

Les erratiques lointains de l'embouchure du Saguenay, Québec Long-Distance Transported Erratics at the Entry of the Saguenay River

Weit transportierte erratische Kiesel an der Mündung des Saguenay, Québec

Jean-Claude Dionne

Volume 48, numéro 2, 1994

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/032995ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/032995ar>

[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. (1994). Les erratiques lointains de l'embouchure du Saguenay, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 48(2), 179–194.
<https://doi.org/10.7202/032995ar>

Résumé de l'article

Plusieurs centaines de cailloux erratiques ont été observés à l'embouchure du Saguenay, soit sur le rivage actuel, au pied d'escarpements d'érosion taillés dans des dépôts quaternaires, soit directement dans ces dépôts. Deux groupes d'indicateurs ont été distingués : ceux d'origine lointaine (400 à 500 km) et ceux d'origine proximale (100 à 200 km). Le premier groupe comprend principalement des cailloux de conglomérat, de dolomie à stromatolites et de dolomie sans structures algaires, d'âge protérozoïque; le second est composé surtout de calcaires de Trenton (Ordovicien) et d'anorthosite. Compte tenu de la direction générale de l'écoulement des glaces dans l'axe du Saguenay (écoulement déterminé à partir des stries et autres micro-formes), les calcaires proviennent du haut Saguenay (région de Saint-Honoré) ou du secteur sud du lac Saint-Jean, alors que les cailloux d'anorthosite proviennent du vaste massif de cette roche au Saguenay-Lac-Saint-Jean. Les cailloux de tillite et de dolomie, par contre, proviennent de la région des lacs Mistassini, Albanel et Waconichi, dans la partie centrale du Québec. Ceci implique un écoulement glaciaire wisconsinien vers le sud-est de cette région, soit vers l'embouchure du Saguenay (Tadoussac). Par conséquent, l'emplacement d'un dôme et d'une ligne de partage des glaces étaient situés quelque part à l'ouest ou au nord-ouest de la cuvette du lac Mistassini. Ces données confirment la valeur des modèles proposés récemment par quelques chercheurs et soulignent l'intérêt d'inventorier les erratiques d'origine lointaine pour distinguer les principaux axes d'écoulement glaciaires.

LES ERRATIQUES LOINTAINS DE L'EMBOUCHURE DU SAGUENAY, QUÉBEC

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

RÉSUMÉ Plusieurs centaines de cailloux erratiques ont été observés à l'embouchure du Saguenay, soit sur le rivage actuel, au pied d'escarpements d'érosion taillés dans des dépôts quaternaires, soit directement dans ces dépôts. Deux groupes d'indicateurs ont été distingués : ceux d'origine lointaine (400 à 500 km) et ceux d'origine proximale (100 à 200 km). Le premier groupe comprend principalement des cailloux de conglomérat, de dolomie à stromatolites et de dolomie sans structures algaires, d'âge protérozoïque; le second est composé surtout de calcaires de Trenton (Ordovicien) et d'anorthosite. Compte tenu de la direction générale de l'écoulement des glaces dans l'axe du Saguenay (écoulement déterminé à partir des stries et autres micro-formes), les calcaires proviennent du haut Saguenay (région de Saint-Honoré) ou du secteur sud du lac Saint-Jean, alors que les cailloux d'anorthosite proviennent du vaste massif de cette roche au Saguenay-Lac-Saint-Jean. Les cailloux de tillite et de dolomie, par contre, proviennent de la région des lacs Mistassini, Albanel et Waconichi, dans la partie centrale du Québec. Ceci implique un écoulement glaciaire wisconsinien vers le sud-est de cette région, soit vers l'embouchure du Saguenay (Tadoussac). Par conséquent, l'emplacement d'un dôme et d'une ligne de partage des glaces étaient situés quelque part à l'ouest ou au nord-ouest de la cuvette du lac Mistassini. Ces données confirment la valeur des modèles proposés récemment par quelques chercheurs et soulignent l'intérêt d'inventorier les erratiques d'origine lointaine pour distinguer les principaux axes d'écoulement glaciaires.

ABSTRACT Long-distance transported erratics at the entry of the Saguenay River. Many hundred erratics have been observed and mapped at the mouth of the Saguenay Fjord, both on the present shoreline cut into Quaternary deposits and *in situ* in these deposits. Two groups of indicators have been recognized : those of distal origin (400 to 500 km) and those of proximal origin (100 to 200 km). The first group of erratics is composed mainly of the following Precambrian lithologies : conglomerate, stromatolitic dolostone, and various kinds of dolostones. The second group is dominated by Ordovician (Trenton) limestone and anorthosite clasts. Based on the glacial flow in the Saguenay area (determined from striae, and other micro-forms), the limestone erratics originated from the Upper Saguenay area (Saint-Honoré) or from the southern part of Lac Saint-Jean; similarly the anorthosite erratics are from the large anorthosite massif located in the Saguenay-Lac Saint-Jean area. Tillite and dolostone erratics originated from the area of Mistassini, Albanel and Waconichi lakes in the central Québec area. This implies a Wisconsinan glacial flow to the SE from that area downstream the Saguenay Fjord (Tadoussac), and consequently the existence of a dome and a regional ice divide located somewhere to the W or the NW of the Lac Mistassini basin. These data emphasize the validity of the models suggested recently by a few workers and stress the interest of mapping long-distance transported erratics to determine more accurately the major ice flows.

ZUSAMMENFASSUNG Weit transportierte erratische Kiesel an der Mündung des Saguenay, Québec. Mehrere hundert erratische Kiesel wurden an der Mündung des Saguenay beobachtet, sei es am gegenwärtigen Ufer am Fuss von in Quaternärablagerungen eingeschnittenen Erosionssteilhängen, sei es direkt in den Ablagerungen. Man hat zwei Gruppen von Leitgeschiebe erkannt: die weit entfernter Herkunft (400 bis 500 km) und die proximaler Herkunft (100 bis 200 km). Die erste Gruppe umfasst hauptsächlich Kiesel von Konglomeraten, stromatolitischen Dolomiten und Dolomiten ohne Algenstruktur aus dem Proterozoikum; die zweite Gruppe besteht vor allem aus Kalksteinen von Trenton (aus dem Ordovizium) und Anorthosit. Berücksichtigt man die allgemeine Richtung des Eisflusses in der Achse des Saguenay (der Eisfluss ist mit Hilfe der Schrammen und anderen Mikroformen bestimmt worden), so stammen die Kalksteine vom Obersaguenay (Gebiet von Saint-Honoré) oder dem südlichen Teil des Lac Saint-Jean, während die Anorthosit-Kiesel von dem breiten Massiv dieses Gesteins am Saguenay-Lac-Saint-Jean stammen. Die Tillit und Dolomit-Kiesel hingegen stammen aus der Gegend der Seen Mistassini, Albanel und Waconichi, im Zentrum von Québec. Das bedeutet ein glaziales Fließen im Wisconsinium nach Südosten in dieser Region, d.h. zur Mündung des Saguenay (Tadoussac) hin. Folglich befanden sich eine Kuppel und eine Eisscheide irgendwo im Westen oder Nordwesten der Mulde des Mistassini-Sees. Diese Angaben bestätigen die Gültigkeit der kürzlich von einigen Forschern vorgeschlagenen Modelle und heben den Nutzen einer Bestandsaufnahme der weit transportierten erratischen Steine hervor, bei der Bestimmung der Hauptachsen des Eisflusses.

INTRODUCTION

L'écoulement glaciaire dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean est relativement bien connu. Les cartes synthèses contenues dans Tremblay (1971), Dionne (1973) et LaSalle et Tremblay (1978) indiquent toutes un écoulement principal dans l'axe du Saguenay et le secteur SE de la cuvette du lac Saint-Jean, soit selon une direction générale NO-SE et plus souvent ONO-ESE. Par ailleurs, une étude sur la dispersion des cailloux ordoviciens des basses terres du Saguenay et du Lac-Saint-Jean, faite à partir des dépôts fluvio-glaciaires et du till (Dionne, 1973), indique aussi un écoulement vers le SE, grossièrement parallèle au Saguenay.

La découverte de cailloux de dolomie à stromatolites sur les rives du Saint-Laurent (Dionne, 1986, 1987a, 1987b) a attiré l'attention sur l'origine lointaine de certains erratiques, ainsi que sur leur mode de transport et de mise en place. Elle a permis alors de poser le problème de la configuration de l'Inlandsis laurentidien, au Wisconsinien, et aidé dans la localisation approximative des dômes et des lignes de partage de l'écoulement glaciaire de la calotte Québec-Labrador. Par ailleurs, les données récentes sur les stries dans la région de Chibougamau (Bouchard et Martineau, 1984, 1985; Prichonnet *et al.* 1984; Prichonnet et Beaudry, 1990) et même plus à l'ouest (Veillette, 1986; Veillette et Pomares, 1991; Veillette *et al.*, 1992), ainsi que la présence à l'embouchure du Saguenay d'erratiques provenant de la région du lac Albanel ont permis à Dyke et Prest (1987) de fixer d'une façon plus précise l'emplacement du dôme et des lignes de partage de l'écoulement glaciaire de la calotte Québec-Labrador. Cette configuration diffère de celle qui a été proposée au début des années 80 (Hillaire-Marcel *et al.*, 1980;

Shilts, 1980; Hillaire-Marcel, 1981; Andrews, 1982; Dyke *et al.*, 1982; Occhietti, 1982; Prest, 1984) ou antérieurement (Andrews et Miller, 1979), mais s'apparente à celle des modèles théoriques proposés par Boulton *et al.* (1985) et par Fisher *et al.* (1985).

Des travaux réalisés dans le cadre de la révision et de la mise à jour des cartes des formations meubles du Saguenay (Dionne, 1972a) ont permis de découvrir de nombreux cailloux exotiques, en particulier dans le secteur de l'embouchure du Saguenay. Ces données récentes, qui corroborent l'hypothèse d'un écoulement glaciaire wisconsinien du NO vers le SE dans l'axe du Saguenay, à partir d'un lieu situé à l'ONO des lacs Chibougamau-Mistassini, font l'objet de la présente contribution.

LA RÉGION À L'ÉTUDE

Bien que des observations et des relevés de terrain aient été faits sur l'ensemble de la région comprise entre Chicoutimi et Tadoussac, les données recueillies proviennent principalement de la région de Tadoussac, à l'embouchure du Saguenay (fig. 1).

Le premier secteur étudié s'étend d'une part de l'anse du Chauffaud aux Basques à Pointe-Noire, sur la rive droite de l'embouchure du Saguenay, soit sur une distance d'une quinzaine de kilomètres, et d'autre part de Tadoussac à Grandes-Bergeronnes, sur la rive gauche, du côté NE de l'embouchure du Saguenay, soit sur une distance d'une vingtaine de kilomètres. Des observations ont aussi été faites dans la région des Escoumins, à environ 35 km au NE de Tadoussac, un secteur caractérisé par un écoulement glaciaire orienté ouest-est, indiquant une alimentation à partir du couloir du Saguenay.

