

Lithologie des cailloux de la baie de Mitis, rive sud de l'estuaire maritime du Saint-Laurent (Québec) : un exemple de transport glaciaire et glacial complexe

Lithology of boulders at Mitis Bay, south shore of the Lower St. Lawrence Estuary: an example of composite glacial and glacial transport.

Lithologie der Kiesel der Mitis-Bai, Südufer der unteren Sankt-Lorenz-Mündung: ein Beispiel für glazialen Transport und glaziale Zusammensetzung

Jean-Claude Dionne et Stephen Poitras

Volume 52, numéro 1, 1998

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/004791ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/004791ar>

[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. & Poitras, S. (1998). Lithologie des cailloux de la baie de Mitis, rive sud de l'estuaire maritime du Saint-Laurent (Québec) : un exemple de transport glaciaire et glacial complexe. *Géographie physique et Quaternaire*, 52(1), 107–122. <https://doi.org/10.7202/004791ar>

Résumé de l'article

Dans la baie de Mitis, les cailloux des dallages et des cordons sur la batture argileuse ainsi que sur la plate-forme rocheuse comprennent 40 % de précambriens, 25,8 % de grès, 18,3 % de schistes argileux, 11,5 % de calcaires, 3,6 % de quartzites et 0,8 % de conglomérats. Cette moyenne est basée sur 52 comptages totalisant 29 932 blocs. Parmi les précambriens, les anorthosites, une lithologie exclusive au Bouclier laurentidien, comptent pour 0,8 %. Dans la catégorie des schistes argileux, il y a 1,6 % d'ardoises rouges. On a aussi trouvé plusieurs calcaires coralliens ainsi que des dolomies. Les cailloux précambriens semblent tous provenir du Bouclier laurentidien, sur la rive nord de l'estuaire, à plus de 55 km de distance, alors que les cailloux sédimentaires appartiennent aux formations cambroordoviciennes de la bande côtière de la rive sud et aux formations siluriennes localisées à plus de 35 km au SE de la baie de Mitis. En dehors des cailloux d'origine locale ou proximale, tous les autres ont été déplacés sur des distances de plusieurs dizaines de kilomètres, voire même plus de 100 km dans certains cas, par les glaces appalachiennes et laurentiennes avec relais glacial évident, compte tenu que l'essentiel des cailloux proviennent de formations argileuses de la Mer de Goldthwait. Cette étude met en évidence la contribution substantielle des icebergs durant la première partie de l'Holocène.

LITHOLOGIE DES CAILLOUX DE LA BAIE DE MITIS, RIVE SUD DE L'ESTUAIRE MARITIME DU SAINT-LAURENT (QUÉBEC): UN EXEMPLE DE TRANSPORT GLACIAIRE ET GLACIEL COMPLEXE

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

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

Manuscrit reçu le 19 mars 1997 ; manuscrit révisé et accepté le 26 juin 1997

RÉSUMÉ Dans la baie de Mitis, les cailloux des dallages et des cordons sur la batture argileuse ainsi que sur la plate-forme rocheuse comprennent 40 % de précambriens, 25,8 % de grès, 18,3 % de schistes argileux, 11,5 % de calcaires, 3,6 % de quartzites et 0,8 % de conglomérats. Cette moyenne est basée sur 52 comptages totalisant 29 932 blocs. Parmi les précambriens, les anorthosites, une lithologie exclusive au Bouclier laurentidien, comptent pour 0,8 %. Dans la catégorie des schistes argileux, il y a 1,6 % d'ardoises rouges. On a aussi trouvé plusieurs calcaires coralliens ainsi que des dolomies. Les cailloux précambriens semblent tous provenir du Bouclier laurentidien, sur la rive nord de l'estuaire, à plus de 55 km de distance, alors que les cailloux sédimentaires appartiennent aux formations cambro-ordoviciennes de la bande côtière de la rive sud et aux formations siluriennes localisées à plus de 35 km au SE de la baie de Mitis. En dehors des cailloux d'origine locale ou proximale, tous les autres ont été déplacés sur des distances de plusieurs dizaines de kilomètres, voire même plus de 100 km dans certains cas, par les glaces appalachiennes et laurentidiennes avec relais glaciaire évident, compte tenu que l'essentiel des cailloux proviennent de formations argileuses de la Mer de Goldthwait. Cette étude met en évidence la contribution substantielle des icebergs durant la première partie de l'Holocène.

ABSTRACT *Lithology of boulders at Mitis Bay, south shore of the Lower St. Lawrence Estuary: an example of composite glacial and glacial transport.* The lithology of boulders forming intertidal pavements and barricades in the Mitis Bay, is composed of 40 % Precambrian, 25.8 % limestone, 18.3 % shale (including slate, mudrock and clay-rock), 11.5 % limestone, 3.6 % quartzite and 0.8 % conglomerate. This average is based on 52 countings for a total of 29 932 clasts. In the Precambrian category, anorthosite boulders, a lithology occurring only in the Laurentian Shield, account for 0.8 %. In the shale category, 1.6 % of clasts are red slates. Corral limestone and dolostone boulders were also observed. The source of the Precambrian clasts is most likely the Laurentian Shield on the north shore of the Saint Lawrence estuary over 55 km away, while boulders of sedimentary lithologies belong to the Cambro-ordovician formations in the coastal zone of the south shore and of the Silurian formations over 35 km inland to the SE of the Mitis Bay area. Excepted for boulders of proximal or local origin, most others have been transported over many tenth of kilometers and sometime over 100 km by Appalachian and Laurentian glacier ice. Because most boulders are found in marine clay deposits, final deposition is attributed to icebergs. This study clearly demonstrates the importance of icebergs as a sedimentary agent during the first millenia of the Goldthwait Sea.

ZUSAMMENFASSUNG *Lithologie der Kiesel der Mitis-Bai, Südufer der unteren Sankt-Lorenz-Mündung: ein Beispiel für glazialen Transport und glaziale Zusammensetzung.* In der Mitis-Bai bestehen die Kiesel der Platten und Dämme auf dem bei Ebbe freigelegten tonigen Ufer sowie den Felsleisten zu 40 % aus präkambrischem Material, 25,8 % Sandstein, 18,3 % Tonschiefer, 11,5 % Kalkstein, 3,6 % Quarzfels und 0,8 % Menggestein. Dieser Durchschnittswert stützt sich auf 52 Zählungen auf insgesamt 29 932 Blöcken. In der präkambrischen Kategorie zählen die anorthositischen Blöcke, eine nur im laurentischen Schild auftretende Lithologie, 0,8 %. In der Kategorie der Tonschiefer gibt es 1,6 % roten Schiefer. Man hat auch vermehrt Riffkalk und Dolomit gefunden. Die präkambrischen Kiesel scheinen alle vom laurentischen Schild zu stammen, vom Nordufer der Mündung aus einer Entfernung von über 55 km, während die Sediment-Kiesel den Kambrium-Ordovizium-Bildungen des Küstenstreifens am Südufer angehören und den über 35 km im SO von der Mitis-Bai gelegenen Silur-Bildungen. Abgesehen von den Kieseln lokalen oder proximalen Ursprungs sind alle anderen durch das Eis der Appalachen und das laurentische Eis über Entfernungen von mehrmals 10 Kilometern transportiert worden, in manchen Fällen sogar über mehr als 100 km, mit einem offensichtlichen glazialen Relais, wenn man berücksichtigt, dass der Hauptteil der Kiesel aus tonigen Formationen des Goldthwait -Meeres stammen. Diese Studie hebt den wesentlichen Beitrag der Eisberge im ersten Teil des Holozän hervor.

INTRODUCTION

Les rivages du Saint-Laurent estuarien se caractérisent par l'abondance des cailloux. À maints endroits, ces derniers forment des cordons et des dallages couvrant de grandes étendues, notamment dans les baies et les anses de la rive sud caractérisées par des substrats argileux.

Peu d'auteurs en dehors de nous se sont intéressés à la lithologie des cailloux des littoraux du Saint-Laurent. Il s'agit pourtant d'un sujet d'une grande importance. Les quelques études faites jusqu'à ce jour sur la lithologie des cailloux (Tremblay, 1967 ; Dionne, 1972, 1979, 1987, 1991, 1994 ; Dionne et Poitras, 1996) ont permis non seulement de mettre en évidence le rôle des glaces flottantes mais aussi de comprendre certains phénomènes et événements jusqu'alors passés inaperçus.

L'abondance des cailloux dans la baie de Mitis et la diversité des lithologies observée nous a incités à inventorier ce site et à faire un relevé exhaustif dans l'espoir de mieux comprendre les caprices de la dispersion glaciaire et glacielle. Les résultats obtenus permettent d'affirmer qu'un inventaire systématique de l'ensemble des rives du Saint-Laurent estuarien s'impose. La grande variété lithologique des cailloux des estrans du Saint-Laurent, en particulier les cailloux erratiques, renseigne utilement sur la nature des substrats rocheux avoisinants et parfois lointains. On trouve, en effet, des lithologies non encore signalées sur les cartes géologiques. C'est le cas notamment des cailloux de dolomie dont nous avons déjà parlé pour l'embouchure du Saguenay (Dionne, 1994), mais que l'on trouve aussi en grand nombre sur la rive sud.

La présente contribution contient les résultats de relevés faits en 1989 dans le cadre d'un mémoire de maîtrise demeuré inachevé ainsi que de relevés complémentaires sur les dolomies effectués, en 1996, par le premier auteur.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU MILIEU

ASPECTS GÉOGRAPHIQUES ET GÉOLOGIQUES

La baie de Mitis est la dernière grande échancrure de la ligne de rivage de la côte sud de l'estuaire maritime du Saint-Laurent (68°06' ouest, 48°39' nord). Elle épouse la forme d'un grand croissant de 6,5 km de longueur et de 1,5 km de largeur, pour une ligne de rivage totalisant environ 9 km (fig. 1).

Ce vaste rentrant fournit un bel exemple du rôle déterminant de la structure en géomorphologie. Il est, en effet, délimité à ses extrémités par des barres rocheuses. Il s'agit de crêtes appalachiennes résiduelles orientées SO-NE, soit à peu près parallèlement à l'axe du Saint-Laurent. La pointe aux Cenelles formant l'extrémité SO est composée en grande partie de schistes argileux¹ (De la Rue, 1941 ; Liard, 1972) et d'une crête de grès (arkose avec lits bréchiques) du côté sud de la plate-forme intertidale. Dans le même secteur, mais à environ 600 m plus au sud, il existe une autre petite pointe rocheuse, formée de grès et de conglomérat divisant en deux anses le secteur SO. À l'extrémité NE de la

baie de Mitis, la pointe Leggatt appartient à une vaste surface d'érosion rocheuse à peine voilée par les dépôts holocènes. On y trouve une série de crêtes de grès (graywacke) et des lits de schistes argileux.

Dans sa majeure partie, la baie de Mitis est ceinturée par une terrasse d'une vingtaine de mètres de hauteur taillée en falaise (falaise Micmac). Dans le secteur SO, cette dernière est vive, c'est-à-dire encore active et érodée lors des tempêtes ou des hauts niveaux; dans le secteur central, une basse et étroite terrasse (terrasse Mitis) isole la falaise morte de la mer, alors que dans le secteur NE (anse des Morts), la falaise Micmac passe à quelques centaines de mètres du rivage actuel dont elle est séparée par la terrasse Mitis (fig. 1).

