondation, ou, au contraire, si elles constituent un talus d'accumulation sous-aquatique élaboré dans une mare. Il reste que les dépôts de versant fossiles décrits plus haut ressemblent beaucoup aux sédiments qui s'accumulent de nos jours sur la platière qui borde la rivière (fig. 12). Cette platière correspond à une surface d'abrasion façonnée par les radeaux de glace durant les crues de débâcle : elle est limitée du côté de la rivière par un rempart glacielle constitué de cailloux décimétriques (de gneiss pour la plupart) et, du côté des versants, par un talus d'érosion taillé dans le substratum rocheux ou l'unité 1. La platière reçoit deux types de sédiments : (1) des sables fluviaux essentiellement quartzeux, des galets glaciels exotiques (surtout des gneiss) et des débris organiques divers apportés par la rivière lors des crues ; (2) en période d'étiage, des coulées boueuses en provenance du versant déstabilisé, qui s'étalent sur la platière, recouvrant les sables fluviaux, les débris organiques flottés échoués durant la décrue ainsi que la maigre végétation herbacée qui s'y développe entre les périodes d'inondation (fig. 13). Les dépôts de versant proviennent du manteau colluvial holocène (<1 m) qui tapisse le versant au-dessus de la platière (fig. 12). Mobilisés par plaques dans de petits glissements pelliculaires, ils passent rapidement à des coulées boueuses, voire même à de petites laves lorsque le degré de saturation du sédiment le permet. L'eau de ruissellement s'échappant des laves à l'extrémité aval du système peut construire de petits cônes de déjection très aplatis constitués de sable et de limon, qui sont

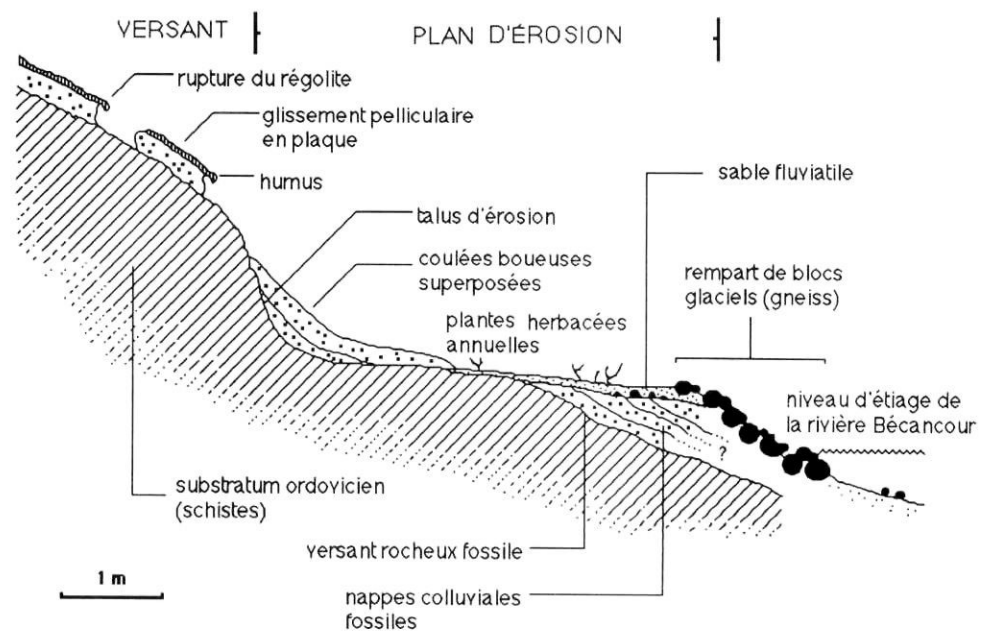


FIGURE 12. Contexte géomorphologique et dynamique actuelle des rives de la rivière Bécancour. Observations réalisées en rive gauche, une dizaine de mètres en aval des coupes décrites à la figure 7.