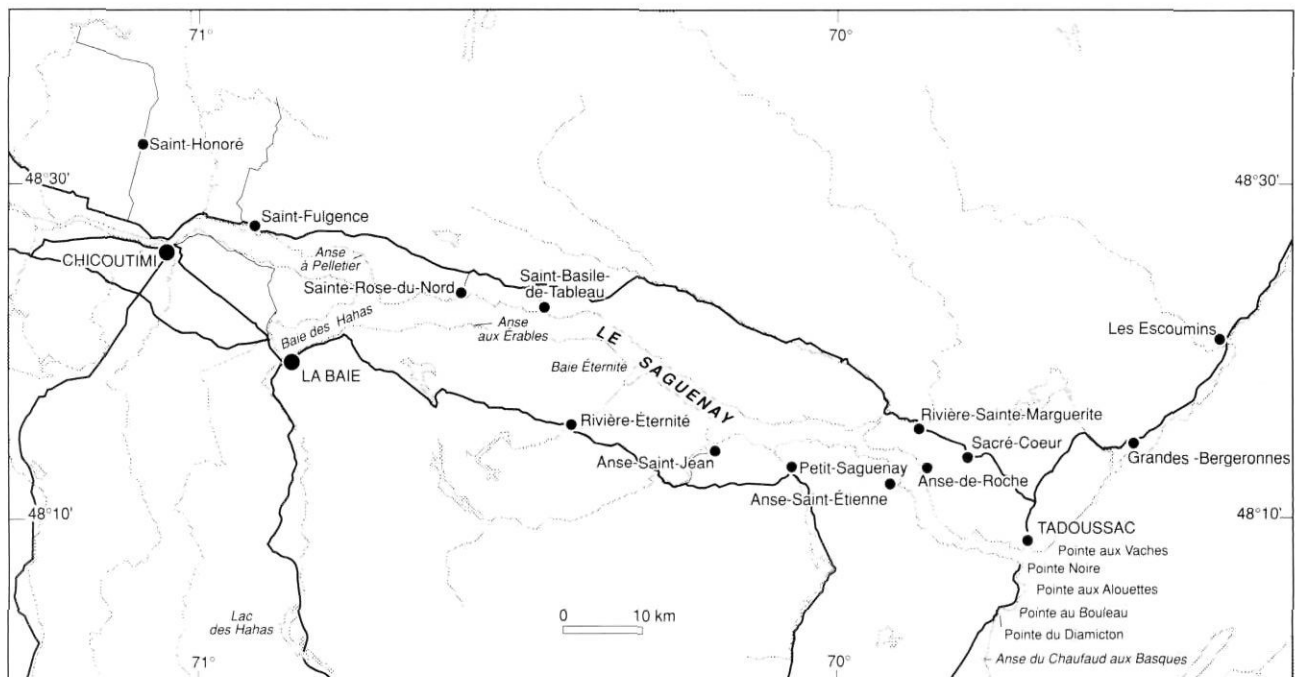


FIGURE 1. Carte de localisation et noms de lieux.

Location map and place names.

Le deuxième secteur étudié est celui du fjord du Saguenay entre Tadoussac et Chicoutimi. Comme les rives du Saguenay sont généralement rocheuses et escarpées en plus d'être difficiles d'accès, seuls quelques sites ont été inventoriés. Sur la rive gauche, ce sont l'anse Saint-Étienne, l'anse de Petit-Saguenay, l'anse Saint-Jean, l'anse de Baie-Éternité, l'anse aux Érables et la rive sud de la baie des Hahas¹. Sur la rive droite, les sites suivants ont été examinés : cap de la Mer (Saint-Fulgence), l'anse à Pelletier, l'anse à Théophile et l'anse de la Descente des Femmes (Sainte-Rose-du-Nord), Saint-Basile-du-Tableau, l'anse de la Grosse Roche (Sacré-Cœur-de-Saguenay) et l'anse de la Passe-Pierre.

Le substrat de la région étudiée comprend essentiellement des roches ignées et métamorphiques d'âge précambrien appartenant à la Province de Grenville (Miller, 1973; Laurin et Sharma, 1975; Rondot, 1979a, 1986). Toutefois, quelques lambeaux de roches sédimentaires (calcaires de Trenton et schistes d'Utica) subsistent dans la partie sud du lac Saint-Jean et dans la région de Saint-Honoré, au nord de Chicoutimi (Benoit et Valiquette, 1971; Avramtchev, 1985).

LES TYPES DE CAILLOUX EXOTIQUES

La très grande majorité des cailloux exotiques observés l'ont été sur la partie supérieure du rivage actuel, au pied d'escarpements taillés dans des dépôts quaternaires : till ou diamicton, dépôts glacio-marins et marins (rythmites) ou littoraux (plages). Des cailloux indicateurs ont aussi été observés en place dans ces dépôts. Deux groupes d'indicateurs ont été distingués. Ceux d'origine apparemment lointaine comprennent des dolomies et des conglomérats précambriens; ceux de sources plus rapprochées comprennent des roches sédimentaires diverses (calcaire, grès de type grauwaacke, schiste argileux, conglomérat) d'âge paléozoïque, ainsi que des anorthosites d'âge précambrien.

A. LA RIVE NORD DU SAINT-LAURENT

1. Dolomie à stromatolites

Les cailloux indicateurs les plus caractéristiques sont certainement les dolomies à stromatolites (fig. 2) (Hofmann, 1973). On en a observé 67 aux environs de Tadoussac. La taille des cailloux varie de 7 à 115 cm de longueur; la moitié des cailloux mesure entre 40 et 115 cm de longueur. Le poids va de 0,5 à 776 kg avec une médiane de 104 kg. La grande majorité des cailloux de dolomie à stromatolites sont anguleux à sub-anguleux. Toutefois, dans la catégorie des plus petits cailloux de dolomie à stromatolites, on a trouvé quelques cailloux sub-arrondis (SAR). De rares cailloux de cette lithologie portent encore des marques glaciaires (stries ou polissage).

L'aire de répartition des cailloux à stromatolites est concentrée dans le secteur au SO de l'embouchure du Saguenay compris entre la pointe du Diamicton et la pointe aux Alouettes (fig. 3). Dans ce secteur, 13 cailloux à stromatolites

1. Graphie qui devrait être utilisée selon Victor Tremblay (1947) de la Société historique du Saguenay.



FIGURE 2. Détail d'un bloc de dolomie à stromatolites; vue en plan; haut du rivage, côté est de la pointe aux Alouettes (Saguenay), 5-11-90.

Close-up view of stromatolitic structures from a dolostone boulder found on the beach, east side of Alouettes Point (Saguenay), 90-11-5.

ont été observés sur le haut du rivage entre la pointe du Diamicton et l'embouchure de la rivière aux Canards; le plus gros (115×75×40 cm) se trouve à l'embouchure du ruisseau Flavien qui se déverse dans la rivière aux Canards, juste au sud du pont de la Nationale 136, au SO de Baie-Sainte-Catherine. Six autres cailloux ont été trouvés sur la plage au pied de la terrasse Mitis, entre la pointe au Bouleau et la pointe aux Alouettes, dont un bloc en place dans les sédiments intertidaux de la terrasse Mitis (Dionne, 1989), alors que 45 cailloux de dolomie à stromatolites (fig. 4) ont été trouvés sur le cordon littoral de l'anse sise du côté est de la pointe aux Alouettes. Le poids des 20 plus gros cailloux de dolomie à stromatolites observés va de 129 à 776 kg avec une médiane à 250 kg. Seulement deux cailloux de dolomie à stromatolites (38×36×20 cm et 17×13×10 cm) ont été trouvés à l'est du Saguenay, soit à Grandes-Bergeronnes (tabl. I).

Signalons aussi que deux des blocs de dolomie à stromatolites observés à la pointe aux Alouettes étaient caractérisés par la présence à leur base d'une couche conglomératique (fig. 5) comprenant des cailloux précambriens.

2. Dolomie sans stromatolites

À côté des cailloux de dolomie à stromatolites, on trouve aussi d'autres cailloux de dolomie sans structures algaires. Dans les secteurs étudiés, ils sont beaucoup plus fréquents et abondants que ceux de la précédente lithologie. Au total, on en a dénombré 539 sur la rive nord du Saint-Laurent, de part et d'autre de l'embouchure du Saguenay (tabl. I).

Du côté SO du Saguenay, les plus éloignés ont été rencontrés dans le secteur entre la Petite et la Grande Crique, soit à une dizaine de kilomètres de Pointe-Noire. Leur nombre augmente en direction de la pointe aux Alouettes, où on en a compté 140. Ils abondent aussi (N=125) dans le secteur compris entre la pointe du Diamicton et l'embouchure de la rivière aux Canards.