La terrasse Micmac est constituée de matériaux argileux caillouteux, parfois de type diamicton, mis en place dans la Mer de Goldthwait. D'après des observations préliminaires, on trouve deux types de dépôts argileux en bordure de la baie de Mitis: un diamicton argileux rosâtre, relativement pierreux mais contenant un faible pourcentage d'éléments précambriens (moins de 5 %), et un dépôt d'argile gris rosâtre à cailloux de délestage comprenant entre 35 et 45 % d'éléments précambriens.

La batture est en grande partie constituée d'un substrat d'argile rosâtre. Dans l'anse des Morts cependant affleurent, principalement dans la partie supérieure de l'estran, des lambeaux de la plate-forme taillée dans des schistes argileux interstratifiés de lits de grès avec parfois des inclusions d'arkose et même de poudingue; cette surface rocheuse à peine remaniée constitue un des éléments de la ligne de rivage Micmac (Dionne, 1963, 1992, 1993a). La surface argileuse de la batture est en grande partie couverte par des dallages et des cordons de cailloux (fig. 2-3) ainsi que par de gros blocs épars (fig. 4). En général, on observe de belles concentrations de blocs de taille moyenne vers la limite des basses mers ordinaires (fig. 5) ou encore à proximité des affleurements rocheux (fig. 6); les dallages (fig. 7) sont communs à la surface argileuse à pente faible occupant les deux tiers de l'estran entre la limite des basses et des hautes mers de morte eau. La partie supérieure du rivage correspond à un haut de plage sablo-graveleux de 15 à 20 m de largeur ayant une pente de 5 à 8 degrés. La flexure entre le haut et le bas estran est nette partout (fig. 8). En réalité l'épaisseur du gravier sur le haut de plage est plutôt mince; il y a un épaissement progressif du bas vers le haut allant de quelques centimètres à environ un mètre. À l'instar du bas estran dont il est contigu, le substrat sous-jacent est argileux et aboutit au pied de la falaise Micmac située derrière la terrasse Mitis, là où elle existe. Dans le secteur central et dans l'anse des Morts, le tiers supérieur de la batture est occupé par un schorre à spartines plus ou moins régulier en raison

1. Ce vocable, utilisé par les géologues du Québec jusque dans les années 1970, englobe ce que l'on appelle communément aujourd'hui *shale*, *slate*, *mudstone*, *claystone* et *siltstone*. En l'absence d'une justification raisonnable de l'utilisation des termes anglais, nous préférons demeurer conforme à la tradition.

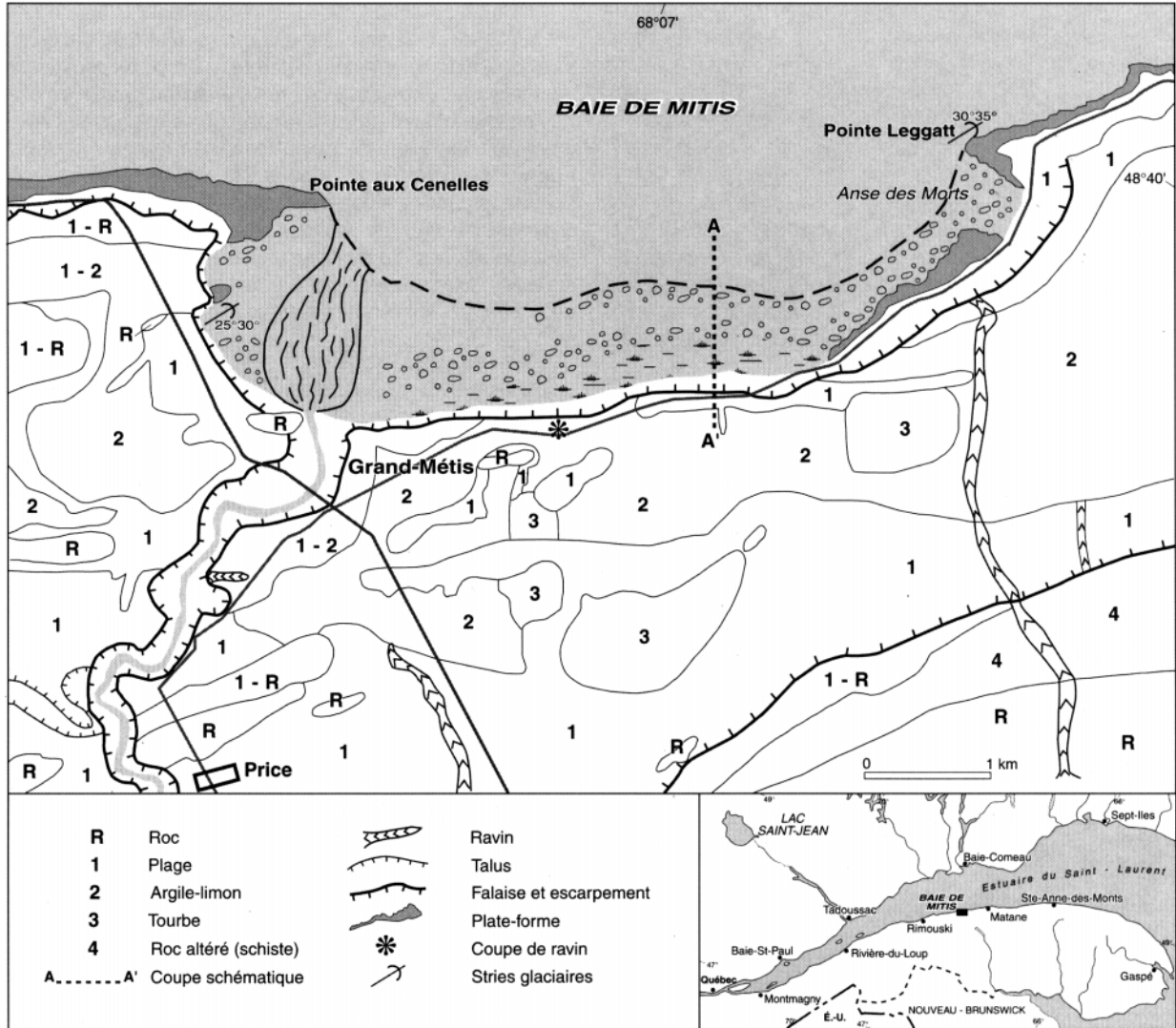


FIGURE 1. Croquis morpho-sédimentologique de la baie de Mitis et des environs et localisation géographique (extrait de la carte des dépôts meubles de Dionne, 1966).

A morpho-sedimentological sketch of Baie de Mitis and the surrounding area and geographic location (from Dionne's surficial deposits map, 1966).

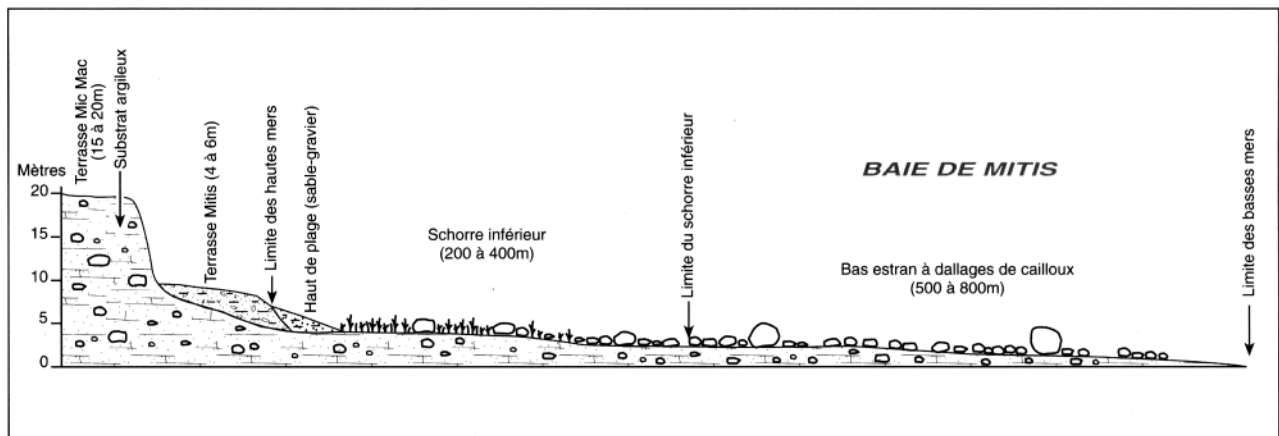


FIGURE 2. Profil topographique schématique transversal montrant les diverses unités géomorphologiques du rivage dans la baie de Mitis. *A schematic cross profile of Baie de Mitis shoreline showing the various geomorphologic units.*

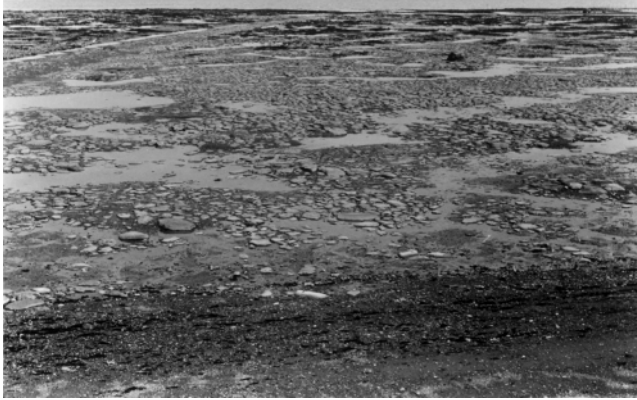


FIGURE 3. Vue générale caractéristique de la batture argileuse de la baie de Mitis montrant des dallages de cailloux (15-5-91).

General and typical aspects of the Baie de Mitis intertidal zone showing extensive boulder pavements (91-5.15).



FIGURE 4. Méga-bloc précambrien (gneiss) à la surface de la batture argileuse de la baie de Mitis ; le bloc mesure 400 x 300 x 165 cm et pèse environ 37 tonnes métriques (13.7.83).

A Precambrian (gneiss) mega-boulder laying on the clay substrate of the intertidal zone at Baie de Mitis ; the boulder is 400 x 300 x 165 cm and weights approximately 37 metric tons (83.7.15).



FIGURE 5. Accumulation typique de cailloux au niveau des basses mers ordinaires ; les cailloux, qui forment une concentration relativement dense, ont entre 35 et 60 cm pour la plupart et ils ne sont pas enfoncés dans le substrat argileux sous-jacent (25.5.89).

Typical boulder accumulation at mean low tide level; most boulders are 35 et 60 cm; they are closely packed together and are not rooted into the underlying clay substrate (89.5.25).



FIGURE 6. Cordon de blocs à la limite externe de la plate-forme intertidale dans le secteur de l'anse des Morts ; la taille des blocs varie de 30 à 100 cm (23.5.89).

A boulder barricade fringing a rock platform in the area of Anse des Morts; boulders range in size from 30 to 100 cm (89.5.23).



FIGURE 7. Dallage de cailloux typique de la batture de la baie de Mitis ; de petite à moyenne taille, les blocs sont enfoncés dans le substrat argileux et leur surface est à peu près au même niveau indépendamment de leur taille (24.5.89).

A typical boulder pavement at Baie de Mitis composed of small to medium size boulders; note that boulders are rooted into the underlying clay substrate and their surface is approximately at the same level (89.5.24).

des dallages de cailloux et des formes d'arrachement et d'affouillement glacielles. Il n'existe pas de schorre supérieur.