*Geomorphologic context and present dynamics of the Rivière Bécancour shores. Observations from the left shore, about 10 m downslope from the sections described on Figure 7.*



FIGURE 13. Lobe terminal d'une petite coulée boueuse récente qui s'est arrêtée sur la platière qui borde la rivière Bécancour.

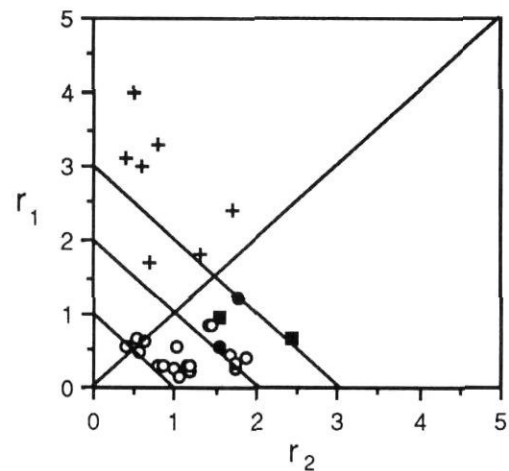
*Terminal lobe of a small recent mud flow on the left bank of the Rivière Bécancour.*

intégrés à la séquence. Dionne (1992) a décrit une dynamique très semblable le long des berges actuelles du Saint-Laurent, près de Donnacona.

#### 4. GENÈSE DES COUCHES COLLUVIALES PLÉISTOCÈNES

La ressemblance entre les couches diamictiques fossiles et les coulées boueuses actuelles est frappante tant du point de vue granulométrique (fig. 8) que des autres caractéristiques de faciès. Dans les deux cas, les plaquettes de schiste, anguleuses, représentent l'essentiel de la masse. Les deux contiennent, dispersés dans le sédiment, des débris organiques divers : boulettes d'humus, racines et brindilles arrachées au versant puis incorporées au mouvement de masse (Gebhardt, 1988). Les fabriques, dominées par les éléments imbriqués, parallèles ou subparallèles au versant, sont très comparables (fig. 10). Très différentes des dépôts de gélifluxion (Nelson, 1985), elles se rapprochent des résultats obtenus dans les laves boueuses actuelles de la Gaspésie (fig. 14). De plus, le mode de gisement lui-même est identique : les couches diamictiques fossiles et les coulées boueuses actuelles reposent toutes les deux directement sur un versant rocheux ; elles intègrent des passées sableuses et des lits organiques allochtones ; elles se raccordent latéralement à des sables fluviaux. Enfin, la disposition des couches diamictiques fossiles, qui sont moins inclinées que le versant rocheux sous-jacent et de moins en moins inclinées vers le haut de la séquence, évoque une concavité colluviale de pied de versant en progradation. Tronqués par la platière actuelle (fig. 12), les dépôts de pente se prolongent sous le niveau d'étiage de la rivière Bécancour.

Globalement, les observations effectuées sur la platière actuelle permettent de saisir les faciès de transition entre un versant actif, déstabilisé par érosion à la base, et un



- 1. Couches diamictiques fossiles de Saint-Sylvère
- + 2. Gélifluxion (Nelson, 1985)
- 3. Laves boueuses (Gaspésie)
- 4. Coulées boueuses actuelles de Saint-Sylvère

FIGURE 14. Résultats de l'analyse vectorielle réalisée à partir des fabriques (graphique  $r_2/r_1$ ). Les dépôts de versant fossiles de Saint-Sylvère sont comparés aux coulées boueuses actuelles des rives de la rivière Bécancour, aux laves boueuses actuelles de la Gaspésie (talus d'éboulis) et aux dépôts de gélifluxion de l'Alaska (Nelson, 1985). La polarisation augmente lorsque l'on s'éloigne de l'origine.