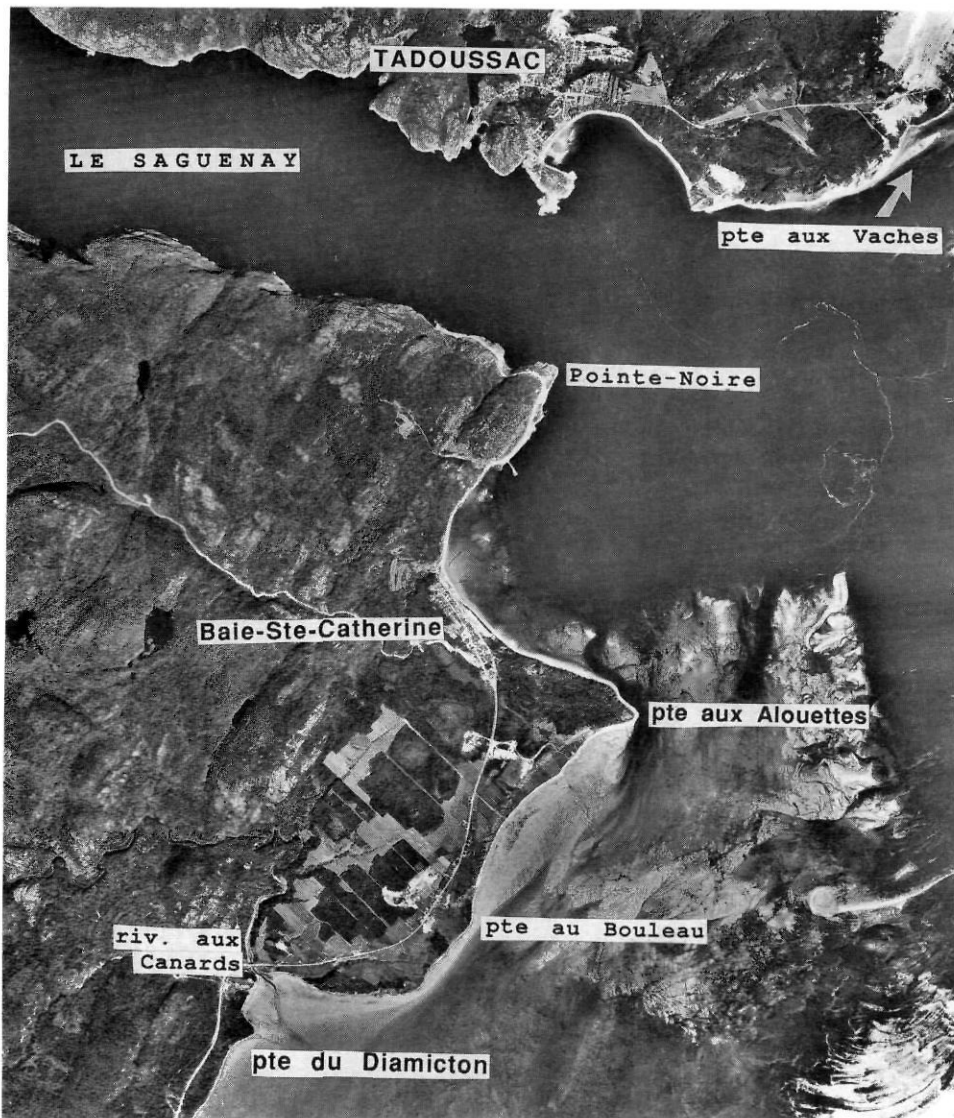


FIGURE 3. Photo aérienne montrant l'embouchure du Saguenay et l'emplacement du site principal où sont concentrés les blocs de dolomie à stromatolites, soit le secteur compris entre la pointe du Diamicton et la pointe aux Alouettes (photo Cartothèque québécoise n° Q66342-196).

An air-photo showing the vicinity of the Saguenay Fjord entry, and the main area where stromatolitic dolostone erratics are concentrated, i.e. the area between pointe du Diamicton and Pointe aux Alouettes.

Les cailloux de dolomie sans stromatolites sont fréquents aussi du côté NE de l'embouchure du Saguenay. On en a observé 46 sur le haut du rivage à la pointe aux Vaches, 85 à Grandes-Bergeronnes², au pied de la terrasse de 15-20 m constituée en partie d'un diamicton, et 66 à l'est du village des Escoumins, au pied de la falaise ourlant la terrasse de 30 m, elle aussi constituée en partie d'un diamicton (till).

La nature et la couleur des cailloux de dolomie sans stromatolites sont assez variées. On trouve plusieurs types. Côté couleur, la dolomie gris pâle domine avec environ 30 %, alors que les dolomies gris moyen et gris foncé représentent respectivement 25 et 10 %; la dolomie altérée en beige ou chamois compte pour 13 %, la dolomie rosâtre à blanchâtre pour 9 %, alors qu'il y a environ 8 % de dolomie noire et 2 % de dolomie brunâtre. Ces proportions varient, bien entendu, d'un site à l'autre.

2. Ce nombre inclut quelques blocs de calcaires dolomitiques rosâtres légèrement gréseux.

Quant à la nature de la dolomie sans stromatolites, on a trouvé environ 26 % chacun de dolomie argileuse et de dolomie de type stratifié, 22 % de dolomie cristalline (type marbré), 10 % de dolomie schisteuse, 8 % de dolomie gréseuse et 6 % de dolomie bréchique (fig. 6-10). Comme pour la couleur, ces proportions varient d'un site à l'autre (tabl. II). Mentionnons aussi la présence de stylolites sur un bloc de dolomie de type stratifié de couleur rosâtre (fig. 11).

Environ la moitié des cailloux de dolomie sans stromatolites observés étaient striés (fig. 12). La proportion varie d'un site à l'autre et elle est plus élevée pour les blocs que pour les galets, en particulier lorsqu'on les trouve sur le haut de plage. Dans ce cas, l'effacement des stries sur les petits cailloux est sans doute attribuable à l'abrasion par le brassage lié au déferlement des vagues. Les petits cailloux de dolomie trouvés en place dans le diamicton étaient généralement striés. À Grandes-Bergeronnes, par exemple, 67 % des cailloux de dolomie sans stromatolites sont striés alors que, dans le secteur entre la pointe du Diamicton et la rivière aux Canards, la proportion des cailloux de dolomie striés s'élève

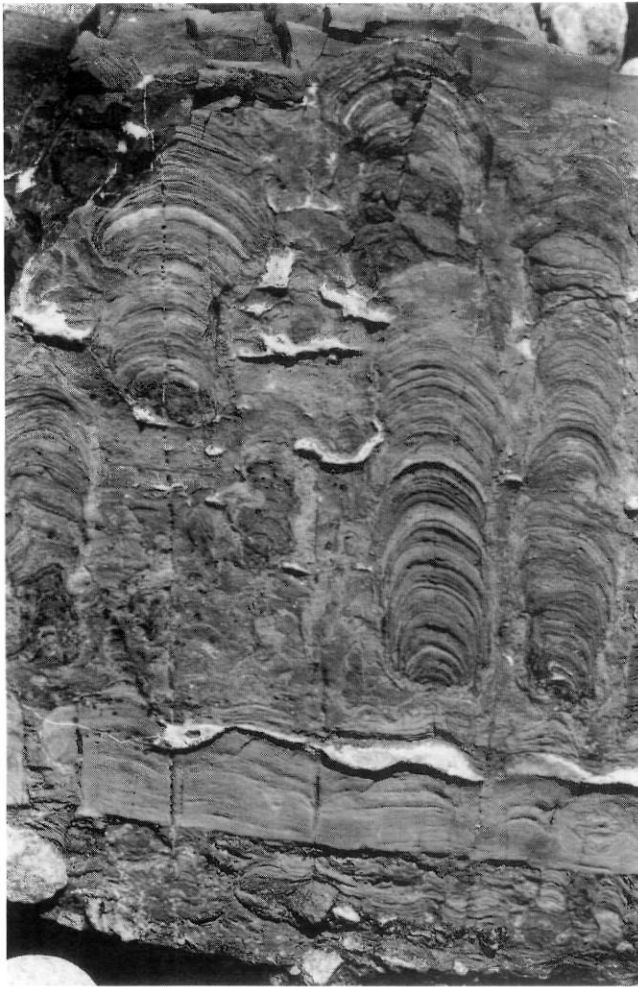


FIGURE 4. Détail d'un bloc de dolomie à stromatolites; vue en coupe. À remarquer, à la base du bloc, le lit de dolomie gréseuse sans structures algaires et le lit conglomératique; haut du rivage, côté est de la pointe aux Alouettes, 26-6-91.

A close-up view of a dolostone boulder with stromatolitic structures; side-view; note the bed of conglomerate at the base of boulder observed on the beach at Pointe aux Alouettes, 91-6-26.

à 63 %. Les blocs de dolomie chamois, gris pâle et noire sont plus fréquemment striés : environ 60 %. Il s'agit pour l'essentiel de cailloux glaciaires provenant des formations meubles érodées en bordure du littoral.

Les cailloux de dolomie sans stromatolites sont généralement mieux façonnés que ceux de la catégorie précédente; la majorité tombe dans la classe des sub-arrondis à arrondis. La taille des cailloux mesurés varie de 10 cm à plus de 155 cm de grand axe. Le tableau III indique les dimensions et le poids des 20 plus gros cailloux observés. Les galets moyens à gros (10-25 cm) comptent pour environ 40 %; les blocs d'un poids excédant 100 kg, représentent environ 6 %, alors que la majorité des cailloux tombent dans la catégorie 25 à 40 cm (grand axe).

3. Tillite

Neuf cailloux de tillite (conglomérat) ont été observés : six dans le secteur entre la pointe du Diamicton et la rivière aux

Canards, deux dans le secteur de la pointe aux Alouettes et un à Grandes-Bergeronnes (tabl. II). La taille des cailloux varie du galet de 12 cm au bloc de 95 cm de grand axe et un poids allant de 1,4 à 908 kg. Le plus gros bloc de tillite mesure 95 × 85 × 50 cm. Les trois plus gros cailloux ont été trouvés dans le secteur de la pointe du Diamicton. Le faciès du conglomérat varie d'un erratique à l'autre; mais il s'agit bien d'un faciès diamictique incluant des éléments de forme, de taille et de nature variées : roches ignées surtout, mais aussi quelques roches métamorphiques et volcaniques, de densité variable, dans une matrice sableuse ou limoneuse (fig. 13-14). Ces faciès ressemblent à ceux décrits par Long (1974). Tous les cailloux de tillite observés étaient façonnés, le degré d'éroulé allant de sub-anguleux à sub-arrondi (SAN à SAR). L'un d'eux était légèrement strié.

4. Calcaires

Dans le secteur côtier étudié, de nombreux calcaires et quelques schistes calcaires sont associés aux cailloux de dolomie. La plupart sont fossilifères et appartiennent au Trenton ou à l'Utica (Ordovicien). Suivant les sites, ils sont aussi ou parfois plus abondants que les cailloux de dolomie.

Dans le secteur de la pointe du Diamicton, par exemple, les calcaires sont près de trois fois plus abondants. Par endroits dans ce site, ils comptent environ pour 15 % des cailloux du haut de plage toutes lithologies confondues, les cailloux précambriens totalisant à eux seuls environ 85 %. Les calcaires sont fréquemment façonnés et striés. Ceux trouvés en place dans le diamicton étaient tous striés.

Fréquents aussi à la pointe aux Alouettes, les cailloux calcaires n'ont pas fait l'objet d'un relevé systématique à cet endroit. Mentionnons, cependant, la présence de quelques cailloux calcaires striés dans le diamicton et sur le talus ourlant la falaise, à l'est de la pointe aux Alouettes et sur la plage, d'un galet arrondi de calcaire corallien.

Les cailloux calcaires abondent aussi à Grandes-Bergeronnes; ils sont environ deux fois plus nombreux que les cailloux de dolomie sans stromatolites. Là aussi, un grand nombre de cailloux sont striés tout comme ceux que l'on trouve dans le diamicton calcaire de la terrasse de 15-20 m. Dans ce secteur, on a trouvé une dalle (80 × 56 × 25 cm) de Trenton fossilifère contenant des coraux (groupe de Richmond).

La majorité des cailloux calcaires entrent dans la catégorie des galets, petits à gros. Les blocs de plus de 40 cm de long comptent pour environ 10 % seulement. Le poids des dix plus grosses dalles de calcaire mesurées va de 116 à 895 kg avec une médiane à 402 kg, la plus grande dalle mesurant 130 × 85 × 36 cm.