Le dernier élément majeur à signaler pour la baie de Mitis est la présence de la rivière dans le secteur SO, qui crée un milieu intertidal légèrement différent. Comme on peut le constater facilement sur la photographie aérienne (fig. 9), il n'existe pas de chenal bien défini canalisant les eaux de la rivière ; à marée basse, elles s'écoulent plutôt en nappe mince dans une zone en forme de cloche ; la rivière n'est donc pas encaissée dans le substrat argileux de la batture comme dans d'autres sites (Rivière-du-Loup, Rivière-Ouelle, Montmagny). Dans ce secteur, de minces placages de sable recouvrent la surface argileuse alors que les dallages de blocs sont rares ou absents et les blocs isolés peu nombreux.



FIGURE 8. Cordon littoral (haut de plage) de sable et gravier d'une vingtaine de mètres de largeur à la partie supérieure du rivage (niveau des hautes mers) ; à remarquer la flexure nette avec le bas estran argileux; au loin, on voit la pointe aux Cenelles (16.5.91).

A sand and gravel beach at the high tide level approximately 20 m wide; note the sharp contact with the clay tidal flat surface; far away is Pointe aux Cenelles (91.5.16).



FIGURE 10. Marques d'abrasion glacielle (couleur pâle) sur des cailloux de la batture argileuse témoignant du déplacement récent de blocs enchassés dans des radeaux de glace (24.5.89).

Shore ice abrasion marks (light color) on boulders of the intertidal clay surface giving evidence of recent displacement of a boulder frozen into the base of an ice floe (89.5.24).

ASPECTS HYDROLOGIQUES ET CLIMATIQUES

L'étendue de la batture de la baie de Mitis peut laisser croire qu'il s'agit d'un milieu macro-tidal. Il n'en est rien. La large surface exposée à marée basse s'explique surtout par la pente faible de la surface argileuse (2,5 à 3‰). En réalité les marées moyennes atteignent entre 3 et 3,5 m de hauteur seulement, alors que celles de morte eau et de vive eau ont respectivement entre 2 et 2,5 m et de 4 à 4,5 m. Lors des marées de vive eau, le niveau s'abaisse généralement à quelques décimètres seulement au-dessus du zéro marégraphique; on peut voir alors de vastes colonies de moules (*Mytilus edulis*) et des prairies de grandes laminaires. Le niveau moyen de la mer (zéro géodésique) est de 2,2 m.



FIGURE 11. Concrétion calcaire en forme de disque mesurant 95 x 85 x 25 cm, observée sur la plate-forme intertidale à la pointe aux Cenelles ; ce type de concrétion appartient aux formations ordoviciennes des basses terres du Saint-Laurent en amont de Québec ; le caillou aurait donc été déplacé sur une distance d'environ 400 km (4.7.96).

A dish-shape calcareous concretion (95 x 85 x 25 cm) observed at the surface of the intertidal rock platform at Pointe aux Cenelles; this type of concretion belongs to the Ordovician formations of the St. Lawrence Lowlands in the area upstream of Québec City; the boulder might have been transported downstream over 400 km (96.7.4).



FIGURE 12. Détail d'un méga-bloc de conglomérat calcaire contenant des fragments de coraux ; cette lithologie appartient aux formations appalachiennes du Silurien dont les plus proches affleurements sont situés dans la zone passant par La Rédemption - Saint-Cléophas - Sayabec (23.7.96).

A detail view of a mega-boulder of calcareous conglomerate containing coral clasts; this lithology belongs to the Appalachian Silurian formations outcropping in the area of La Rédemption - Saint-Cléophas - Sayabec (96.7.23).

Largement ouverte au NO, la baie de Mitis subit l'effet des vagues même si elle est en partie protégée des vents forts et dominants du NE et du SO (Ferland et Gagnon, 1967). Ces derniers atteignent à tour de rôle le secteur SO de la baie caractérisé par une falaise vive taillée dans l'argile et le secteur NE rocheux, plus résistant. Les nombreux cailloux à la surface de la batture (dallages) protègent effica-

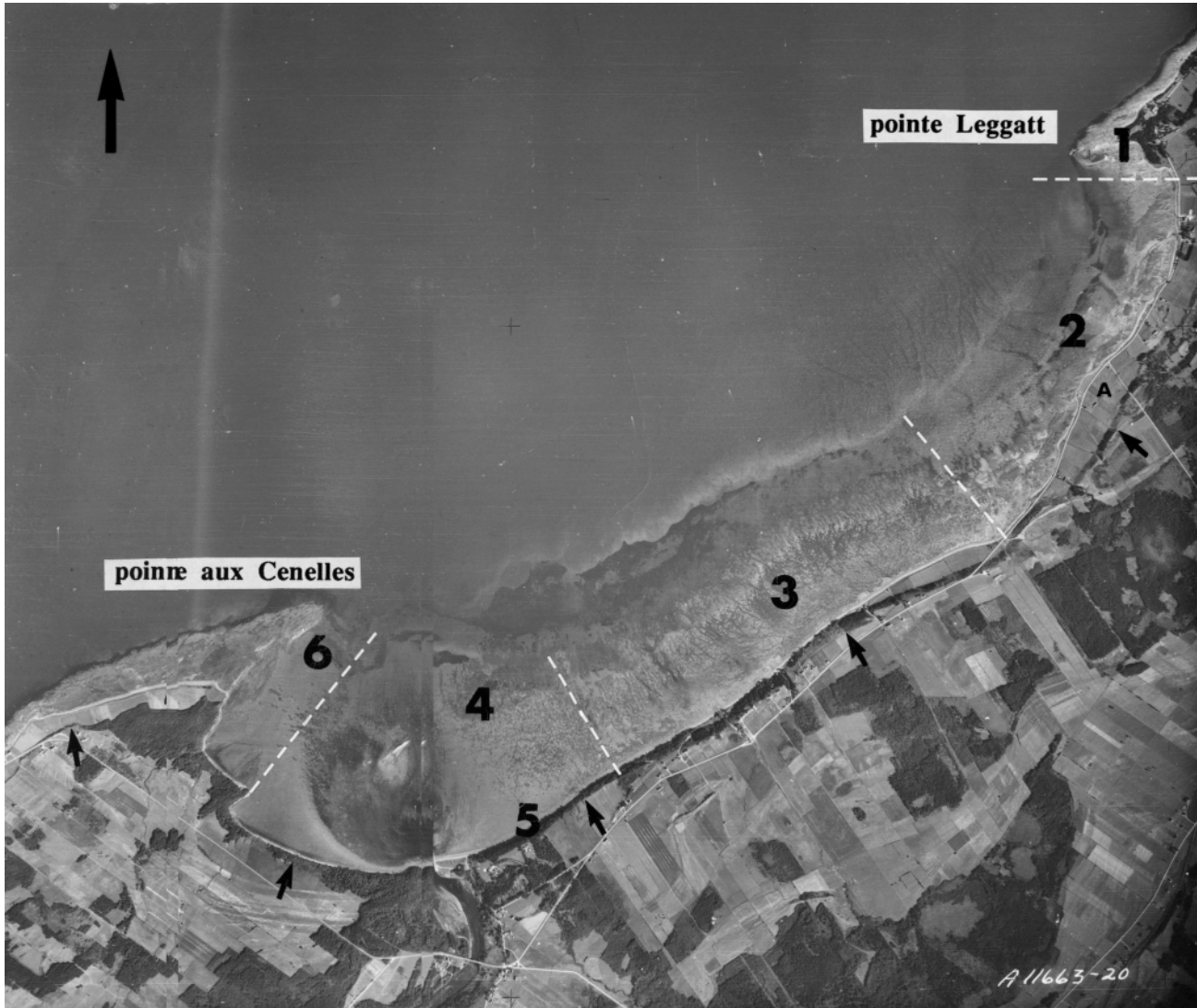


FIGURE 9. Photographie aérienne verticale de la baie de Mitis montrant les divers secteurs où furent faits les comptages de cailloux. Les chiffres correspondent aux différents secteurs mentionnés au bas du tableau III. La lettre A identifie la terrasse Mitis, les flèches pointent la falaise Micmac. Photographie n° A 11663-20, Photothèque nationale du Canada, Ottawa.

A vertical air photo of the baie de Mitis area showing the various sectors of the embayment surveyed. Numbers 1 to 6 indicate the various areas surveyed as mentioned at the end of Table III. The letter A is for the Mitis terrace, while arrows show the Micmac cliff. Air photo A 11663-20, National Air Photo Library, Ottawa.

cement la surface argileuse contre l'érosion des vagues et des courants de marées.

La température moyenne annuelle de l'air est de 3,5°C, celle de janvier et de juillet respectivement de -11° et 17°C avec 180 jours de gel et des précipitations annuelles totales de 890 mm dont 366 cm de neige (Ferland et Gagnon, 1967).

La saison glacielle s'étend de décembre à la fin mars. Au pléni-glacielle, la batture est entièrement couverte par une nappe de glace de 50 à 90 cm d'épaisseur excepté au droit des crêtes de pression, des pustules ou des chaos où elle excède souvent 150 cm. L'action morpho-sédimentologique des glaces est comparable aux autres secteurs du Saint-Laurent (Dionne, 1970). Mentionnons cependant le rôle fon-

damental des glaces dans la formation des dallages de cailloux, dans le déplacement des méga-blocs, dans l'érosion du tapis végétal du schorre à spartines et occasionnellement dans l'affouillement du fond argileux. Les nombreuses marques fraîches d'abrasion observées sur les blocs de la batture (fig. 10) témoignent de déplacements fréquents de cailloux à la base des radeaux de glace.

ÉVÉNEMENTS QUATÉNAIRES

Le Quaternaire (Pleistocène supérieur et Holocène) de la région immédiate de la baie de Mitis n'ayant pas encore fait l'objet d'une étude spécifique, nous offrons ici quelques éléments clés susceptibles de favoriser une meilleure compré-

hension du sujet, à savoir la nature lithologique des cailloux et leur origine.

À l'instar de la région de Matane (Dionne et Coll, 1995), la bande côtière de la région de Mitis aurait été libre de glaces assez précocement. D'après Prichonnet (1995, p. 15), le front glaciaire passait à la pointe Leggatt vers 13,5 ka, mais la baie de Mitis était alors entièrement recouverte de glace. Les anciens écoulements glaciaires reconnus dans la zone sise au sud de la baie de Mitis ont une direction NO-SE et NE-SO. Nous avons retrouvé sur les pointes rocheuses de la baie de Mitis des traces d'un écoulement glaciaire tardif vers le NE: 25-30° dans le secteur SO et 30-35° à la pointe Leggatt. Les derniers mouvements glaciaires liés aux lobes appalachiens après la déglaciation de l'estuaire et de la bande côtière auraient été vers le N et le NO (Desmarais, 1988 ; Prichonnet et Desmarais, 1985 ; Prichonnet et Héту, 1988 ; Prichonnet, 1995). Il est possible que cet écoulement des glaces appalachiennes se soit fait sentir jusqu'au rivage actuel.