*Results from the analysis of the fabrics (graph  $r_2/r_1$ ). The fossil slope deposits from Saint-Sylvère are compared to present-day mud flows from the Rivière Bécancour shores, to modern mud flows from scree deposits in the Gaspé Peninsula, and to gelifluxion deposits from Alaska (Nelson, 1985).*

système fluvial évoluant sous climat tempéré à hiver rigoureux permettant une activité glacielle importante (voir Dionne, 1992). Les dépôts de pente fossiles de Saint-Sylvère se sont selon toute vraisemblance accumulés dans un contexte géomorphologique comparable. D'autre part, par analogie avec les conditions actuelles, on peut penser qu'ils se sont déposés en un temps relativement court, durant une phase de ré-équilibre du versant après une période de sapements par la rivière. Dans les secteurs où l'érosion prédomine, la concavité colluviale actuelle reste maigre (fig. 12), les dépôts de versant étant périodiquement récurés lors des crues de débâcle. Que l'érosion devienne moins intense et on assistera au développement rapide d'une concavité colluviale, comme c'est le cas présentement dans certains sites en amont et en aval des coupes étudiées. Dans une vallée alluviale, plusieurs facteurs peuvent modifier dans un sens ou dans l'autre le bilan sédimentaire à long terme d'un pied de versant. La rivière peut s'éloigner d'un versant après l'avoir sapé vigoureusement, par exemple par migration d'un méandre. Localement, des mares de pied de versant, fermées par un banc de sable ou encore un embâcle constitué d'arbres déracinés, peuvent apparaître, soustrayant le versant à l'érosion fluviale. En revanche, un peu plus loin, des versants jusque-là abrités

seront attaqués par l'érosion latérale. Toutes ces situations coexistent actuellement le long de la rivière Bécancour. Les dépôts de versant fossiles de Saint-Sylvère n'ont pas de signification paléoclimatique spécifique. Il s'agit de dépôts azonaux (Tricart et Cailleux, 1965) qui s'insèrent dans la dynamique d'une plaine alluviale bordée de versants raides (Dionne, 1992).

##### 5. POSITION STRATIGRAPHIQUE DES UNITÉS À DÉPÔTS DE VERSANT

Compte tenu de l'âge au  $^{14}\text{C}$  de l'unité 1 supérieur à la limite de la méthode, de la position stratigraphique sous le Till de Gentilly et du caractère boréal de la végétation contemporaine à la sédimentation, le dépôt de versant et les unités 1 et 3 sont attribués au Wisconsinien. Les spectres polliniques ressemblent à ceux des interstades fluviatiles, ou des épisodes lacustres immédiatement postérieurs, connus dans la vallée moyenne du Saint-Laurent (Terasmae, 1958 ; Gadd, 1971 ; Clet et Occhietti, 1988, 1994 ; Clet *et al.*, 1991). L'altitude de l'unité 1 à 38 m est largement au-dessus du toit des Sédiments de Saint-Pierre vers 22 m (Occhietti, 1980, p. 137) ou des unités fluviatiles plus anciennes de la vallée du Saint-Laurent, telles que le Sable de Lotbinière (Lamothe, 1989) et la Formation de Pointe-Fortune (Anderson *et al.*, 1990) qui affleurent à une altitude de quelques mètres. L'altitude à Saint-Sylvère est très proche de celle, à Saint-Pierre-les-Becquets (33,5 m *in* Ferland et Occhietti, 1990a), du sommet tronqué des rythmites postérieures aux Sédiments de Saint-Pierre (varves grises de Lamothe, 1989 ; Rythmites du Saint-Maurice de Besré et Occhietti, 1990).

L'unité 1 et le dépôt de versant étudié en détail (unité 2) sont caractérisés par la persistance de processus fluviatiles de sédimentation et d'érosion. Ils peuvent être associés à une phase alluviale contemporaine de remblaiement de la paléo-Bécancour, soit de la fin de l'épisode des Sédiments de Saint-Pierre (Stade des Becquets, Lamothe, 1989), avec des apports végétaux froids du haut bassin-versant, soit au début de l'ennoiement progressif de la vallée du Saint-Laurent par le Lac de La Vérendrye, hypothèse probablement la plus conforme aux données polliniques. Le contact d'érosion au sommet de l'unité 2 marquerait la fin de cette phase fluviatile. L'unité 3, stratifiée horizontalement, représente un faciès latéral des Rythmites du Saint-Maurice dans lequel des coulées colluviales sont intercalées. Elle indique que le Lac de La Vérendrye s'étendait jusque dans la paléo-vallée. Les colluvions sont donc associées à un épisode tardif d'interstade et à un épisode pré-glaciaire.