5. Autres lithologies

Plusieurs autres lithologies sont représentées dans les cailloux exotiques. Toutefois, dans l'ensemble des secteurs étudiés aucun inventaire systématique ou complet n'a été fait en raison d'une part du petit nombre de cailloux dans chacune des lithologies et, d'autre part, de l'intérêt moins manifeste de ces lithologies comme indicateurs. Parmi les cailloux étrangers au milieu, on trouve, entre autres, des grès du type

TABLEAU I
Cailloux exotiques au Saguenay

Site	Dolo à stromato	Dolo sans stromato.	Tillite	Calcaires	Quartzite	Grès	Schiste	Conglo.
1. Petite Crique à Grande Crique	–	6	–	rare	2	–	–	–
2. Grande Crique à p ^{te} du Diamicton	1	30	1	>30	4	rare	3	–
3. P ^{te} Diamicton à rivière aux Canards	13	125	5	>200	3	4	4	–
4. P ^{te} Hubert à p ^{te} au Bouleau	–	28	–	>35	–	1	1	–
5. P ^{te} au Bouleau à p ^{te} aux Alouettes	6	13	–	12	–	rare	rare	–
6. P ^{te} aux Alouettes	45	140	2	>100	1	66	16	–
7. P ^{te} aux Vaches	–	46	–	5	3	1	4	–
8. Grandes-Bergeronnes	2	85	1	>150	10	13	4	1
9. Les Escoumins	–	66	–	10	5	1	–	1
10. Cap de la Mer	1	100	–	>35	–	–	–	–
11. Anse à Pelletier	–	40	2	>40	rare	–	1	–
12. Ste-Rose-du-Nord	–	2	–	rare	–	–	–	–
13. Anse aux Érables	–	25	1	>20	–	–	–	–
14. Anse de Baie-Trinité	–	2	–	rare	–	–	–	–
15. Anse Petit-Saguenay	–	4	–	>25	–	–	–	–

grauwacke, des schistes argileux (*slates* ou *shales*), des conglomérats, des quartzites, des roches ferrifères et des anorthosites.

Les grès du type grauwacke sont peu abondants dans l'ensemble des secteurs, excepté celui de la pointe aux Alouettes où on en a dénombré 66. Ils sont de couleur gris pâle à gris moyen, parfois rouge. Ils sont majoritairement anguleux à sub-anguleux. La taille varie du galet de 10 cm au bloc de 90 cm de grand axe, le plus gros mesurant 88 × 50 × 45 cm. Ceux mesurés à la pointe aux Alouettes pèsent entre 4 et 445 kg avec une médiane à 50 kg; 31 % pèsent plus de 100 kg, alors que 32,8 % pèsent moins de 30 kg. Les dix plus gros blocs observés à la pointe aux Alouettes pèsent entre 183 et 445 kg avec une médiane de 334 kg. La grande majorité des grès sont du type grauwacke ou feldspatique; on n'a pas trouvé de grès typique à grains de quartz façonnés (SAR-AR).

On rencontre aussi, ici et là, des grès quartzitiques dont certains ressemblent beaucoup au faciès des grès quartzitiques des crêtes appalachiennes de la côte sud du moyen estuaire du Saint-Laurent. Le poids des cinq plus gros cailloux observés va de 196 à 614 kg, le plus volumineux mesurant 105 × 65 × 40 cm.

Les schistes argileux³ sont peu fréquents : une cinquantaine au total. Il y en a de quatre types. Les uns, légèrement

à moyennement carbonatés et de couleur gris brun, ont été placés avec les calcaires, car il s'agit de toute évidence de schistes d'Utica; d'autres, rares (trois cailloux seulement), sont noirs et non carbonatés; les plus fréquents sont gris verdâtre; d'autres sont rouge clair et rouge foncé. Ces deux dernières catégories ressemblent aux schistes ardoisiers (*slates*) des formations appalachiennes. Une dalle de schiste rouge (50 × 40 × 10 cm) a été observée sur la flèche en queue de comète de l'îlot de l'anse du Chauffaud-aux-Basques. D'autres blocs de schiste ont été observés à la pointe au Bouleau, à la pointe aux Alouettes et à Grandes-Bergeronnes. Le poids des cailloux de schiste mesurés va de 13 à 381 kg, les deux plus gros mesurant respectivement 65 × 55 × 45 cm et 85 × 43 × 40 cm.

Seuls deux blocs de conglomérat de type appalachien (fig. 15) ont été observés : l'un à Grandes-Bergeronnes, l'autre aux Escoumins. Par contre, on observe dans la plupart des secteurs côtiers des blocs de quartzite bien façonnés (SAR-AR), de couleur pâle, dont quelques-uns sont légèrement striés. Le secteur de Grandes-Bergeronnes est celui où il y en a le plus (tabl. I). Quelques blocs de roche ferrifères ont aussi été observés : trois à Grandes-Bergeronnes et deux

La mode étant à l'anglicisation, l'expression schiste argileux n'est plus que rarement utilisée, alors que le terme français équivalent argilite n'a jamais fait carrière chez nous. La langue française serait-elle à ce point malade qu'il faille remplacer le vocabulaire courant par des mots anglais qui, en réalité, ne sont guère plus précis ? Il existe autant de variétés de *shales* et de *slates* que de schistes argileux et de schistes ardoisiers.

3. Dans cet article l'emploi du terme « schiste argileux » est conforme à la tradition. Au cours des dernières années, cependant, l'on a vu apparaître, sans justification, divers termes anglais à peu près synonymes : *shale*, *slate*, *mudslate*, *mudrock*, *clayrock*, *claystone*.

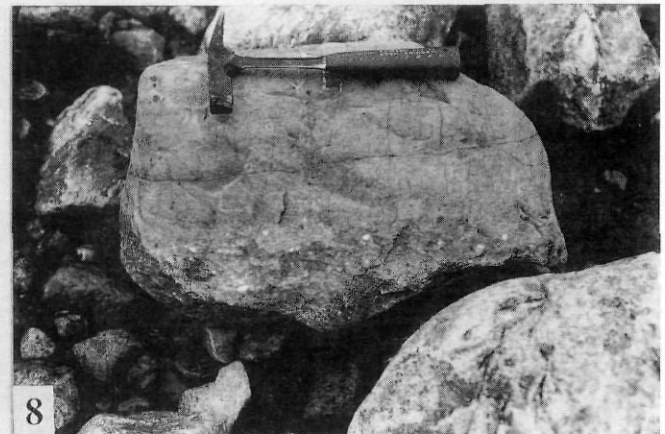
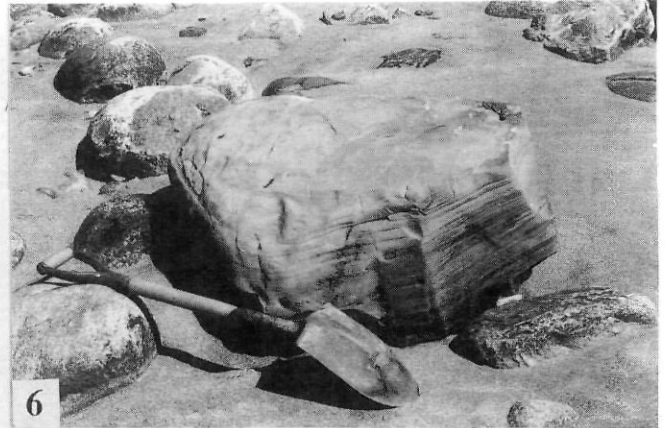
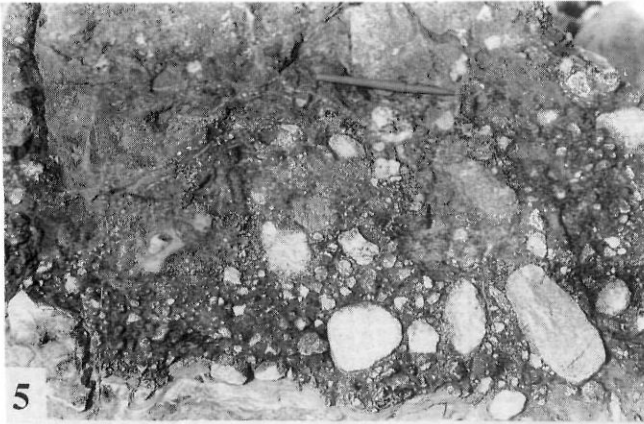


FIGURE 5. Détail du lit conglomératique à la base de certains blocs de dolomie à stromatolites, pointe aux Alouettes, 6-8-89.

Close-up on the conglomeratic bed at the base of some dolostone boulders with stromatolitic structures, at Pointe aux Alouettes, 89-8-6.

FIGURE 6. Gros bloc de dolomie (107 × 70 × 40 cm), de type stratifié, de couleur gris foncé altéré en beige; haut du rivage, côté est de la pointe aux Alouettes, 8-6-93.

A large-size erratic (107 × 70 × 40 cm) of stratified dolostone; note that the original dark grey color is altered into light brown; boulder found on the beach at the foot of cliff, east side of Pointe aux Alouettes, 93-6-8.

FIGURE 7. Gros bloc de dolomie schisteuse strié (155 × 82 × 25 cm), sur le haut du rivage, côté est de la pointe aux Alouettes, 5-11-90.

A large-size striated shale dolostone erratic (155 × 82 × 25 cm), at Pointe aux Alouettes, 90-11-5.

FIGURE 8. Bloc de dolomie gréseuse, gris (48 × 28 × 22 cm), montrant une couche détritique grossière à la base; haut du rivage au pied de la terrasse de 20 m, Grandes-Bergeronnes, 10-6-93.

A grey sandy dolostone (48 × 28 × 22 cm), showing a layer of coarse-grained debris at the base; boulder found on the beach at the foot of the 20-m terrace, at Grandes-Bergeronnes, 93-6-10.

FIGURE 9. Détail d'un bloc de dolomie à faciès bréchique, flèche transversale de Saint-Fulgence (haut Saguenay), 7-6-92.

A close-up view of a brecciated dolostone observed on the transverse spit at Saint-Fulgence (Upper Saguenay area), 92-6-7.

FIGURE 10. Détail d'un bloc de dolomie gréseuse à faciès bréchique, haut du rivage, côté est de la pointe aux Alouettes, 21-6-91.

A close up view of a brecciated sandy dolostone observed on the beach, east side of Pointe aux Alouettes, 91-6-21.