Une fois libérée des glaces, la bande côtière aurait été submergée par la Mer de Goldthwait jusqu'à une altitude maximale d'environ 115 m (Dionne, 1966)². La plus vieille date au ¹⁴C (tabl. I) est de 13,4 ka dans la vallée de la rivière Mitis (Prichonnet, 1995). Il est difficile de savoir si elle correspond vraiment au début de la submersion goldthwaitienne. Une contamination par du carbone provenant des roches calcaires appalachiennes demeure possible. Quoi qu'il en soit, durant cet épisode, la mer a abandonné en eau relativement profonde d'épais dépôts limono-argileux qui forment aujourd'hui de grandes terrasses entre les crêtes rocheuses appalachiennes orientées SO-NE, parfois recouvertes de dépôts granulaires (deltas et plages), mis en place en eau peu profonde lors de l'émersion des terres (Dionne, 1966).

2. À notre connaissance, la limite maximale de la Mer de Goldthwait n'a pas encore été précisée dans ce secteur.

D'après les dates au ¹⁴C de la région de Matane et quelques dates pour le secteur avoisinant la baie de Mitis (Dionne et Coll, 1995 ; Héту, 1994 ; Prichonnet, 1995), la terrasse de 20 m en bordure de la baie aurait émergé vers 8,5-9 ka. La suite des événements est mal connue. D'après les données pour d'autres secteurs de la rive sud du Saint-Laurent estuarien, il y aurait eu un bas niveau marin vers 6 ka suivi d'une petite transgression (Dionne, 1988a, 1988b ; Dionne et Coll, 1995). Il est vraisemblable que la falaise Micmac ait été taillée à cette époque ou encore lors d'une deuxième phase transgressive antérieure à l'édification de la terrasse Mitis datée à environ 2 ka (Dionne, 1992, 1996a, 1996b). Nous n'avons malheureusement pas encore trouvé de trace de la transgression Laurentienne dans le secteur de la baie de Mitis. Par contre, nous savons que la terrasse de 10 m était émergée vers 7,8 ka (tabl. I).

La batture de la baie de Mitis correspond à une surface d'érosion taillée dans l'argile de la Mer de Goldthwait ; cette surface est corrélative de la falaise Micmac même si elle a pu subir quelques retouches au cours des derniers millénaires. Il est donc possible que ces deux formes d'érosion aient été taillées en deux étapes, soit lors de la transgression Laurentienne entre 6 et 4 ka et un peu plus tard avant l'édification de la terrasse Mitis.

Quant aux pointes rocheuses à chaque extrémité de la baie de Mitis, ce sont d'anciennes surfaces d'érosion portant des marques glaciaires, ce qui leur confère un âge antérieur au passage du dernier glacier, c'est-à-dire à l'écoulement vers le NE. Ces plates-formes rocheuses aplanies ont toutefois été retouchées durant l'Holocène et continuent à évoluer par l'action du froid et des glaces. Guilcher (1981) en a fait des surfaces de cryoplanation. D'une façon générale, elles fournissent peu de gros cailloux à la batture actuelle. Les éléments récents en provenant sont anguleux et peuvent facilement être distingués de ceux issus de la terrasse argileuse de 20 m.

TABLEAU I
Dates au ¹⁴C de la région de Mitis

Localité	No lab.	Âge BP	Altitude (m)	Dépôt	Matériel	Référence
Riv. Mitis	UQ-1081	13 400±200	80	marin	coquillages	Prichonnet, 1995
Riv. Neigette	UQ-1096	12 450±100	75	plage	coquillages	Prichonnet, 1995
Grand-Mitis	QU-267	11 590±430	30-53	marin	coquillages	Locat, 1978
Mont-Joli	QU-262	11 380±470	72-78	plage	coquillages	Locat, 1978
Saint-Octave	QU-268	11 360±290	62-64	plage	coquillages	Locat, 1978
Price	QU-261	11 110±370	62-72	plage	coquillages	Locat, 1978
Price	UQ-1034	10 500±100	58	plage	coquillages	Prichonnet, 1995
Baie de Mitis	UQ-982	7750±100	17	argile	tourbe	Prichonnet, 1995
Baie de Mitis	Beta-34821	7710±110	10	argile	tourbe	Dionne et Coll, 1995
Baie de Mitis	Beta-31622	7580±100	10	argile	tourbe	Dionne et Coll, 1995
Baie-Mitis	Beta-36757	6980±90	25	plage	tourbe	Dionne et Coll, 1995
Baie de Mitis	Beta-36756	4950±80	20	plage	tourbe	Dionne et Coll, 1995
Baie de Mitis	UL-680	680±70	3.5 m	plage	coquillages	Dionne, inédit

RELEVÉS ET RÉSULTATS

NATURE DES RELEVÉS

Pour les besoins de l'étude, la baie de Mitis a été subdivisée en cinq secteurs (fig. 9) : celui de la pointe Leggatt au NE (1), de l'anse aux Morts (2), du centre (3), du sud-ouest (4-5) et celui de la pointe aux Cenelles (6).

Les relevés (comptages) furent effectués par deux opérateurs. La plupart furent faits en 1989 aux mois de mai et juin, période la plus favorable pour identifier facilement les blocs d'éstran, car à cette période de l'année les blocs sont propres. Au cours de l'été, il arrive souvent qu'une mince pellicule de vase voile la surface des cailloux compliquant ainsi l'identification et la rendant parfois impossible à moins de les laver, opération fastidieuse. Cette contrainte n'existe toutefois pas pour les blocs formant des cordons battus par la vague; par contre ces derniers sont progressivement envahis par les varechs (*Fucus* et *Ascophyllum*) au cours de l'été. Un relevé complémentaire a été fait à l'été 1996 pour les blocs de dolomie.

Les cailloux inclus dans cette étude comprennent des éléments de taille variée allant de 25 à 100 cm ; toutefois, la majorité des cailloux avaient un grand axe ou un diamètre compris entre 35 et 60 cm. Les méga-blocs (blocs métriques), généralement épars sur la batture, ont fait l'objet d'un relevé séparé (Dionne et Poitras, 1998). Quelques comptages ont aussi été faits sur les galets du haut de plage ainsi que dans une coupe de la terrasse de 20 m en bordure de la baie de Mitis. Le façonnement des cailloux de la batture n'a pas été relevé d'une façon systématique. Néanmoins, une évaluation visuelle a été faite. Les cailloux précambriens accusent un degré d'usure (émoussé) ou de façonnement supérieur aux cailloux appalachiens (tabl. II).

TABLEAU II
Émoussé visuel des blocs (en pourcentage)

	Précambriens	Appalachiens
Argileux	10	20
Subargileux	15	35
Subarrondis	55	35
Arrondis	20	10

Au total, 54 comptages de blocs ont été faits dans l'ensemble de la baie de Mitis, soit 43 pour la batture argileuse, 5 pour les pointes rocheuses, 4 au pied de la falaise vive dans le secteur SO, à l'E de l'embouchure de la rivière, et 2 autres pour la terrasse Micmac. En tout 30 622 cailloux³ ont été examinés, soit une moyenne de 567 par comptage, ce qui confère à nos relevés un degré de confiance très satisfaisant (Van der Plas et Tobi, 1965 ; Duchesne et Pisart, 1985). À lui seul le bas estran a fait l'objet de 43 comptages pour un total de 25 270 blocs. Comme il ne s'agissait

3. Ce chiffre comprend les deux comptages faits dans la coupe du ravin de la terrasse Micmac.

pas de déterminer le nombre de cailloux par mètre carré, la méthode des quadrats n'a pas été utilisée. Le nombre variable de blocs examinés dans chaque site (tabl. III) correspond à des aires de dimensions variées.

Les relevés ont porté essentiellement sur deux grandes catégories, d'une part sur des dallages de cailloux enfoncés dans le substrat argileux, d'autre part sur des amas de blocs entièrement dégagés formant des cordons simples (une seule épaisseur) sur le pourtour des fragments de plate-forme rocheuse ou encore directement sur ces dernières, aussi bien à la limite des basses mers moyennes qu'à des niveaux plus élevés. Les grands dallages vers la limite des basses mers de morte eau comprennent souvent des concentrations denses de cailloux non enfoncés dans le substrat argileux.

Deux grandes familles lithologiques de blocs ont été distinguées : ceux provenant du Bouclier laurentidien situé à plus de 50 km au nord de l'estuaire et les blocs locaux ou lointains appartenant aux formations appalachiennes. Nous n'avons pas identifié d'une façon certaine de cailloux provenant des basses terres du Saint-Laurent, bien que certains calcaires fossilifères et certains schistes semblent appartenir à ces formations. Nous avons toutefois observé sur la plate-forme de la pointe aux Cenelles de grosses concrétions calcaires circulaires (fig. 11) semblables à celles des formations schisteuses du rivage en amont de Québec (Neuville-Donnacona, Lotbinière).

Les précambriens regroupent tous les éléments ignés et métamorphiques rencontrés sur la batture sans distinction. On y trouve divers types de granites et de gneiss, des roches riches en minéraux ferromagnésiens, des anorthosites et aussi un faible pourcentage de roches intrusives (volcaniques) de couleur foncée et à texture microlitique. Faute de temps et d'un examen minutieux, nous n'avons pas cherché à distinguer les cailloux ignés ou métamorphiques pouvant appartenir aux lithologies des Chic-Chocs. Leur présence n'est donc pas exclues.

Les cailloux appartenant aux formations appalachiennes comprennent divers types de grès (graywacke, arkose), des schistes argileux (*shale*, *slate*, *mudrock* ou *clayrock*), divers calcaires dont certains sont fossilifères et d'autres coralliens provenant vraisemblablement des formations du Silurien de la région de la Rédemption et de Sayabec. Les roches carbonatées comprennent aussi des dolomies de source incon nue. Il existe un faible pourcentage de blocs de conglomérat appartenant aux formations cambro-ordoviciennes mais aussi aux formations siluriennes, car certains blocs contiennent des fragments de coraux (fig. 12). La dernière catégorie comprend divers types de quartzites provenant des formations cambro-ordoviciennes et siluriennes dont celle de Val-Brillant, un quartzite blanc souvent à mouchetures rouges. Il est possible que certains blocs de quartzite appartiennent au Grenville du Bouclier laurentidien. Faute d'une connaissance adéquate de tous les types de quartzite du Bouclier et des Appalaches, nous les avons placé dans la même catégorie.