##### 6. PALÉOENVIRONNEMENTS ASSOCIÉS AUX COLLUVIONS FOSSILES

Les unités 1, 2 et 3 correspondent au comblement d'une ría en relation avec l'ennoiement progressif des basses terres du Saint-Laurent sous les eaux du Lac de La Vérendrye. Ce comblement précède l'épisode d'épandage des Sables des Vieilles-Forges et l'invasion glaciaire du Wisconsinien classique régional ou Stade de Trois-Rivières (Occhietti, 1982). Les unités font partie d'une séquence de

remblaiement puis d'inondation associée à un début d'enfoncement glacio-isostatique ou à la fermeture du Saint-Laurent par un lobe glaciaire dans l'estuaire moyen. Pendant l'épisode de l'unité 1, la présence de *Salix herbacea* témoigne de conditions climatiques rigoureuses sur les reliefs appalachiens en amont de Saint-Sylvère. L'unité 3, faciès mixte de sédiments lacustres et de colluvions, marque une marge du Lac de La Vérendrye contre un versant actif (fig. 4). Le toit visible de l'unité 3, vers 41 m, donne à quelques mètres près l'altitude relative minimale atteinte au début de l'inondation par le Lac de La Vérendrye de la région au sud du Saint-Laurent. Cette altitude coïncide pratiquement avec celle du seuil actuel de Glens Falls, à 42,76 m, entre le sud du lac Champlain et l'Hudson dans l'État de New York. Ce seuil, probablement érodé au cours du Wisconsinien classique, était probablement plus haut de quelques mètres pendant l'épisode du Lac de La Vérendrye. Ce seuil a déjà été identifié par Clet et Occhietti (1994) comme étant la limite naturelle minimale du Lac glaciaire de Deschaillons (Karrow, 1957 ; Besré et Occhietti, 1990) qui a inondé la vallée du Saint-Laurent au début du Stade de Nicolet, antérieurement à l'épisode des Sédiments de Saint-Pierre (Lamothe, 1989). Les caractères sédimentologiques des Rythmites du Saint-Maurice (Besré et Occhietti, 1990) et leur contenu pollinique (Clet et Occhietti, 1989) n'évoquent pas un lac strictement glaciaire, au moins pendant la sédimentation des rythmites. Ces données sont conformes à l'hypothèse d'une déformation isostatique régionale de faible ampleur au début de l'épisode lacustre. Dans l'état des connaissances, le contexte de sédimentation des sables de l'unité 4 équivalents des Sables des Vieilles-Forges reste mal connu. Parmi les hypothèses envisageables, il peut s'agir d'un épandage deltaïque dans un plan d'eau équivalent d'une phase tardive du Lac de La Vérendrye, alimenté par les eaux de fonte d'un inlandsis en progression. Cet épandage proglaciaire distal se terminerait par des faciès franchement proglaciaires.

## CONCLUSION

Dans la région sud de la vallée moyenne du Saint-Laurent, à la fin de l'épisode des Sédiments de Saint-Pierre ou immédiatement après, et pendant l'inondation du Lac de La Vérendrye, au début du dernier cycle glaciaire régional, des concavités colluviales situées à la marge d'un système fluvial puis lacustre se sont développées sous climat boréal, dans un paysage dominé par les conifères. L'unité la plus caractéristique (unité 2) intègre des coulées boueuses dérivées d'un manteau colluvial déstabilisé par sapement à la base, des lits de sable fluviatile, des blocs glaciels isolés et des couches organiques constituées de débris végétaux divers apportés par les crues de débâcle. Des lits colluviaux sont également intercalés dans une mince unité fluviatile sous-jacente attribuée, comme l'unité 2, à un faciès latéral au sommet des Sédiments de Saint-Pierre ou à la base des Rythmites du Saint-Maurice. Les dépôts colluviaux intercalés dans les silts stratifiés de l'unité lacustre 3, sus-jacente, et corrélés avec les Rythmites du Saint-Maurice marquent la limite minimale atteinte par le Lac de La Vérendrye sur la