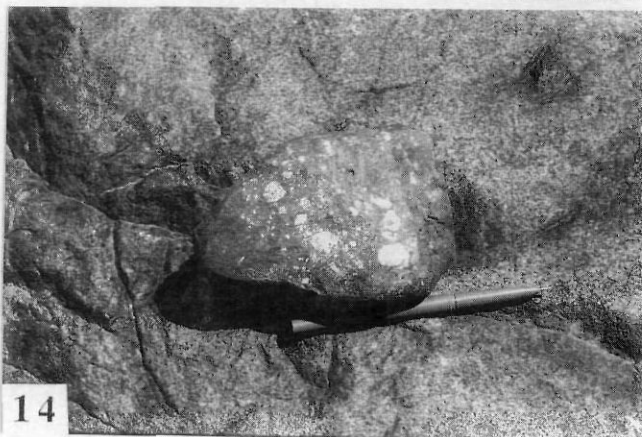
11



12



13



14



15



16

FIGURE 11. Détail d'un bloc de dolomie de type stratifié et de couleur rose montrant des stylolites, rivage au pied de la terrasse de 30 m, Les Escoumins, 27-6-91.

A close-up view of a pinkish dolostone boulder showing stylolites; boulder found on the beach at base of the 30-m terrace, at Les Escoumins, 91-6-27.

FIGURE 12. Bloc de dolomie strié, gris pâle, au pied de la terrasse de 20 m; Grandes-Bergeronnes, 26-6-91.

A glacially striated light grey, dolostone erratic found at base of the 20-m terrace at Grandes-Bergeronnes, 91-6-26.

FIGURE 13. Détail d'un bloc de tillite précambrienne (95 × 85 × 50 cm), haut du rivage, côté ouest de la pointe du Diamicton, 7-6-93.

A close-up view of a large-size clast (95 × 85 × 50 cm) of Precambrian tillite, found on the west side of Pointe du Diamicton, 93-6-7.

FIGURE 14. Gros galet de tillite (14 × 9 × 7 cm), rivage au pied de la terrasse de 20 m, côté est de la pointe du Diamicton, 7-6-93.

A small clast (14 × 9 × 7 cm) of Precambrian tillite found at the base of the 20-m terrace, east side of Pointe du Diamicton, 93-6-7.

FIGURE 15. Bloc de conglomérat gréseux à petits galets de quartz (44 × 20 × 16 cm), probablement d'origine appalachienne, haut du rivage au pied de la terrasse de 20 m, Grandes-Bergeronnes, 10-6-93.

A sandy conglomerate boulder with small quartz pebbles (44 × 20 × 16 cm), likely from an unknown Appalachian source; boulder found at the base of the 20-m terrace at Grandes-Bergeronnes, 93-6-10.

FIGURE 16. Bloc de tillite, anse à Pelletier, rive gauche du haut Saguenay, 8-6-92.

A Precambrian tillite boulder at Anse à Pelletier, left side of the Upper Saguenay Fjord, 92-6-8.

TABLEAU II
Types particuliers de dolomie

Site	Dolo cristalline rosâtre	Dolo bréchiq.ue	Dolo schisteuse	Dolo gréseux
1. Petite Crique à Grande Crique	-	2	-	-
2. Grande Crique à P ¹⁰ du Diamicton	2	-	-	-
3. P ¹⁰ du Diamicton à riv. aux Canards	6	2	7	4
4. P ¹⁰ Hubert à P ¹⁰ au Bouleau	2	-	-	-
5. P ¹⁰ aux Alouettes	3	8	3	1
6. P ¹⁰ aux Vaches	1	-	-	-
7. Grandes-Bergeronnes	2	1	5	7
8. Les Escoumins	9	1	-	-
9. Petit-Saguenay	-	1	-	-
10. Cap de la Mer	3	3	-	-
11. Anse à Pelletier	3	-	-	-

autres respectivement dans les secteurs de la pointe aux Alouettes et du Diamicton.

Les cailloux d'anorthosite constituent une autre lithologie exotique d'intérêt. On en trouve dans tous les secteurs. La majorité des cailloux sont façonnés, avec une majorité de sub-arrondis à arrondis; la taille varie du gros galet (10 cm) au méga-bloc. Ils sont particulièrement abondants dans le secteur entre la pointe du Diamicton et l'embouchure de la rivière aux Canards. On en a dénombré 208 sur le haut du rivage au pied de la falaise taillée dans les rythmites argileuses dont un bloc de 130 × 90 × 65 cm et 187 dans le secteur de la pointe du Diamicton dont un bloc de 250 × 170 × 150 cm. Les cailloux d'anorthosite sont, toutefois, moins abondants dans le secteur de la pointe aux Alouettes, alors qu'ils sont fréquents à Grandes-Bergeronnes et aux Escoumins.

B. LES RIVES DU SAGUENAY

Le deuxième secteur étudié s'étend de Tadoussac à Chicoutimi et concerne essentiellement quelques anses du moyen et du bas Saguenay (Drainville, 1968) accessibles par voie terrestre. Dans ce vaste secteur, un seul caillou de dolomie à stromatolites a été trouvé. Par contre 173 cailloux de dolomie sans stromatolites ont été observés dans 7 sites, alors que trois blocs de tillites ont été vus à deux endroits (tabl. II).

Le site le plus riche est celui du cap de la Mer, soit la flèche littorale de Saint-Fulgence, sur la rive gauche du Saguenay (Dionne, 1974), où l'on a trouvé une centaine de cailloux de dolomie dont un gros galet (11 × 7 × 3 cm) de dolomie à stromatolites. À cet endroit, les cailloux de dolomie sont plutôt petits, 50 % étant de la taille des gros galets (10-15 cm), avec environ 10 % de blocs excédant 50 cm de grand axe. Le plus gros caillou mesurait 110 × 85 × 50 cm et pesait 876 kg.

À l'instar de l'embouchure du Saguenay, on trouve des dolomies de couleur chamois, gris pâle, gris moyen à gris foncé et rosâtres et quelques-unes sont de type bréchiq.ue.

TABLEAU III

Les vingt plus gros blocs de dolomie sans stromatolites

	L	×	ℓ	×	E	=	Poids kg*	Strié
1.	120	×	80	×	48	=	864	×
2.	155	×	78	×	25	=	566	×
3.	90	×	55	×	50	=	464	×
4.	75	×	65	×	50	=	457	×
5.	102	×	68	×	25	=	445	-
6.	105	×	55	×	35	=	378	-
7.	95	×	48	×	43	=	367	-
8.	70	×	56	×	50	=	367	-
9.	79	×	50	×	49	=	362	-
10.	155	×	82	×	15	=	357	×
11.	100	×	47	×	40	=	352	-
12.	88	×	54	×	38	=	338	×
13.	60	×	55	×	50	=	309	×
14.	85	×	60	×	30	=	286	×
15.	75	×	50	×	40	=	281	×
16.	95	×	55	×	28	=	274	-
17.	80	×	40	×	44	=	264	-
18.	52	×	52	×	50	=	253	×
19.	60	×	45	×	40	=	202	×
20.	70	×	50	×	30	=	196	×

* poids réduit de 25 %

Plusieurs cailloux de dolomie de couleur chamois sont striés. Un bloc (SAR-AR) de cette catégorie a aussi été trouvé sur le rivage argileux, au pied de la falaise entaillant la terrasse de glissement de terrain à Chicoutimi-Nord (Dionne, 1972b).

Le second site le mieux pourvu en cailloux dolomitiques est celui de l'anse à Pelletier (70°44'20"O; 48°25'25"N), à une douzaine de kilomètres (en ligne droite) en aval du cap de la Mer. À cet endroit, on observe un épais dépôt de till contenant jusqu'à 32 % de cailloux calcaires striés. Sur le haut du rivage, on a trouvé 40 cailloux (galets et blocs) de dolomie sans structures algaires, la moitié au moins étant striés. Les divers types de dolomie déjà mentionnés y sont représentés dont trois cailloux de dolomie rose cristalline. Au même endroit, on a trouvé un bloc de schiste (ardoise) noir ainsi que deux blocs de tillite (fig. 16).

À Sainte-Rose-du-Nord, deux cailloux de dolomie sans stromatolites ont été trouvés respectivement dans les anses à Théophile et de la Descente des Femmes, anses caractérisées par un fond argileux.

Trois anses de la rive droite du Saguenay contiennent des cailloux de dolomie. À l'anse aux Érables (70°34'10"O, 47°21'15"N), à peu près en face de Sainte-Rose-du-Nord, 25 cailloux (gros galets et blocs) de dolomie sans stromatolites ont été observés sur un substrat argileux. Les blocs sont principalement constitués de dolomie chamois et gris pâle; les cailloux sont tous façonnés (SAR-AR) et striés. Le plus gros bloc mesure 105 × 90 × 75 cm et pèse 1,3 t. On a aussi trouvé à cet endroit plusieurs cailloux calcaires striés et même quelques blocs précambriens striés. De plus, un bloc de tillite, de taille métrique, a été observé sur le haut du rivage.

À l'anse de Baie-Éternité (70°20'O, 48°18'N), seuls deux gros galets de dolomie sans stromatolites ont été trouvés sur le fond argileux de l'anse. De même dans l'anse du Petit-Saguenay (70°05'45"O; 48°13'45"N), on a trouvé quatre cailloux de dolomie : deux blocs, un de couleur chamois et l'autre gris pâle et deux galets dont un de type bréchique. À cet endroit, le fond de l'anse est aussi argileux. Par contre, on a trouvé plusieurs cailloux calcaires fossilifères (Trenton). Un comptage fait dans une coupe de till sur le versant gauche de la vallée, entre le village et l'anse, a donné 20 % de galets calcaires, la plupart striés.

LA SOURCE DES ERRATIQUES

Sont considérés comme erratiques de première catégorie les cailloux de dolomie et de tillite. À l'exception des calcaires et des anorthosites, l'importance des autres types de lithologies nous paraît plutôt plutôt secondaire.

A. BLOCS DE TILLITE

D'après les connaissances actuelles, les formations de tillite au Québec sont peu répandues. On en trouve essentiellement au Témiscamingue et dans la région de Chibougamau (Long, 1974, 1981). Elles datent du Protérozoïque inférieur (Aphébien) et sont un équivalent de la Formation de Gowganda, en Ontario (Young, 1970). Le site du lac Waconichi, au nord de Chibougamau, étant le plus proche du Saguenay, il paraît logique de le considérer comme la source de la douzaine de cailloux de tillite trouvés le long du Saguenay et à son embouchure⁴, d'autant plus que quatre des cailloux observés ont le même faciès qu'un échantillon récolté, il y a une vingtaine d'années, à même un affleurement de la Formation de Chibougamau.