TABLEAU III
Lithologie des cailloux de la baie de Mitis (en pourcentage)

S	N	Précambrien	Grès	Schiste	Calcaire	Conglomérat	Quartzite	Remarques
1	791	47,0	37,4	4,2	8,5	0,4	2,5	Sur plate-forme de grès; 1 dolomie
	294	32,3	56,1	2,8	7,5	0,3	1,0	Sur plate-forme de grès; 1 dolomie
2	358	55,5	36,2	3,6	2,5	1,9	0,3	1 calcaire corallien; 1 anorthosite
	444	51,6	32,2	8,1	2,9	1,4	3,8	3 calcaires coralliens; 4 schistes rouges; 1 anorthosite
	566	47,3	36,0	3,5	7,6	1,4	4,1	4 calcaires coralliens; 1 schiste rouge
	722	46,4	40,0	2,9	6,2	1,0	3,5	2 schistes rouges
	419	42,2	41,1	9,3	5,0	0,2	2,1	Cordon en bordure de la plate-forme
	417	52,5	26,6	4,6	11,5	1,0	3,8	1 schiste rouge
	693	42,1	28,0	13,0	10,0	1,4	5,5	En bordure de la plate-forme
	769	54,6	27,4	6,9	8,1	0,8	2,2	2 anorthosites
	894	41,8	31,8	11,6	10,1	1,8	2,9	3 anorthosites
	691	48,9	25,2	13,6	9,4	0,6	2,9	5 anorthosites; 1 dolo rose; 1 calcaire corallien
	824	46,5	25,6	18,6	5,3	1,8	2,2	1 anorthosite
	645	48,5	24,3	18,3	5,6	0,8	2,5	4 anorthosites
	802	42,3	24,8	16,6	12,8	1,0	2,5	6 anorthosites; 2 dolo roses
	749	45,3	26,6	16,0	8,7	0,5	2,9	7 anorthosites; 1 schiste rouge
	541	44,2	24,0	22,2	5,2	0,5	3,9	1 anorthosite; 2 schistes rouges
	525	46,5	22,8	18,1	7,6	0,6	4,4	2 anorthosites; 1 calcaire corallien
	393	45,5	23,7	18,1	9,9	—	2,8	1 anorthosite; 2 schistes rouges
	427	43,3	26,9	14,1	12,4	3,0	0,2	1 calcaire corallien; 1 schiste rouge
	386	39,4	35,7	13,2	6,7	1,6	3,4	
	785	39,0	26,7	15,9	13,5	0,5	4,3	3 anorthosites; en bordure plate-forme
	774	41,6	25,8	22,4	5,7	1,3	3,2	3 anorthosites; 3 schistes rouges
	502	35,6	25,9	26,9	5,3	1,6	4,7	2 schistes rouges
3	475	43,6	23,8	21,3	8,6	0,2	2,5	2 anorthosites; 1 schiste rouge 1 calcaire corallien
	791	43,7	23,0	21,9	8,6	0,1	2,7	6 anorthosites; 3 schistes rouges
	679	40,4	24,7	24,4	7,5	—	2,9	4 anorthosites; 2 schistes rouges
	640	32,3	27,2	29,8	8,3	0,2	2,2	4 anorthosites; 3 schistes rouges
	736	29,2	27,5	29,9	9,2	0,5	3,7	2 anorthosites; 14 schistes rouges; 1 grès rouge
	597	27,5	25,9	30,5	11,9	0,2	4,0	2 anorthosites; 10 schistes rouges
	600	23,8	24,7	29,2	18,0	0,3	4,0	1 anorthosite; 8 schistes rouges
	636	24,4	25,6	28,0	15,4	0,9	5,7	11 schistes rouges
	665	27,4	21,9	13,8	29,3	1,5	6,0	1 anorthosite
	521	25,3	22,1	18,4	28,6	0,8	4,8	1 anorthosite
	594	21,5	21,4	33,0	18,0	0,8	5,2	7 schistes rouges
	573	29,5	15,9	36,3	14,1	0,2	4,0	1 schiste rouge
	791	32,0	13,4	33,9	15,5	1,0	4,2	1 anorthosite; 3 schistes rouges
	637	32,0	16,2	34,7	10,5	0,8	5,8	4 anorthosites; 2 schistes rouges
4	1015	37,4	16,6	30,1	11,1	0,5	4,2	2 anorthosites; 1 dolomie rouge
	528	41,0	19,7	24,0	11,7	0,2	3,4	1 anorthosite; 1 schiste rouge
	324	24,4	28,1	28,1	13,9	1,5	4,0	
	464	30,0	23,3	27,4	12,0	0,4	6,7	1 caillou volcanique
	638	41,7	19,8	25,4	8,0	0,6	4,5	2 anorthosites
	536	35,1	27,0	25,7	7,5	0,4	4,3	1 anorthosite; 1 schiste rouge
	686	37,0	28,1	25,8	5,4	0,5	3,2	2 anorthosites
5	768	24,5	15,1	9,8	44,9	1,2	4,5	haut de plage au pied de la falaise argileuse (terrasse Micmac)
	691	28,1	17,4	7,5	40,1	1,0	5,9	1 schiste rouge; 3 calcaires coralliens
	380	42,1	17,1	4,2	29,2	2,6	4,7	
	677	69,0	15,1	2,4	10,3	0,7	2,5	1 anorthosite; côté ouest de la riv.
6	239	59,8	18,0	17,1	1,2	—	3,8	Dallage sur plate-forme; 2 anorthosites
	421	48,5	23,0	16,6	9,3	0,2	2,4	Dallage sur plate-forme; 3 anorthosites
	401	48,1	27,4	20,0	1,5	0,3	2,7	Blocs épars sur la plate-forme rocheuse 5 anorthosites

S, secteur; N, nombre de cailloux. Secteurs: 1, pointe Leggatt; 2, anse aux Morts; 3, centre; 4, sud-ouest; 5, haut de plage de part et d'autre de la rivière Mitis; 6, pointe aux Cenelles.

LITHOLOGIE DES CAILLOUX DE LA BATTURE

Plusieurs tableaux contiennent les données des comptages faits dans la baie de Mitis à l'été 1989. Le tableau IV présente par secteur l'ensemble des données pour les 52 comptages effectués, pour un total de 29 932 cailloux (fig. 13).

Malgré l'éloignement de la source, les précambriens comptent néanmoins pour 40 % de l'ensemble des lithologies avec des pourcentages variés selon les secteurs allant jusqu'à 20 % d'écart. Le plus fort pourcentage (52,1) a toutefois été obtenu pour la pointe aux Cenelles; il est basé sur trois comptages seulement totalisant 1061 blocs. Ce pourcentage relativement élevé est toutefois inférieur à celui (61,2 %) obtenu pour la région de Rivière-du-Loup-Trois-Pistoles (Dionne, 1972). Un coup d'œil sur les données pour les trois principaux secteurs de la batture (tabl. V) permet de constater que le pourcentage de précambriens est semblable dans les trois secteurs, pour une moyenne de 39,1 %, une médiane de 41,6 %, un minimum et un maximum respectifs de 21,5 % et 55,5 %. Les méga-blocs épars sur la batture sont à 57,2 % précambriens, une différence importante par rapport aux cailloux plus petits des dallages et des cordons.

La deuxième lithologie la plus abondante comprend les grès de toutes catégories avec 25,8 % pour l'ensemble du rivage et 25,9 % pour les trois secteurs de la batture argileuse. Le plus fort pourcentage de grès (46,7) a été obtenu à la pointe Leggatt, un secteur rocheux constitué principalement de graywackes. Dans les autres secteurs, la moyenne varie de 16,1 à 29 %. Le pourcentage de grès dans la catégorie des méga-blocs est de 22,5 %, donc peu différent de la moyenne pour les dallages et les cordons (tabl. VI).

Les cailloux de schistes argileux comptent pour 18,5 % pour l'ensemble du rivage, mais ils semblent un peu plus fréquents sur la batture avec un pourcentage de 20,2. Le minimum (3,5 %) a été obtenu à la pointe Leggatt et les plus forts pourcentages (26,1 et 27,7) dans les secteurs 3 et 4 de la batture argileuse. Il n'y a que 1,1 % de schistes dans la catégorie des méga-blocs.

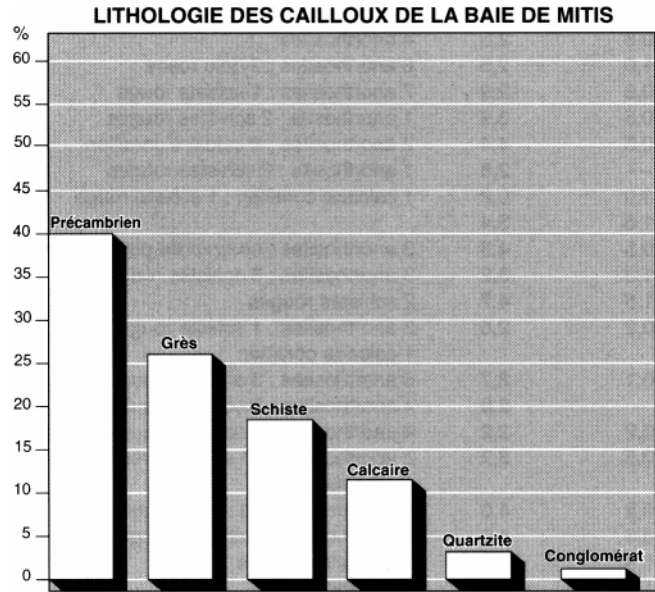


FIGURE 13. Histogramme des diverses lithologies de cailloux de la batture argileuse de la baie de Mitis.

Histogram showing the various lithologies of boulders of the clay substrate of Baie de Mitis.

Malgré l'absence d'affleurements de calcaire sur le rivage actuel et à proximité de la baie de Mitis, cette lithologie totale néanmoins 11,5 % des blocs pour l'ensemble du rivage et 10,4 % pour la batture argileuse proprement dite. Le pourcentage le plus élevé (31,1) a été obtenu dans le secteur 5, soit au pied de la falaise Micmac ; la majorité des blocs semblaient issus de ce dépôt argileux en voie d'érosion. Par contre, le plus faible pourcentage de calcaire a été relevé à la pointe aux Cenelles. Les dallages de cailloux du secteur central comprennent 14,3 % de calcaires alors que les méga-blocs en comptent 6,8 %.

Les quartzites de toutes les catégories comptent pour 3,6 % à la fois pour la batture et pour l'ensemble du rivage, alors que les conglomérats, lithologie la moins représentée, regroupent seulement 0,8 % de l'ensemble des lithologies du rivage de la baie de Mitis. Par contre, les conglomérats totalisent 10,1 % des méga-blocs.

TABLEAU IV

Lithologie des cailloux en pourcentage (moyenne) par secteur

Secteur	Nc	Nb	Précambrien	Grès	Schistes	Calcaires	Conglo.	Quartzite
1	2	1085	39,6	46,7	3,5	8,0	0,4	1,8
2	22	12144	45,5	29,0	13,5	7,8	1,0	3,1
3	15	9950	31,3	22,0	27,7	14,3	0,5	4,1
4	6	3176	34,9	24,3	26,1	9,7	0,6	4,3
5	4	2516	40,9	16,2	6,0	31,1	1,4	4,4
6	3	1061	52,1	22,8	17,9	4,0	0,2	3,0
52	29932		40,0	25,8	18,3	11,5	0,8	3,6

*Nc = nombre de comptages; Nb = nombre de blocs

TABLEAU V
Pourcentage des lithologies sur la batture (43 comptages et 25 270 cailloux)

	Précambrien	Grès	Schistes	Calcaire	Conglo.	Quartzite
Minimum	21,5	13,4	2,9	2,5	0,0	0,2
Q1	32,0	23,0	13,6	6,7	0,4	2,8
Médiane	41,6	25,6	21,3	9,2	0,8	3,8
Q3	45,5	27,5	28,0	12,4	1,4	4,3
Maximum	55,5	41,1	36,3	29,3	3,0	6,7
Moyenne	39,1	25,9	20,2	10,4	0,8	3,6

TABLEAU VI
Lithologie des méga-blocs de la batture de Mitis

Précambrien	52,2 %
Grès	22,5
Conglomérat	10,1
Calcaire	6,8
Quartzite	2,3
Schiste	1,1

LITHOLOGIES PARTICULIÈRES

Certaines lithologies rencontrées dans la baie de Mitis méritent une mention particulière. C'est le cas des blocs d'anorthosite, une lithologie exclusive au Bouclier laurentien. On en trouve partout sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent entre Rivière-du-Loup et Matane. Nous avons observé 87 blocs de cette nature sur la batture argileuse, ce qui représente 0,8 % de l'ensemble des précambriens. Ce pourcentage apparaît très faible en comparaison de ceux (7 et 10,5 %) obtenus par Rappol (1993, p. 14) au sud du Mont Saint-Pierre, à plusieurs dizaines de kilomètres au SO de la baie de Mitis. Les schistes rouges constituent une autre lithologie facile à distinguer; nous avons compté 86 cailloux de cette nature, soit 1,6 % de l'ensemble des schistes. Les calcaires coralliens sont aussi de précieux indicateurs d'un apport en provenance des Appalaches, en particulier des formations siluriennes dont les affleurements les plus proches se trouvent à une trentaine de kilomètres de la rive. Nous avons identifié 15 blocs dans cette catégorie auxquels il convient d'ajouter quelques gros blocs de conglomérat contenant des débris de coraux.