marge sud de la vallée du Saint-Laurent, vers 41 m d'altitude. Cette limite de début d'inondation semble être commandée par le seuil de Glens Falls dans l'État de New York.

Malgré leur faible distribution, les dépôts colluviaux de Saint-Sylvère constituent un excellent marqueur environnemental, sur la marge de corps sédimentaires très connus. Leur étude permet de préciser les limites géographiques initiales d'un lac pléistocène et contribue à diversifier les faciès associés à la succession stratigraphique régionale.

#### REMERCIEMENTS

Les analyses au compteur Coulter ont été effectuées au laboratoire de l'INRS-Océanologie à Rimouski par M. Sylvain Leblanc. Les lames minces ont été préparées au Département des sols de la Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation de l'Université Laval sous la supervision de M<sup>me</sup> Nathalie Ross. Les analyses polliniques ont été réalisées au Laboratoire de palynologie et de paléobiogéographie de l'Université de Montréal (subvention CRSNG-Infrastructure) par M<sup>me</sup> Nicole Morasse. Trois étudiants ont participé aux levés de terrain : MM. Martin Gagnon (UQAM), Jean-François Girard (UQAR) et Serge Vézina (UQAR), qui a réalisé les tamisages, les déterminations minéralogiques et les analyses morphoscopiques. Cette recherche a été financée par le Fonds de développement académique du réseau de l'Université du Québec (FODAR), dans le cadre d'un projet sur les faciès complexes en collaboration avec MM. J.-M. Lancery, de l'Université du Québec à Trois-Rivières et B. Long de l'INRS-Océanologie. Les auteurs remercient vivement les examinateurs de la revue, MM. Michel Parent et Jean Veillette, dont les commentaires ont été grandement appréciés. Que toutes ces personnes et organismes trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