B. CAILLOUX DE DOLOMIE

On ne connaît aucun affleurement de dolomie dans la région immédiate du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Les plus proches affleurements se rencontrent dans le bassin sédimentaire protérozoïque des lacs Mistassini et Albanel (Neilson, 1953; Laurin et Sharma, 1975; Caty, 1976). En effet, on trouve dans cette région (fig. 17) à peu près tous les types de dolomie rencontrés le long du Saguenay et à son embouchure, y compris la dolomie à cryptozoaires (stromatolites). Mentionnons pour éviter toute équivoque qu'il ne s'agit pas de la dolomie de Beekmantown qu'on trouve dans la région de Montréal et au sud près de la frontière Canada-États-Unis, qui inclut des lits à stromatolites (Clark, 1972). Il ne s'agit pas non plus de la dolomie d'âge ordovicien de la Minganie (Twenhofel, 1938; Waddington, 1950). Les blocs de dolomie à stromatolites rencontrés à l'embouchure du Saguenay appartiennent au Protérozoïque (H.J. Hofmann, 1986, *verbatim et in litteris*), qu'on trouve dans la région des

4. En l'absence d'une étude pétrographique adéquate des éléments précambriens des cailloux conglomératiques identifiés comme des cailloux de tillite, il demeure possible que quelques-uns dont celui de la pointe du Diamicton (fig. 13) appartiennent à d'autres formations conglomératiques non ou mal connues (J. Rondot, comm. pers., 1994).

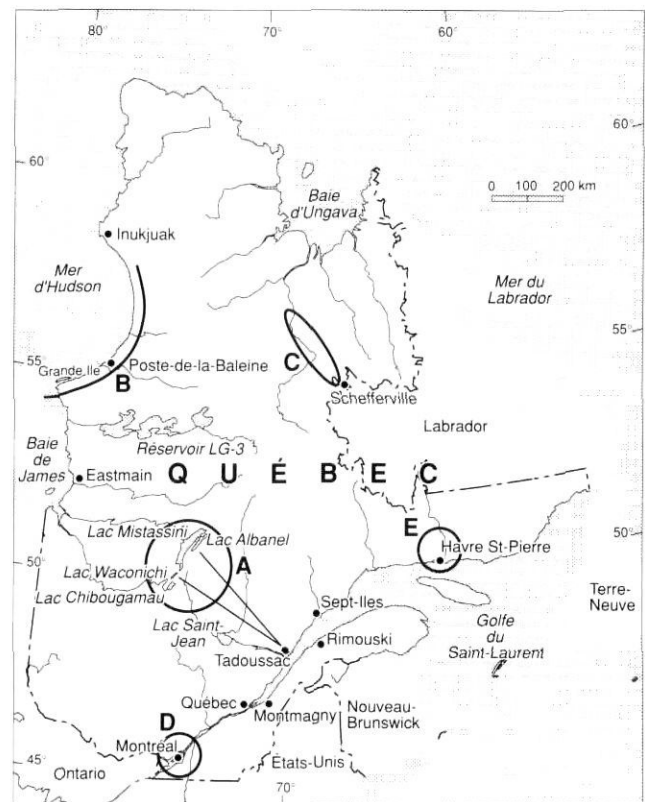


FIGURE 17. Carte montrant les endroits, au Québec, où l'on trouve des formations de dolomie à stromatolites ainsi que la source la plus probable des cailloux exotiques d'origine lointaine observés à l'embouchure du Saguenay.

A map showing location of stromatolitic dolomite formations in Québec, and indicating the most likely source of the far transported erratics found at the entry of the Saguenay Fjord.

lacs Mistassini et Albanel, mais aussi à plusieurs endroits dans la fosse du Labrador (Dimroth, 1978) et en Hudsonie.

Il convient de mentionner ici que la carte géologique du Québec (Avramtchev, 1985) indique deux petits affleurements de « roches calcosilicatées : marbre, dolomie, quartzite et schiste à quartz-mica-chlorite », du Supergroupe de Grenville, dans un secteur du Bouclier laurentidien situé à une vingtaine de kilomètres au NE de Grandes-Bergeronnes et au NO des Escoumins. Il est possible que certains faciès particuliers (dolomie marbrée) observés à Grandes-Bergeronnes et aux Escoumins appartiennent à cette unité précambrienne, car ils ne correspondent pas apparemment aux faciès des dolomies protérozoïques du bassin de Mistassini (Neilson, 1953). L'importance du marbre et de la dolomie dans les deux petits affleurements mentionnés est cependant difficile à établir, car les auteurs du rapport géologique consacré au Grenville dans le secteur concerné (Franconi *et al.*, 1975), ne mentionnent pas d'affleurement de marbre ni de dolomie à cet endroit; c'est la même situation pour la carte géologique détaillée de la région de Pontgravé-Bergeronnes (Greig, 1952).

D'après Rondot (1972), il existe des lits (quelques décimètres d'épaisseur) de calcaire dolomitique, rose à vert, à

grain très fin ou recristallisé, à la base de la Formation de Cap-aux-Oies, qui rappelle le Beekmantown. Les quelques blocs de calcaire dolomitique observés à Grandes-Bergeronnes pourraient provenir de cette formation. Malheureusement, ce calcaire dolomitique demeure mal connu : la plupart des rapports géologiques n'en précisent pas les caractéristiques ou n'en font pas état (Nissaire, 1981). Curieusement, nous n'avons pas observé de dolomie verdâtre dans le secteur étudié.

C. LES CALCAIRES

La majorité des cailloux calcaires trouvés à l'embouchure du Saguenay et ailleurs, plus en amont du fjord, sont des roches fossilifères semblables aux calcaires de Trenton. Il existe deux sources possibles : la vallée du Saint-Laurent et la région des basses terres du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Dans la vallée du Saint-Laurent, on trouve des calcaires de Trenton un peu partout sur la rive nord, entre Cap-Tourmente et Montréal (MERQ, 1991). En aval du cap Tourmente, il subsiste des lambeaux de Trenton entre Baie-Saint-Paul et La Malbaie (Rondot, 1972, 1979b), soit entre une soixantaine et une centaine de kilomètres au SO de l'embouchure du Saguenay. La deuxième source est située au Saguenay-Lac-Saint-Jean. En effet, on trouve des calcaires de Trenton dans la région de Saint-Honoré, au nord de Chicoutimi, ainsi que dans la partie sud du lac Saint-Jean (Benoit et Valiquette, 1971 ; Laurin et Sharma, 1975 ; Avramtchev, 1985). Ces deux régions se trouvent respectivement à environ 110 et 150 km de l'embouchure du Saguenay.

D. LES ANORTHOSITES

La majorité des cailloux d'anorthosite proviennent vraisemblablement du Saguenay-Lac-Saint-Jean, où l'on trouve un immense complexe anorthositique. Néanmoins, il existe trois autres petits massifs d'anorthosite sur la côte nord du Saint-Laurent en amont de Tadoussac, soit au nord de Château-Richer, à Baie-Saint-Paul et à La Malbaie (Avramtchev, 1985). Dans ces conditions, il n'est pas exclu que certains cailloux d'anorthosite trouvés sur le rivage actuel, près de l'embouchure du Saguenay, proviennent de ces petits massifs, compte tenu de l'écoulement de la glace vers le NE, dans l'axe du Saint-Laurent, lors de la déglaciation ou encore de l'activité glacielle postérieure.

E. LES AUTRES LITHOLOGIES

Quant aux deux blocs de conglomérat et aux quelques blocs de schiste argileux vert et rouge, ils semblent provenir des formations appalachiennes. Les quartzites appartiennent vraisemblablement au Bouclier laurentidien. Il y en a à maints endroits. Le cas des grès demeure complexe. La plupart étant du type grauwacke ou feldspathique ressemblent à certaines formations appalachiennes de la rive sud ou des îles du Saint-Laurent. Comme il existe aussi des grès arkosiques et des grauwackes dans le secteur sud du lac Mistassini et dans certaines formations sédimentaires du Paléozoïque de la Côte-Nord, une identification précise s'impose avant de discuter leur origine. Certains grès quartzitiques ressemblent à ceux des crêtes appalachiennes et pourraient donc en provenir. Les blocs de roche ferrifère observés à quelques

endroits pourraient appartenir aux formations de fer affleurant dans la partie NE du lac Albanel. En l'absence d'analyses minéralogiques, il est difficile de préciser leur source.

TRANSPORT DES ERRATIQUES

A. ERRATIQUES D'ORIGINE LOINTAINE

Ainsi les principaux groupes d'erratiques, blocs de tillite et de dolomie, et aussi quelques autres lithologies (dolomie schisteuse et dolomie gréseuse) semblent bien provenir de la région de Chibougamau et des lacs Mistassini et Albanel. En ligne droite, une distance minimale de 400 km sépare Tadoussac du lac Albanel et de Chibougamau. En ligne courbe passant par la cuvette du lac Saint-Jean, c'est-à-dire en accord avec l'écoulement glaciaire connu, la distance entre Tadoussac et le lac Mistassini approche plutôt 500 km, alors qu'elle demeure à peu près la même pour Chibougamau (environ 400 km).

Compte tenu de la faible étendue des formations précambriennes de tillite, les cailloux trouvés au Saguenay et sur la rive nord présentent un grand intérêt comme indicateurs. Ils ne peuvent provenir que de la région de Chibougamau (lac Waconichi, au sud du lac Mistassini). Il en va de même pour les cailloux de dolomie à stromatolites. Les sites les plus rapprochés sont situés au lac Albanel. Quant aux autres types de dolomie, on les rencontre dans l'ensemble du bassin sédimentaire des lacs Mistassini et Albanel. Comme on ne connaît aucun autre site plus méridional à l'intérieur du Bouclier laurentidien où affleurent ces types de roches, les cailloux de dolomie trouvés au Saguenay, en particulier à l'embouchure, proviennent vraisemblablement de la région des lacs Mistassini et Albanel.

Le déplacement des cailloux indicateurs est d'abord attribuable aux glaciers. Seuls ces derniers ont pu déplacer les cailloux de tillite et de dolomie à stromatolites de leur source jusqu'à la cuvette du lac Saint-Jean. Pour le secteur aval, la situation est plus complexe. D'une part, les glaciers ayant atteint la vallée du Saint-Laurent, ils ont pu eux-mêmes y transporter des débris provenant du bassin de Mistassini. On ignore la quantité et la proportion. D'autre part, la cuvette du lac Saint-Jean et le haut Saguenay ont été submergés par les eaux de la Mer de Laflamme ; les icebergs ont sans doute joué un rôle complémentaire en transportant une partie de leur charge jusqu'à l'embouchure du Saguenay. De plus, on ne saurait ignorer le rôle des glaces flottantes dans le recyclage des cailloux glaciaires (Veillette *et al.*, 1991). Comment alors départager la part de l'un et de l'autre, puisque le principal gîte de dolomie à stromatolites se trouve précisément à l'embouchure du Saguenay, dans le secteur compris entre la pointe aux Alouettes et la pointe du Diamicton (65 cailloux) ?