Sur la batture de la baie de Mitis, on trouve aussi des dolomies. Lors des relevés de 1989, nous en avons observé sept dont cinq de couleur rose, une rouge et une grise marbrée. Comme les cartes géologiques régionales ne mentionnent pas la présence de cette lithologie dans les formations appalachiennes, il demeure difficile de connaître la source. Une étude en cours pour l'ensemble de la rive sud, entre Rivière-du-Loup et Sainte-Anne-des-Monts, permettra sans doute de résoudre la question de la source qui est probablement double, à savoir les Appalaches et le Bouclier laurentien. Un inventaire effectué dans la baie de Mitis, en 1996, a permis de dénombrer 140 cailloux de dolomie dont 27,8 % étaient striés. Le plus gros bloc de dolomie (60 x 55 x 25 cm) pesait environ 185 kg. Les dolomies roses sont particulièrement abondantes de même que les grises de type marbré. Ces deux types sont également fréquents sur le rivage de la

côte nord de part et d'autre de l'embouchure du Saguenay (Dionne, 1994).

LITHOLOGIE DES GALETS

Un examen sommaire de la lithologie des galets du cordon littoral (haut de plage) a aussi été fait dans le but de vérifier si la composition différait selon la taille des cailloux. Les résultats obtenus confirment ceux d'études antérieures dans d'autres secteurs de la côte sud du Saint-Laurent (Dionne, 1971, 1972), à savoir que les pourcentages diffèrent principalement pour les précambriens.

En tout 14 comptages ont été faits pour un total de 4169 galets, soit une moyenne de 298 par comptage (tabl. VI). C'est peu, mais néanmoins suffisant pour donner un aperçu utile. Le tableau VII fournit le pourcentage de chaque lithologie pour les trois secteurs examinés.

Dans le secteur central et l'anse des Morts, ainsi que dans le secteur SO au pied de la falaise argileuse, les précambriens totalisent respectivement 16,7 % et 24 %, alors que dans le secteur juste à l'E de l'embouchure de la rivière Mitis ce pourcentage tombe à 6,5 %. On se souviendra que, dans ce secteur, le diamicton observé dans la terrasse Micmac ne contient que 2,2 % de précambriens. Dans les plages soulevées à l'est de la rivière Mitis, Prichonnet (1995) a trouvé 16,2 % de précambriens dans les cailloux de 5 à 25 cm, alors que plus au sud, près de Price, ce pourcentage tombe à 8 %.

Les grès dominant largement sur l'ensemble du cordon littoral, mais surtout dans la partie SO et NE de la baie de Mitis avec des pourcentages respectifs de 41,7 % et 45,7 %, ce qui s'explique facilement en raison de la présence d'affleurements dans ces secteurs.

Considérant l'étendue relativement importante des schistes argileux, le pourcentage de galets de cette lithologie retrouvés dans le cordon littoral paraît faible avec 12,6 % seulement. Il convient de rappeler que la fragilité des schistes et leur débitage en plaquettes ne favorisent pas la formation des galets de plus de 5 cm. Les fragments de schistes représentent toutefois une forte proportion des éléments de 2 mm à 3 cm.

Par contre, les galets de calcaire constituent une lithologie relativement importante en particulier dans le secteur situé juste à l'E de l'embouchure de la rivière Mitis où ils totalisent 43,2 % des galets de 5 à 15 cm; le diamicton de la terrasse Micmac contient aussi beaucoup de calcaires (35,6 %).

TABLEAU VII
Lithologie des galets du cordon littoral de la baie de Mitis (en pourcentage)

Secteur	N	Précambrien	Grès	Schiste	Calcaire	Quartzite	Quartz	Conglomérat
1	119	21,8	44,5	9,3	15,1	9,3	—	—
	306	15,6	56,2	5,9	12,4	9,2	—	0,9
	234	17,5	58,1	8,5	10,3	5,6	—	—
	178	24,7	39,9	5,6	20,2	9,6	—	—
	199	14,0	44,7	20,6	15,1	5,5	—	—
	204	19,1	57,4	7,4	8,3	4,9	2,9	—
	355	13,5	40,6	25,0	15,2	1,7	3,7	0,3
	325	7,7	24,6	22,5	37,5	4,3	2,8	0,6
2	533	4,3	26,8	11,1	47,3	8,2	1,7	0,6
	449	9,8	17,2	14,7	46,5	9,4	2,0	0,4
	403	5,5	29,5	17,4	35,7	10,2	1,0	0,7
3	292	34,2	36,0	6,2	18,1	4,5	1,0	—
	357	28,9	35,6	12,6	17,6	2,2	3,1	—
	215	8,8	53,5	9,3	21,4	4,2	2,3	0,5

1, secteur central et anse des Morts; 2, secteur à l'E de l'embouchure de la rivière Mitis; 3, secteur SO au pied de la falaise argileuse.

TABLEAU VIII
Lithologie des galets du cordon littoral (en pourcentage)

Secteur	Nc	Ng	Précambrien	Grès	Schiste	Calcaire	Quartzite	Quartz	Conglo
1	8	1920	16,7	45,7	13,1	16,8	6,3	1,2	0,2
2	3	1385	6,5	24,5	14,4	43,2	9,3	1,5	0,6
3	3	864	24,0	41,7	9,4	19,0	3,6	1,8	0,2
	14	4169	16,1	40,3	12,6	22,9	6,3	1,5	0,3

Nc, nombre de comptages; Ng nombre de galets

Les galets de quartzite et de quartz forment un groupe non négligeable alors que les galets de conglomérat sont plutôt rares, ce qui s'explique par les caractéristiques de cette lithologie grossière (rudite) qui fournit peu d'éléments de la taille des galets.

LITHOLOGIE DES CAILLOUX DE LA TERRASSE MICMAC

Dans le secteur ouest de la baie de Mitis, à environ 700 m à l'E des jardins Reford, un profond ravin entaille la terrasse Micmac constituée de matériel argileux gris rosâtre. Nous y avons fait deux comptages: un en surface, l'autre en profondeur. En surface, l'argile est moins pierreuse qu'en profondeur où elle s'apparente à un diamicton. D'après Prichonnet (1995), ce dépôt contient une micro-faune marine. Les pourcentages obtenus indiquent qu'il s'agit de deux dépôts différents.

En surface prédominent les précambriens avec 62,2 % des blocs, alors qu'en profondeur le pourcentage des précambriens tombe à 2,2. Dans ce dépôt, Prichonnet (1995) a trouvé 1,3 % de précambriens parmi les cailloux de 5 à 25 cm. Autres différences importantes: dans le diamicton en profondeur prédominent les grès et les calcaires avec respectivement 31,8 et 35,6 % (tabl. IX). Il s'agit vraisemblablement d'un dépôt alimenté par les glaces appalachiennes, alors qu'en surface les apports glaciels de l'Inlandsis laurentidien sont manifestes.

DISCUSSION

Les comptages de cailloux faits dans la baie de Mitis indiquent clairement deux sources principales fort distinctes et très éloignées l'une de l'autre, soit les Appalaches sur le versant sud et le Bouclier laurentidien sur le versant nord. Les cailloux étant dans ou à la surface de formations limono-argileuses et occasionnellement sur des substrats rocheux (fragments de plate-forme intertidale) exhumés par érosion, il ne s'agit donc pas uniquement d'une simple dispersion glaciaire. La mise en place d'une forte proportion du matériel grossier se révèle plus complexe. Elle implique un délestage par les glaces flottantes: icebergs ou glaces annuelles. On sait que de nos jours, les glaces du Saint-Laurent sont souvent chargées de cailloux et qu'elles transportent chaque année un volume impressionnant de débris (Dionne, 1981, 1993b, 1993c). Il existe donc dans un site donné des apports et des départs constants que l'on qualifie à juste titre de glaciels. Le problème à résoudre est celui du déplacement initial des cailloux à partir de la roche mère ou de la source.

Les cailloux observés dans ou à la surface des formations argileuses de la rive sud, notamment dans la région de la baie de Mitis, ont forcément le même âge que ces dernières, c'est-à-dire entre 9 et 12 ka (Dionne, 1996c). Ils ont donc été délestés avant l'émersion de la terrasse de 20 m (environ 9 ka) (Dionne et Coll, 1995) dans les eaux de la Mer

TABLEAU IX
Lithologie des cailloux de la terrasse Micmac

	N	Précambrien	Grès	Schiste	Calcaire	Conglo	Quartzite
En surface	246	62,2	16,7	9,4	6,9	2,4	2,4
En profondeur (diamiction)	444	2,2	31,8	23,6	35,6	—	6,8

de Goldthwait au cours de la déglaciation de la vallée du Saint-Laurent. À cette époque, la Mer de Goldthwait devait être envahie par des icebergs mais aussi par des glaces annuelles provenant à la fois des rivages et des cours d'eau. Selon de Vernal *et al.* (1993) autour de 11 ka, le golfe du Saint-Laurent était couvert de glaces durant huit mois par an. Par ailleurs, le front de l'Inlandsis laurentidien se trouvait alors en bordure de la rive nord et des langues glaciaires occupaient les principales vallées (Saguenay, La Malbaie, Baie-Saint-Paul) (Poulin, 1976 ; Bonenfant, 1993 ; Govare, 1995 ; Dionne et Occhietti, 1996), alors que la masse glaciaire appalachienne se trouvait à quelques kilomètres seulement de la rive actuelle ; ainsi les deux fronts glaciaires étaient en contact avec la Mer de Goldthwait à maints endroits (Héty, 1994 ; Dionne et Coll, 1995).

Les blocs constituant les beaux dallages et les cordons de la batture de la baie de Mitis sont pour l'essentiel des résidus (*boulder lags*) de l'érosion de la terrasse argileuse bordant la baie. Des excavations faites dans le substrat argileux de la batture ont confirmé, d'une part, qu'en général l'argile contient beaucoup moins de cailloux qu'on pourrait l'imaginer en voyant pour la première fois ce rivage caillouteux et, d'autre part, que la lithologie des cailloux était semblable à celle des blocs formant les dallages et les cordons en surface. Il en est de même pour la plupart de sites de la rive sud (Dionne, 1972, 1979, 1987). Néanmoins, il y en a suffisamment dans un dépôt argileux d'une vingtaine de mètres d'épaisseur pour donner un résidu grossier (*boulder lag*) permettant la formation de dallages et de cordons, ce qui n'élimine pas pour autant des apports glaciels de l'extérieur. Là où les formations argileuses sont peu ou pas caillouteuses, on n'observe généralement pas de dallages ni de cordons de blocs.