#### RÉFÉRENCES

- Anderson, T.W., Matthews, J.V. Jr., Mott, R.J. et Richard, S.H., 1990. The Sangamonian Pointe-Fortune site, Ontario-Québec border. *Géographie physique et Quaternaire*, 44 : 271-287.
- Bédard, P. et David, P.P., 1991. La météorisation sur les hauts plateaux de la Gaspésie (Québec). *Géographie physique et Quaternaire*, 45(2) : 195-211.
- Bernier, F. et Occhietti, S., 1990. Le complexe glaciaire du cap Charles, vallée moyenne du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 44(2) : 173-180.
- 1991. Nouvelle séquence glaciaire antérieure aux Sédiments de Saint-Pierre, Sainte-Anne-de-la-Pérade, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 45(1) : 101-110.
- Bertran, P., 1993. Deformation-induced microstructures in soils affected by mass movements. *Earth Surface Processes and Landforms*, 18 : 645-660.
- Bertran, P., Coutard, J.-P., Ozouf, J.-C. et Texier, J.-P., 1995. Dépôts de pente calcaires du nord de l'Aquitaine. Répartition stratigraphique et géographique des faciès. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 39 (1) : 29-54.
- Bertran, P., Coutard, J.-P., Francou, B., Ozouf, J.-C. et Texier, J.-P., 1992. Données nouvelles sur l'origine de litage des grèzes. Implications paléoclimatiques. *Géographie physique et Quaternaire*, 46(1) : 97-112.
- Bertran, P., Francou, B. et Pech, P., 1993. Stratogénèse associée à la dynamique des coulées à front pierreux en milieu alpin, La Mortice, Alpes méridionales, France. *Géographie physique et Quaternaire*, 47(1) : 93-100.
- Bertran, P. et Texier, J.-P., 1990. L'enregistrement des phénomènes pédosédimentaires et climatiques. L'exemple de la coupe des Tares (Dordogne). *Quaternaire*, 1(1) : 77-90.
- Besré, F. et Occhietti, S., 1990. Les Varves de Deschailions, les Rythmites du Saint-Maurice et les Rythmites de Leclercville, Pléistocène supérieur, vallée du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 44(2) : 181-198.
- Bones, J.G., 1973. Process and size arrangement on high arctic talus, Southwest Devon Island, N. W. T., Canada. *Arctic and Alpine Research*, 5(1) : 29-40.
- Briggs, D., 1977. *Sediments*. Butterworths, 192 p.
- Caillier, M., Richard, G., Bourdeau, G. et Blackburn, M. (sans date). Technique de fabrication des lames minces de sol. Département des sols, Université Laval, Québec, 16 p.
- Cailleux, A. et Tricart, J., 1963. Initiation à l'étude des sables et galets. CDU, Paris, 369 p.
- Clark, T.H., 1964. Yamaska-Aston Area, Québec. Ministère des Ressources naturelles, G. R. 102, 192 p.
- Clet, M. et Occhietti, S., 1988. Palynologie des sédiments attribués à l'intervalle non-glaciaire de Saint-Pierre (Québec, Canada). Étude préliminaire. Actes 10<sup>e</sup> Symposium de l'Association des palynologues de langue française. Institut français de Pondichéry, Travaux de la section scientifique et technique, 25: 185-196.
- 1994. Palynologie et paléoenvironnements des épisodes du Sable de Lotbinière et des Varves de Deschailions (Pléistocène supérieur) de la vallée du Saint-Laurent. *Revue canadienne des sciences de la Terre*, 31,
- Clet, M., Occhietti, S. et Richard, P.J.H., 1991. Palynologie et lithostratigraphie du Pléistocène du site de Donnacona, vallée du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 45 (2) : 125-140.
- Davis, D.C., 1986. *Statistics and data analysis in geology*. Wiley, New York, 646 p.
- Dionne, J.-C., 1992. Contribution hivernale d'un versant rocheux à la charge sédimentaire du couvert glaciaire. *Revue de géomorphologie dynamique*, XLI(2) : 33-45.
- Ferland, P. et Occhietti, S., 1990a. Révision du stratotype des Sédiments de Saint-Pierre et implications stratigraphiques, vallée du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 44 (2) : 147-158.
- 1990b. L'Argile de la Pérade : nouvelle unité marine antérieure au Wisconsinien supérieur, vallée du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 44 (2) : 159-172.
- Francou, B., 1989. La stratogénèse dans les formations de pente soumises à l'action du gel. Une nouvelle conception du problème. *Bulletin de l'Association française pour l'Étude du Quaternaire*, 4 : 185-189.
- Gadd, N.R., 1959. *Surficial geology, Aston, Quebec*. Geological Survey of Canada, Map 50-1959.
- 1971. Pleistocene geology of the central St. Lawrence Lowland, with selected passages from an unpublished manuscript : The St. Lawrence Lowland, by J. W. Golthwait. Geological Survey of Canada, Memoir 359, 153 p.
- Gebhardt, A., 1988. Évolution du paysage agraire au cours du Sub-atlantique dans la région de Redon (Morbihan, France). Apport de la micromorphologie. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 4 : 197-203.
- Govare, É. et Gangloff, P., 1991. Les dépôts lacustres d'obturation de Saint-Placide, Charlevoix, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 45(2) : 141-154.