L'apport glaciaire de cailloux provenant de la région des lacs Mistassini et Albanel est confirmé d'une part par la présence d'un bloc de dolomie à stromatolites à 820 m d'altitude laissé, lors de la fonte de la glace, à la surface du Bouclier gneissique, dans le secteur aval du Saguenay (Miller, 1973, p. 69), ainsi que dans la région au NE de Saint-Fulgence (Saguenay) où Jehan Rondot (communication personnelle,

1994) a observé deux blocs de dolomie à stromatolites dans du till dont un bloc de taille métrique, à quelques kilomètres du nord du lac Laurent (48°28'N, 70°45'O), d'autre part par la présence de cailloux de tillite et de cailloux de dolomie sans stromatolites, à la pointe du Diamicton, au pied d'un escarpement taillé dans du till contenant aussi des cailloux calcaires et dolomitiques striés. De même à Grandes-Bergeronnes, les deux cailloux de dolomie à stromatolites et les 85 cailloux de dolomie sans stromatolites se trouvent au pied d'un escarpement taillé dans une terrasse constituée en partie d'un diamicton avec des cailloux calcaires et dolomitiques striés; la situation est la même aux Escoumins avec 66 cailloux de dolomie dont plusieurs striés.

La relâche de cailloux indicateurs par des icebergs demeure plausible. On a trouvé plusieurs cailloux calcaires et dolomitiques striés dans les rythmites limono-argileuses à l'embouchure du Saguenay. Toutefois, la taille des cailloux exotiques observés n'étant pas incompatible avec la compétence des glaces flottantes (glaces annuelles), il est difficile de conclure lequel des deux a transporté et relâché les cailloux indicateurs. Quoi qu'il en soit, les glaces flottantes ont de toute évidence remanié certains cailloux d'abord transportés par les glaciers. C'est le cas d'un petit bloc de dolomie à stromatolites trouvé dans l'unité intertidale de la terrasse Mitis, à l'ouest de la pointe aux Alouettes (Dionne, 1989), des deux blocs de dolomie à stromatolites trouvés dans la slikke vaseuse à Montmagny (Dionne, 1986) et de quelques autres cailloux observés sur le haut de plage dans le secteur compris entre la pointe du Diamicton et Baie-Sainte-Catherine. Il en va de même du bloc (37×26×15 cm) de dolomie à stromatolites trouvé dans une plage soulevée de la Mer de Goldthwait, à 137 m d'altitude, au sud de La Malbaie (E. Govare et P. Gangloff, *in litteris*, 1986).

Les erratiques lointains trouvés à l'embouchure du Saguenay et en provenance de la région de Chibougamau-lac Mistassini ont donc été apportés par les glaciers au cours du Wisconsinien; cependant, une partie indéterminée des cailloux a été mise en place par les glaces flottantes (icebergs et glaces annuelles) lors de la déglaciation et de la transgression postglaciaire (Mer de Goldthwait-Mer de Laflamme). Certains cailloux sur le rivage actuel ont, toutefois, pu être déplacés par les glaces annuelles, au cours de l'Holocène voire même récemment. En conséquence, le recyclage des erratiques glaciaires doit être pris en considération.

Fait important à rappeler, jusqu'à maintenant personne n'a signalé de cailloux de dolomie à stromatolites ni de cailloux de tillite dans la cuvette du lac Saint-Jean, bien que nous ayons observé quelques cailloux de dolomie sans stromatolites striés dans une coupe le long de la rivière aux Rats (Dionne, 1973, p. 353). La rareté sinon l'absence apparente au Lac-Saint-Jean des indicateurs en provenance de la région de Chibougamau-lac Mistassini contraste donc avec leur abondance relative à l'embouchure du Saguenay. Ce fait témoigne en faveur d'un apport principal par une masse de glace ayant atteint la vallée du Saint-Laurent, au Wisconsinien supérieur ou antérieurement, impliquant un écoulement du NO vers le SE à partir d'un point situé quelque part à l'ONO de la région de Chibougamau-lac Mistassini.

Sans être exceptionnels, les déplacements de cailloux par les glaciers sur des distances de plusieurs centaines de kilomètres sont relativement peu fréquents (Prest et Nielsen, 1987; Strobel et Faure, 1987; Donner, 1989; Dredge et Cowan, 1989). Compte tenu de la distance de la source (400 à 500 km), la quantité relativement élevée de cailloux indicateurs trouvés à l'embouchure du Saguenay indique clairement l'existence d'un écoulement majeur des glaces dans l'axe de la cuvette du lac Saint-Jean et du Saguenay, au cours du Wisconsinien. Rappelons que dans la région avoisinant les affleurements de tillite et de dolomie (Abitibi), le pourcentage des cailloux indicateurs est relativement faible: moins de 22 % pour la dolomie et 5 % pour la tillite (Prichonnet *et al.*, 1984). On comprend facilement alors la quantité réduite de ces indicateurs à quelque 500 km de distance de leur source.

Jusqu'où l'influence de ce courant de glace s'est-elle fait sentir? Il est impossible de répondre dans l'état actuel des connaissances. Les indicateurs lithologiques en provenance de la région de Mistassini semblent rares sur la rive sud du Saint-Laurent estuarien. Jusqu'à maintenant et malgré les nombreux inventaires de cailloux faits sur la rive sud (Dionne, 1972c, 1979, 1987c), on n'a observé que trois cailloux de dolomie à stromatolites: deux à Montmagny (Dionne, 1986) et un troisième à Saint-Fabien-sur-Mer a été découvert à l'été de 1993 (bloc d'environ 300 kg). Comme ces cailloux reposent directement sur l'argile de la Mer de Goldthwait, ils ont forcément été mis en place par les glaces flottantes, après avoir été pris en charge probablement quelque part sur la rive nord du Saint-Laurent, car, pour l'instant, on ne connaît aucun dépôt de till en bordure de la rive sud du moyen estuaire.

Au cours des dernières années, nous avons cependant observé de nombreux cailloux de dolomie sans stromatolites, dont plusieurs striés, sur le rivage entre Trois-Pistoles et Mitis de même qu'à l'île aux Lièvres (Dionne, 1992). Il demeure difficile de préciser la source de ces cailloux. Si certains ressemblent à ceux signalés dans cette étude, d'autres par contre en diffèrent et pourraient alors provenir des formations appalachiennes de l'arrière côte, car ils sont associés à d'autres indicateurs qui en proviennent, notamment des grès rouges et des calcaires fossilifères dont certains contiennent des coraux. Malheureusement, les cartes géologiques disponibles pour ce secteur ne détaillent pas suffisamment la lithologie des formations de la bande côtière. La carte géologique de la côte sud (MERQ, 1991) ainsi que la carte géologique du Québec (Avramtchev, 1985) ne mentionnent aucune formation de dolomie dans le secteur. Seul le rapport géologique de Lespérance et Greiner (1969) signale la présence occasionnelle de dolomie dans certaines formations du Silurien et du Dévonien inférieur dans la région du lac Témiscouata, soit à environ 70 km en ligne droite de la rive sud du Saint-Laurent. On sait par ailleurs qu'il y a eu un écoulement glaciaire tardif des glaces appalachiennes vers la vallée du Saint-Laurent (Lortie et Martineau, 1987; Rappol, 1993). J. Rondot (communication personnelle, 1994) a observé un bloc erratique de dolomie dans la section du lac Macpès (Rimouski), à plusieurs kilomètres au sud de la limite de la transgression goldthwaitienne.

La présence de quelques cailloux de dolomie à stromatolites sur la rive sud permet donc de penser que les cailloux de dolomie sans stromatolites pourraient eux aussi provenir d'une source commune comme c'est le cas pour le secteur de l'embouchure du Saguenay. Quoi qu'il en soit, la présence de nombreux blocs d'anorthosite un peu partout sur le rivage actuel et parfois sur les rivages anciens de la Mer de Goldthwait indique sans équivoque un apport glaciaire (glaces annuelles ou icebergs) à partir de la côte nord du Saint-Laurent. Si l'on considère le massif anorthositique du Saguenay-Lac-Saint-Jean comme la source principale des blocs d'anorthosite qui parsèment le rivage de la rive sud du Saint-Laurent entre Rivière-du-Loup et Mitis, les cailloux auraient d'abord été déplacés par les glaciers jusque sur la rive nord de l'estuaire.

D'après une étude récente (Rappol et Russel, 1989; Rappol, 1993), la dispersion des erratiques précambriens sur la côte sud du Saint-Laurent, en face du Saguenay, est plus faible en bordure de la côte au-dessus de la limite marine qu'à l'intérieur des terres. Ce phénomène est attribué à l'invasion des glaces laurentiennes au Wisconsinien supérieur. On sait par ailleurs que dans la zone en dessous de la limite marine le pourcentage des cailloux précambriens est très élevé : environ 75 % pour les terrasses émergées et 60 % pour le rivage actuel (Dionne, 1972c). La plupart des auteurs s'entendent maintenant pour attribuer cette différence à l'activité glaciaire.

B. ERRATIQUES D'ORIGINE PROXIMALE

À l'instar des cailloux de dolomie et de tillite, les cailloux calcaires striés dans le secteur de l'embouchure du Saguenay, en particulier ceux trouvés dans les dépôts de type diamicton (till) et les rythmites ou encore au pied des escarpements d'érosion affectant ces dépôts, proviennent soit de la région de Saint-Honoré, au nord de Chicoutimi, soit du secteur sud-est du lac Saint-Jean plutôt que de la vallée du Saint-Laurent (Dionne, 1993). Il demeure possible, cependant, qu'il y ait eu des apports glaciaires à partir de sites situés dans l'estuaire du Saint-Laurent, en amont de l'embouchure du Saguenay, notamment pour les cailloux non striés trouvés sur les cordons littoraux. La présence dans les diamictons à la fois de cailloux striés de dolomie et de calcaire indique sans équivoque un apport à partir du haut Saguenay ou du lac Saint-Jean. Cet apport correspond d'ailleurs aux aires de dispersion des cailloux ordoviciens mises en évidence antérieurement (Dionne, 1973). Dans ce cas, la distance des déplacements serait relativement modeste (115 à 160 km), mais néanmoins significative, puisque ces nouvelles données étendent l'aire de dispersion des cailloux ordoviciens dans l'axe du Saguenay. Fait intéressant à signaler, on constate une répartition en éventail de part et d'autre de l'embouchure du fjord, en particulier du côté NE, où l'on trouve des calcaires striés dans les diamictons des terrasses littorales à Grandes-Bergeronnes et aux Escoumins.