D'après les nombreuses observations faites un peu partout sur les rives du Saint-Laurent estuarien, nous croyons que la majorité des blocs de la baie de Mitis proviennent des environs: d'une part, des crêtes rocheuses du Cambro-ordovicien en bordure du rivage actuel et, d'autre part, de la terrasse argileuse taillée en falaise. Les apports glaciels extérieurs actuels ou sub-actuels représentent peut-être 20-25 % au maximum. Compte tenu des conditions climatiques (vents), hydrodynamiques (courants et marées) et glaciologiques (glaces flottantes), les transferts de blocs de la rive nord à la rive sud sont sans doute relativement peu fréquents de nos jours, car les rivages de la rive sud de l'estuaire sont englacés avant et déglacés après ceux de la rive nord. Les radeaux de glace chargés de cailloux en provenance de la rive nord ont donc peu d'occasion de délester leur charge sur la batture de la baie de Mitis. Les nouvelles acquisitions se font plutôt d'amont vers l'aval sur la même

rive et non à travers l'estuaire, qui, on le sait, excède 50 km de largeur dans la région de Mitis. Sur la batture, la très grande majorité des déplacements (plus de 90 %) sont effectués du haut vers le bas du rivage (Dionne, 1988c; Dionne et Poitras, 1998).

LE CAS DES PRÉCAMBRIENS

Sans exclure totalement des apports de cailloux ignés ou métamorphiques à partir de la rive sud (Chic-Chocs et monts Notre-Dame), notamment pour les blocs à amphibolites (Prichonnet, 1995), nous estimons que la très grande majorité des cailloux cristallins et cristallophylliens proviennent du Bouclier laurentidien. Les anorthosites, par exemple, ne peuvent provenir d'ailleurs. Concernant les apports possibles provenant des monts Notre-Dame et des Chic-Chocs, les études faites sur la dispersion glaciaire en Gaspésie (Lebuis et David, 1977 ; Chauvin, 1984 ; David et Lebuis, 1985 ; Prichonnet et Desmarais, 1985 ; Chauvin et David, 1987 ; Charbonneau et David, 1993 ; Rappol, 1993 ; Prichonnet, 1995) indiquent clairement que les granites et les roches métamorphiques associées ont rarement atteint la rive nord de la Gaspésie et n'ont pas été déplacés vers le sud-ouest en direction de la baie de Mitis. D'après B. Héty (comm. pers.) les tills, les épandages fluvio-glaciaires et les deltas de contact glaciaire de la zone côtière à l'est de Sainte-Anne-des-Monts contiennent entre 1,2 et 4,9 % de cailloux cristallins et métamorphiques (granite, syénite, metabasalte, etc.) dont la source se situe à l'intérieur de la péninsule gaspésienne (monts McGerrigle, Albert, Jacques-Cartier, etc.). Il serait assez étonnant que des cailloux provenant de cette source se retrouvent dans la baie de Mitis.

La question est donc de savoir comment et quand les cailloux erratiques de la baie de Mitis ont été transportés et abandonnés. La distance minimale de la plupart des déplacements étant de l'ordre de plusieurs dizaines de kilomètres voire de la centaine de kilomètres ou davantage pour certaines lithologies particulières, nous croyons qu'une partie des cailloux a subi un premier déplacement au sein des calottes glaciaires. Une partie des cailloux devaient être dans la glace occupant la vallée du Saint-Laurent lors de la déglaciation. Ils ont sans doute été relâchés ensuite par des icebergs issus de la plate-forme de glace reculant vers Québec (Thomas, 1977), mais aussi à partir de l'Inlandsis laurentidien dont le front se trouvait en bordure de la rive nord de l'estuaire (Chauvin *et al.*, 1985). Les écoulements glaciaires connus (Lortie et Martineau, 1987 ; Rappol, 1993 ; Prichonnet, 1995 ; Dionne et Occhietti, 1996) concordent avec cette interprétation. Si c'est réellement le cas, le rôle des icebergs dans la sédimentation au début de la Mer de Goldthwait prend une importance capitale. N'étant pas dans du till, qui en contient effectivement peu (Rappol, 1993 ; Prichonnet,

1995), mais plutôt dans des dépôts argileux, les cailloux précambriens n'ont pu être mis en place directement par la glace laurentidienne même s'ils en sont issus. Il faut alors évoquer un relais par les icebergs.

Pourquoi les icebergs et non les glaces annuelles tel que supposé antérieurement (Dionne, 1972) ? Simplement parce que c'est plus logique et vraisemblable et parce que cela permet d'expliquer la présence sur la rive sud de lithologies très particulières comme les blocs de dolomie à stromatolites que l'on a observé entre Le Portage et Baie-des-Sables (Dionne, en préparation). Ces cailloux proviennent de la région du lac Mistassini à plus de 500 km au NO (Dionne, 1994). Quoiqu'il en soit le pourcentage élevé de blocs précambriens dans la zone côtière submergée est attribué à l'activité glacielle par l'ensemble des auteurs (Coleman, 1922 ; Dionne, 1972, 1979 ; David et Lebus, 1985 ; Rappol, 1993 ; Prichonnet, 1995). Seul Coleman, 1922, p. 12 favorise le transport par les icebergs plutôt que par les glaces annuelles. D'une façon générale, les cailloux observés dans les plages soulevées de la Mer de Goldthwait ont vraisemblablement été mis en place par des radeaux de glace annuelle compte tenu de la faible profondeur d'eau empêchant les icebergs d'atteindre le haut du rivage. Par contre, ceux dans les formations argileuses mises en place en eau profonde peuvent facilement être attribués à des délestages d'icebergs.

LE CAS DES SÉDIMENTAIRES

Comme on le sait, 65 % des cailloux de la baie de Mitis correspondent à des lithologies appartenant aux formations appalachiennes. La catégorie des grès est la plus abondante mais la moins intéressante comme indicateur, car il existe de nombreux affleurements de grès (arkose et graywacke) dans les formations siluriennes. À défaut d'une étude détaillée des lithologies, nous croyons que seuls les grès rouges peuvent servir d'indicateur fiable. Or, nous n'avons observé qu'un seul bloc dans cette catégorie.

Le cas des schistes argileux est similaire. Ils sont fréquents dans la bande côtière cambro-ordovicienne, mais on en trouve aussi dans les formations appalachiennes plus jeunes, à l'intérieur des terres ; ces derniers sont toutefois plus souvent calcaires que ceux du Cambro-ordovicien. Les schistes rouges (ardoises) considérés par Prichonnet (1995) comme un bon indicateur de la dispersion glaciaire sont assez fréquents en bordure de la rive sud, de sorte qu'il est difficile de conclure que les cailloux de cette lithologie rencontrés dans la baie de Mitis proviennent d'affleurements situés assez loin à l'intérieur des terres comme dans la région de Sainte-Angèle-de-Mérici, la limite méridionale des ardoises rouges passant approximativement vers le 48°39' lat. N. On trouve des schistes rouges sur le rivage actuel de la rive sud, de part et d'autre de la baie de Mitis, ainsi que dans la région de Mont-Joli. Par contre des gros blocs de schistes calcaires dont certains sont fossilifères et d'autres contenant des coraux, que nous avons observés sur la batture entre Sainte-Luce et Saint-Ulric (Dionne, en prépara-

tion), proviennent incontestablement des formations siluriennes à l'intérieur des terres et témoignent d'un déplacement initial par les glaciers puis ensuite par les icebergs alors que le front de la glace appalachienne était situé en bordure du Saint-Laurent et baignait dans les eaux de la Mer de Goldthwait. Cette explication vaut également pour les blocs de calcaire corallien et les quelques méga-blocs de conglomérat à fragments de coraux provenant aussi des formations siluriennes sises à plus de 35 km de la baie de Mitis, soit dans une bande passant par La Rédemption - Saint-Cléophas - Sayabec. Les blocs de quartzite de la formation de Val-Brillant observés sur la batture de Mitis ont subi un déplacement d'une quarantaine de kilomètres vers le NO. Dans un premier temps, ils ont dû être déplacés par la glace appalachienne avant d'être délestés dans la Mer de Goldthwait par des icebergs. Ceci est conforme au dernier écoulement glaciaire vers le NO dans le secteur étudié (Prichonnet, 1995).

L'abondance (11,5 %) des calcaires dans la baie de Mitis indique la présence d'affleurements sur la rive sud et un déplacement vers le NO. Ailleurs le long du Saint-Laurent, les calcaires représentent généralement un faible pourcentage des lithologies des blocs d'estran. Entre Rivière-du-Loup et Trois-Pistoles par exemple, les blocs calcaires et les conglomérats totalisent ensemble moins de 1 % de toutes les lithologies (Dionne, 1972). Par contre, à Montmagny, ce pourcentage grimpe à 6 %; dans ce cas, les cailloux calcaires proviennent des basses-terres du Saint-Laurent en amont de Québec (Dionne, 1987).

En résumé, les cailloux de la batture argileuse de la baie de Mitis témoignent d'un apport polyphasé à partir de deux grandes sources : le Bouclier laurentidien au NO et les Appalaches au SE. La phase initiale des déplacements est liée à l'écoulement glaciaire au Wisconsinien alors que la phase de mise en place des cailloux relève plutôt des icebergs issus à la fois de la glace laurentidienne et appalachienne lors de la déglaciation de l'estuaire du Saint-Laurent.

Les déplacements attribuables aux glaces flottantes annuelles seraient plus récents et ne représenteraient qu'un pourcentage relativement faible (20-25 % environ) des cailloux de la batture de la baie de Mitis. Il s'agit surtout de recyclage. Avec son faible pourcentage de précambriens (2,2), le diamicton argileux observé dans la terrasse de 20 m en bordure de la baie de Mitis indique que les glaces appalachiennes ont localement atteint la rive sud du Saint-Laurent. Dans l'état actuel des connaissances, nous ignorons l'étendue de ce type de dépôt, mais il existe ailleurs (Baie-des-Sables et Saint-Ulric). Compte tenu de la proportion élevée de blocs précambriens non seulement dans la baie de Mitis, mais aussi sur l'ensemble de la côte sud entre Rivière-du-Loup et Matane, nous estimons que les apports par les icebergs issus de l'Inlandsis laurentidien ont dominé au cours des trois premiers millénaires d'existence de la Mer de Goldthwait.

CONCLUSION

Les blocs de la batture argileuse de la baie de Mitis proviennent en grande partie des dépôts argileux environnants alors qu'une faible proportion est issue des estrans rocheux de la rive sud. Il s'agit donc principalement du résidu grossier contenu dans la terrasse argileuse de 20 m (terrasse Micmac).