- Hétu, B., 1990. Évolution récente d'un talus d'éboulis en milieu forestier, Gaspésie, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 44(2) : 199-215.
- 1991. Éboulis stratifiés actifs près de Manche-d'Épée, Gaspésie (Québec, Canada). *Zeitschrift für Geomorphologie*, 35(4) : 439-461.
- Karrow, P. F., 1957. Pleistocene geology of the Grondines map-area, Québec. Thèse de Ph.D., University of Illinois, Urbana, 97 p.
- 1989. Géologie quaternaire de la sous-région des Grands Lacs, p. 348-374. *In* R.J. Fulton, réd., *Le Quaternaire du Canada et du Groenland*. Commission géologique du Canada.
- Lamothe, M., 1989. A new framework for the Pleistocene stratigraphy of the Central St. Lawrence Lowland, southern Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 43(2) : 119-129.
- Marie-Victorin, Frère É.C., 1964. Flore laurentienne. Les Presses de l'Université de Montréal, 925 p.
- McEachran, D. B., 1986. Stereo, the stereographic projection program. Apple Macintosh computer, version 1.3.
- Nelson, F. E., 1985. A preliminary investigation of solifluction macrofabrics. *Catena*, 12 : 23-33.
- Occhiotti, S., 1980. Le Quaternaire de la région de Trois-Rivières Shawinigan, Québec. Contribution à la paléogéographie de la vallée moyenne du Saint-Laurent et corrélations stratigraphiques. Université du Québec à Trois-Rivières, Paléo-Québec, 10, 227 p.
- 1982. Synthèse lithostratigraphique et paléoenvironnements du Quaternaire au Québec méridional. Hypothèse d'un centre d'englacement wisconsinien au Nouveau-Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 36(1-2) : 15-49.
- 1989. Géologie quaternaire de la sous-région de la vallée du Saint-Laurent et des Appalaches, p. 374-407. *In* R. J. Fulton, réd., *Le Quaternaire du Canada et du Groenland*. Commission géologique du Canada.
- 1990. Lithostratigraphie du Quaternaire de la vallée du Saint-Laurent : méthode, cadre conceptuel et séquences sédimentaires. *Géographie physique et Quaternaire*, 44(2) : 137-145.
- Occhiotti, S. et Clet, M., 1989. The last interglacial/glacial group of sediments in the Saint-Lawrence valley, Québec, Canada. *Quaternary International*, 3-4 : 123-129.
- Parent, M. et Occhiotti, S., 1988. Late Wisconsinan deglaciation and Champlain Sea invasion in the St. Lawrence valley, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 42(3) : 215-246.
- Prest, V.K., 1975. Géologie du Quaternaire au Canada, p. 751-852. *In* R.J.W. Douglas et L.-P. Tremblay, édit., *Géologie et ressources minérales du Canada, Partie B*. Commission géologique du Canada, Série de la géologie économique n° 1.
- Rousseau, C., 1974. Géographie floristique du Québec-Labrador. Les Presses de l'Université Laval, 799 p.
- Shafer, D.S., 1988. Late Quaternary Landscape Evolution at Flat Laurel Gap, Blue Ridge Mountains, North Carolina. *Quaternary Research*, 30 : 7-11.
- Shilts, W.W. et Smith, S.L., 1986. Stratigraphic setting of buried gold-bearing sediments, Beauceville area, Québec. *In* Current Research, Geological Survey of Canada, Paper 86-1B, Part B : 271-278.
- Terasmae, J., 1958. Contribution to Canadian palynology, pt.2 ; non-glacial deposit in the St. Lawrence Lowlands, Québec. Geological Survey of Canada, Bulletin 46 : 13-28.
- Tricart, J. et Cailleux, A., 1965. Introduction à la géomorphologie climatique. Paris, Sedes, 306 p.
- Van Steijn, H., 1988. Debris flows involved in the development of Pleistocene stratified slope deposits. *Zeitschrift für Geomorphologie, Suppl-Bd 71* : 45-58.
- Veillette, J. et Nixon, F.M., 1984. Sequence of the Quaternary Sediments in the Bélanger sand pit, Pointe-Fortune. *Géographie physique et Quaternaire*, 38(1) : 59-68.
- Woodcock, N.H., 1977. Specification of fabric shapes using an eigenvalue method. *Geological Society of America Bulletin*, 88 : 1231-1236.