La vaste batture de la zone intertidale qui aboutit au pied de la falaise Micmac délimitant la terrasse de 20 m sont toutes deux taillées dans l'argile de la Mer de Goldthwait, un dépôt à pierrosité variable. Dans ce type de dépôt de milieu relativement profond, les cailloux ont de toute évidence été délestés par les glaces flottantes. Nous favorisons l'hypothèse d'une mise en place par les icebergs sans pour autant rejeter l'apport complémentaire des glaces annuelles, car de nos jours ces dernières sont encore efficaces dans le transport de cailloux. Toutefois, les déplacements observés sont relativement modestes et locaux. Les relevés faits dans la baie de Mitis indiquent qu'il existe de nos jours davantage de dépôts que d'arrivées. Les méga-blocs, par exemple, sont déplacés dans une proportion supérieure à 90 % en direction du large, c'est-à-dire du haut vers le bas de l'estran. Couverte de glace en hiver, la baie de Mitis reçoit donc peu d'apports durant cette période. La plupart des déplacements observés dans les différentes localités de la rive sud se font sur la même rive, c'est-à-dire de l'amont vers l'aval, exceptionnellement en sens inverse. Les apports directs en provenance de la rive nord sont sans doute rares, les glaces des rivages de la côte nord n'étant généralement pas déviées jusqu'à la rive sud, en particulier vers la baie de Mitis. Quand elles le sont, elles atteignent rarement le rivage déjà couvert par la glace d'estran.

Sans connaître la source précise des principales lithologies observées dans la baie de Mitis, nous croyons que ces cailloux ont d'abord été déplacés par les glaciers du NO vers le SE pour les précambriens et du SE vers le NO pour certaines lithologies appalachiennes notamment les calcaires coralliens et les quartzites de Val-Brillant, les formations contenant ces lithologies se trouvant, en effet, à plusieurs dizaines de kilomètres à l'intérieur des terres et au-delà de la limite marine maximale. Il s'agit donc d'un bel exemple de dispersion glaciaire polyphasée, les icebergs ayant pris la relève des glaciers. Les icebergs étant par définition des glaces flottantes, on peut donc conclure que l'essentiel des cailloux de la baie de Mitis est d'origine glaciaire.

REMERCIEMENTS

La présente contribution fait partie d'un projet de recherche à long terme portant sur l'évolution des rives du Saint-Laurent, subventionné par le Conseil national de recherches du Canada (programme du CRSNG). Les figures au trait ont été réalisées au laboratoire de Cartographie du Département de géographie, à l'Université Laval. Les remarques et commentaires faits par les deux lecteurs critiques (Bernard Hétu et Jean Veillette) ont permis d'améliorer la qualité du manuscrit soumis.

RÉFÉRENCES

- 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.
- Charbonneau, R. et David, P.P., 1993. Glacial dispersal of rock debris in central Gaspésie, Québec, Canada. *Canadian Journal of Sciences*, 30: 1697-1707.
- Chauvin, L., 1984. Géologie du Quaternaire et dispersion glaciaire en Gaspésie (région de Mont-Louis - Rivière-Madeleine). Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, ET 83-19, 33 p.
- Chauvin, L. et David, P.P., 1987. Dispersion glaciaire d'erratiques en Gaspésie centrale et ses applications. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, ET 86-01, 66 p.
- Chauvin, L., Martineau, G. et LaSalle, P., 1985. Deglaciation of the Lower St. Lawrence Region, Quebec. *Geological Society of America, Special Paper* 197: 111-123.
- Coleman, A.P., 1922. Physiography and glacial geology of Gaspé Peninsula, Québec. *Geological Survey of Canada, Bulletin* 34, 52 p.
- David, P.P. et Lebluis, J., 1985. Glacial maximum and deglaciation of western Gaspé, Québec, Canada. *Geological Society of America, Special Paper* 197: 85-109.
- De la Rue, A., 1941. Région du lac Matapédia. Services des Mines, Québec, Rapp. géol. 9, 47 p., 1 carte (1/250 000).
- Desmarais, L., 1988. Géologie et géomorphologie : secteur du lac Matapédia et de la rivière Mitis (Québec). Mémoire de maîtrise, Département des Sciences de la Terre, Université du Québec à Montréal, 148 p.
- de Vernal, A., Guiot, J. et Turon, J.L., 1993. Late and postglacial paleoenvironments of the Gulf of St. Lawrence : Marine and terrestrial palynological evidence. *Géographie physique et Quaternaire*, 47: 167-180.
- Dionne, J.-C., 1966. Carte morpho-sédimentologique de la région de Mitis. Bureau d'aménagement de l'Est du Québec (BAEQ), carte manuscrite 22C/9-est (1/50 000).
- _____, 1970. Aspects morpho-sédimentologiques du glacié, en particulier des côtes du Saint-Laurent. Environnement Canada, Québec, Laboratoire de recherches forestières des Laurentides, Rapport d'Information Q-F-X-9, 324 p.
- _____, 1971. Nature lithologique des galets des formations meubles quaternaires de la région de Rivière-du-Loup/Trois-Pistoles, Québec. *Revue de Géographie de Montréal*, 25: 129-142.
- _____, 1972. Caractéristiques des blocs erratiques des rives de l'estuaire du Saint-Laurent. *Revue de Géographie de Montréal*, 26: 125-152.
- _____, 1976. La mer de Goldthwait au Québec (État des connaissances). Environnement Canada, Québec, Division des Terres, Rapport préliminaire, 109 p.
- _____, 1979. Les blocs d'estran à Saint-Fabien-sur-Mer, estuaire maritime du Saint-Laurent, Québec. *Maritime Sediments*, 15: 5-13.
- _____, 1981. Le déplacement de méga-blocs par les glaces sur les rivages du Saint-Laurent. *Proceedings Workshop on Ice Action on Shores*, National Research Council of Canada, ACROSES, p. 53-80.
- _____, 1984. Aperçu morpho-sédimentologique de la baie de Mitis. 52^e Congrès annuel de l'ACFAS (Québec), Colloque sur l'érosion et la sédimentation côtière au Québec, manuscrit 8 p., *Annales de l'ACFAS*, 51 (1): 149.
- _____, 1987. Lithologie des cailloux de la baie de Montmagny, côte sud du Saint-Laurent. *Géographie physique et Quaternaire*, 41: 161-169.
- _____, 1988a. Holocene relative sea-level fluctuations in the St. Lawrence estuary, Québec, Canada. *Quaternary Research*, 29: 233-244.
- _____, 1988b. L'émersion de la côte sud du Saint-Laurent depuis la dernière déglaciation, *GEOS*, 17 (1): 18-21.
- _____, 1988c. Ploughing boulders along shoreline with particular reference to the St. Lawrence estuary, *Geomorphology*, 1: 297-308.
- _____, 1991. Nature lithologique et origine des cailloux dans l'anse Hamilton, Saint-Romuald, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 45: 219-230.

- _____. 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.
- _____. 1993a. The Twenty-foot terrace and sea-cliff of the Lower Saint Lawrence. Geological Society of America, Annual Meeting (Boston), Abstracts with Programs, 25 (6): A-124.
- _____. 1993b. Données quantitatives sur les cailloux à la surface du couvert glaciaire, estuaire du Saint-Laurent. Géographie physique et Quaternaire, 47: 181-192.
- _____. 1993c. Sediment load of shore ice and ice rafted potential. Upper St. Lawrence estuary, Québec, Canada. Journal of Coastal Research, 9: 628-646.
- _____. 1994. Les erratiques lointains de l'embouchure du Saguenay, Québec. Géographie physique et Quaternaire, 48: 179-194.
- _____. 1996a. La terrasse Mitis à la pointe aux Alouettes, côte nord du moyen estuaire du Saint-Laurent, Québec. Géographie physique et Quaternaire, 50: 57-72.
- _____. 1996b. La basse terrasse à Petite-Rivière (Charlevoix, Québec) : un exemple d'activité néotectonique à l'Holocène. Géographie physique et Quaternaire, 50: 311-330.
- _____. 1996c. Bilan vicennal des connaissances sur la Mer de Goldthwait au Québec. Bulletin de l'AQQUA, 23 (1): 6-20.
- 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 Occhiotti, S., 1996. Aperçu du Quaternaire à l'embouchure du Saguenay, Québec. 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.
- _____. 1998. Geomorphic aspects of mega-boulders at Mitis Bay, Lower St. Lawrence estuary, Québec, Canada. Journal of Coastal Research.
- Duchesne, F. et Pissart, A., 1985. Valeur statistique des comptages de cailloux de différentes lithologies (Application aux alluvions actuelles de l'Ourthe). Bulletin de la Société de Géographie de Liège, 21: 13-23.
- Ferland, M.G. et Gagnon, R.M., 1967. Climat du Québec méridional. Ministère des Richesses naturelles, Québec, M.P.-13, 92 p.
- Govare, É., 1995. Géomorphologie et paléoenvironnements de la région de Charlevoix, Québec, Canada. Thèse de doctorat, Département de géographie, Université de Montréal, 429 p.
- Guilcher, A., 1981. Cryoplanation littorale et cordons glaciels de basse mer dans la région de Rimouski, côte sud de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec. Géographie physique et Quaternaire, 35: 155-169.
- Hétu, B., 1994. Déglaciation, émergence des terres et pergélisol tardiglaciaire dans la région de Rimouski, Québec. Paléo-Québec, 22: 5-48.
- Lebuis, J. et David, P.P., 1977. La stratigraphie et les événements du Quaternaire de la partie occidentale de la Gaspésie, Québec. Géographie physique et Quaternaire, 31: 275-296.
- Liard, P., 1972. Géologie de la région de Mont-Joli - Matane (comtés de Matane - Matapédia - Rimouski). Ministère des Richesses naturelles, Québec, DP-202, 7 p. et cartes à 1/31 380.
- Locat, J., 1977. L'émergence des terres dans la région de Baie-des-Sables/Trois-Pistoles, Québec. Géographie physique et Quaternaire, 31: 297-306.
- _____. 1978. Le Quaternaire de la région de Baie-des-Sables/Trois-Pistoles. Ministère des Richesses naturelles, Québec, DPV-605, 64 p.
- Lortie, G. et Martineau, G., 1987. Les systèmes de stries glaciaires dans les Appalaches du Québec. Ministère des Richesses naturelles, Québec, DV-85-10, 45 p.
- Poulin, P., 1976. Le complexe morainique de Saint-Narcisse dans le secteur sud de la rivière Malbaie. Interprétation paléoclimatique par l'analyse pollinique. Thèse de maîtrise, Département de géographie, Université Laval, 83 p.
- Prichonnet, G., 1995. Géologie et géochronologie postglaciaire dans la région de la Gaspésie et du Bas-Saint-Laurent, Québec. Commission géologique du Canada, Ottawa, Bulletin 488, 69 p.
- Prichonnet, G. et Desmarais, L., 1985. Remarques sur les mouvements et la dispersion glaciaire du Wisconsinien en Gaspésie (Québec). In Recherches en Cours, partie B, Commission géologique du Canada, Étude 85-1B : 531-540.
- Prichonnet, G. et Hétu, B., 1988. Les mouvements glaciaires dans le secteur Mont-Joli/La Matapédia. La limite marine régionale. Le périglaciaire de la vallée de la Neigette. Livret-guide de l'Excursion I, VI^e Congrès de l'AQQUA (Rimouski), 44 p.
- Rappol, M., 1993. Ice flow and glacial transport in Lower St. Lawrence, Québec. Geological Survey of Canada, Paper 90-19, 28 p.
- Thomas, R.H., 1977. Calving bay dynamics and ice sheet retreat up the St. Lawrence valley system. Géographie physique et Quaternaire, 31: 347-356.
- Tremblay, G., 1967. Observations et mesures sur les blocs glaciels du cap à l'Original. Cahiers de Géographie de Québec, 11 (23): 402-411.
- Van der Plas, L. et Tobi, A.C., 1965. A chart for judging the reliability of point counting results. American Journal of Sciences, 263: 87-90.