Les calcaires présentent un intérêt non pas tant en raison de la distance de la source, mais du fait que la plupart sont striés — ce qui implique un transport glaciaire — et en raison de la faible étendue des affleurements au Saguenay-Lac-Saint-Jean. Si leur dispersion chute rapidement au-delà de

quelques dizaines de kilomètres (Dionne, 1973), il y en a encore un grand nombre au-delà de 150 km. On peut donc s'en servir pour retracer les paléoécoulements glaciaires.

Quant aux nombreux cailloux d'anorthosite trouvés à l'embouchure du Saguenay, ils ont vraisemblablement suivi la même route que les calcaires et confirment ainsi l'existence d'un écoulement majeur dans l'axe du Saguenay, au Wisconsinien.

ÉCOULEMENT GLACIAIRE — POSITION GÉOGRAPHIQUE DU DÔME ET LIGNES DE PARTAGE DES GLACES

La présence à l'embouchure du Saguenay de cailloux de tillite et de dolomie d'âge protérozoïque indique un écoulement du NO vers le SE avec une ligne de partage des glaces et un dôme situés quelque part au NO du lac Mistassini, tel que proposé par plusieurs auteurs au cours des dernières années (Bouchard et Martineau, 1985; Veillette, 1986; Dyke et Prest, 1987; Prichonnet et Beaudry, 1990; Veillette et Pomares, 1991) et tel que prévu par certains modèles (Boulton *et al.*, 1985, fig. 23, p. 472; Fisher *et al.*, 1985, fig. 2 et 3).

Les cartes de Dyke et Prest (1987) ainsi que celle d'autres auteurs (Boulton *et al.*, 1985; Fisher *et al.*, 1985) représentant la configuration générale de l'Inlandsis laurentidien permettent de comprendre le déplacement des cailloux exotiques trouvés à l'embouchure du Saguenay. En effet, pour la période de 18 à 14 ka, ces cartes indiquent l'emplacement d'un dôme (fig. 18) centré à l'intérieur des terres de la Jamésie, à peu près à l'emplacement actuel du réservoir de LG-Trois, soit vers le 75° ouest et le 53° nord, avec une ligne de partage régional des glaces (*Mistassini ice divide*) passant environ vers le 76°30', c'est-à-dire à l'ouest des lacs Mistassini, Albanel, Waconichi et Chibougamau, cette vaste région étant située à l'est du 74°30' ouest.

La position de la ligne de partage des glaces de Mistassini à l'ouest de la région des lacs Mistassini et Albanel s'est maintenue sans grandes modifications de 13 à 9 ka, alors que le dôme a migré légèrement vers le nord entre 13 et 11 ka, pour ensuite se déplacer vers l'est (c'est-à-dire vers l'intérieur du Québec), de 11 à 9 ka, entraînant ainsi des modifications dans l'écoulement général de la glace (Vincent, 1989).

Entre 18 et 11 ka, les cartes indiquent un écoulement des glaces vers le SE dans l'axe de la cuvette du lac Saint-Jean et de la vallée du Saguenay. À 11 ka, la marge de l'inlandsis bordait l'estuaire du Saint-Laurent dans le secteur de Tadoussac. Bien qu'on connaisse encore mal les étapes de la déglaciation du Saguenay (fjord), en particulier du secteur aval, on possède maintenant quelques dates au radiocarbone indiquant la présence de la Mer de Goldthwait de part et d'autre de l'embouchure du Saguenay vers 11,5 ka (11 740 ± 140 : UL-1029, 11 540 ± 80 : TO-2890 et 11 450 ± 80 : TO-2889; 11 110 ± 80 : TO-4161; Dionne, inédit).

Ainsi, les cailloux exotiques, en tout ou en partie, en provenance de la région des lacs Mistassini, Albanel, Waconichi et Chibougamau ont-ils pu être apportés et relâchés au cours

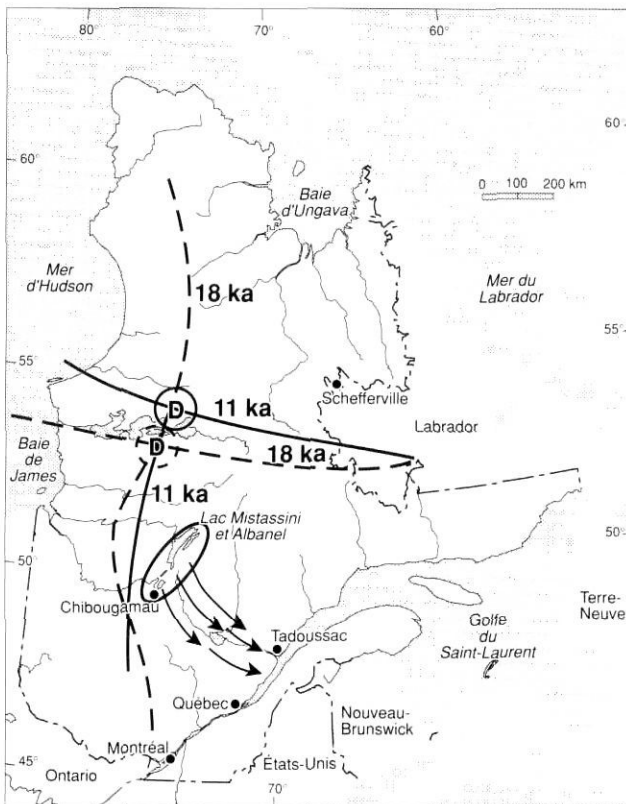


FIGURE 18. Emplacement des dômes et des lignes de partage des glaces de l'Inlandsis laurentidien, à 18 et 11 ka, d'après Dyke et Prest (1987) et écoulement général des glaces vers le SE à partir de la région de Mistassini, au centre du Québec.

A sketched map showing the emplacement of ice domes and ice divides of the Laurentides Ice Sheet at 18 and 11 ka (after Dyke and Prest, 1987), and indicating a major ice flow to the SE of Mistassini area, central Québec.

de la période comprise entre le pléniglaciaire et le début de la déglaciation et peut-être même avant 18 ka. De plus, des apports par icebergs à partir du front glaciaire situé dans la cuvette du lac Saint-Jean ont été possibles entre 10 et 9 ka.

Il convient de rappeler que l'emplacement du dôme et des lignes de partage des glaces proposés par Dyke et Prest correspond à peu de choses près au modèle théorique de Boulton *et al.* (1985, fig. 23) et n'est pas forcément exact, en particulier pour le pléniglaciaire (18 ka) ou pour des périodes antérieures. L'emplacement du dôme semble, en effet, un peu trop septentrional et oriental en regard de l'écoulement ancien des glaces vers le SE retracé dans la région de Chapais-Chibougamau-Mistassini (Bouchard et Martineau, 1985; Prichonnet et Beaudry, 1990; Veillette et Pomares, 1991). Un dôme situé à la latitude de l'Eastmain et un peu plus près de la côte jamésienne paraît plus vraisemblable. La configuration de la zone de partage des glaces entre l'ouest de l'Abitibi et le lac Mistassini demeure donc à préciser (Veillette *et al.*, 1992, p. 216).

CONCLUSION

Deux groupes d'erratiques ou d'indicateurs ont été trouvés à l'embouchure du Saguenay et sur les rivages du fjord.

Le groupe des erratiques lointains comprend des cailloux de tillite, de dolomie à stromatolites et sans stromatolites et quelques autres lithologies faiblement représentés (dolomie schisteuse, dolomie bréchique et gréseuse). Ces éléments proviennent de la région des lacs Albanel, Mistassini, Waconichi et Chibougamau, soit entre 400 et 500 km de distance. Le deuxième groupe comprend essentiellement des calcaires de Trenton et des anorthosites provenant du haut Saguenay-lac Saint-Jean et indiquent un déplacement sur 115 à 160 km environ. La dispersion des calcaires et des anorthosites est en conformité avec la direction de l'écoulement glaciaire déterminée à partir des stries et autres formes mineures du plancher rocheux (Dionne, 1973). Néanmoins, l'aire connue de dispersion des carbonates d'âge ordovicien au Saguenay a été agrandie; elle comprend maintenant des sites littoraux, sis de part et d'autre de l'embouchure du Saguenay.

Les indicateurs du premier groupe mettent en évidence un transport du NO vers le SE sur de longues distances et corroborent la valeur des modèles récemment proposées par divers auteurs (Boulton *et al.*, 1985; Fisher *et al.*, 1985; Veillette, 1986; Dyke et Prest, 1987) concernant l'emplacement d'un dôme et d'une ligne de partage de glaces situés au NO du lac Mistassini. La position géographique de ce dôme est importante quoique encore imprécise et permet d'expliquer qu'au cours du Wisconsinien un courant de glace majeur de direction sud-est, a pu atteindre le Saint-Laurent après avoir râclé le substrat de la région des lacs Mistassini, Albanel, Waconichi et Chibougamau et emprunté la cuvette du lac Saint-Jean et le Saguenay.

Les données contenues dans cette contribution infirment la valeur des thèses soutenues par certains auteurs à partir de calculs purement théoriques, à l'effet qu'il existait un dôme majeur centré au sud de la mer d'Hudson (Mayewski *et al.*, 1981; Hughes *et al.*, 1985).

L'inventaire des erratiques d'origine lointaine constitue un outil de valeur pour préciser les grands axes de l'écoulement glaciaire au Wisconsinien. On devrait en tenir compte dans l'élaboration des modèles théoriques. Les retombées d'ordre appliqué pour la prospection minière paraissent évidentes et justifient une poursuite des travaux de cette nature dans d'autres régions.

REMERCIEMENTS

Cette étude s'inscrit dans un projet de recherche sur le Quaternaire du Saguenay subventionné par la Commission géologique du Canada (convention de recherche: EMR-242 492) et par le Conseil national de recherches du Canada (subvention individuelle: OGP0008429). L'auteur remercie Étienne Govare et Pierre Gangloff (Université de Montréal) de lui avoir signalé la présence d'un bloc de dolomie à stromatolites à La Malbaie (Charlevoix), ainsi que Jehan Rondot (géologue retraité du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec). Trois anciens étudiants du Département de géographie de l'Université Laval (Robert Bonenfant, Alain Fournier et Stéphane Poitras) ont participé aux travaux de terrain. Trois visites sur les lieux en compa-

gnie de Jean-Serge Vincent (Commission géologique du Canada), de Serge Occhietti (Université du Québec à Montréal) et du regretté Guy Lortie (Centre d'Études nordiques, Université Laval) ont permis des discussions fructueuses. Les remarques, commentaires et suggestions faites par Jean Veillette (Commission géologique du Canada) et par Gilbert Prichonnet (Université du Québec à Montréal) ont été appréciées et ont permis d'améliorer la qualité de la présente contribution. Madame Thérèse Lambert a tapé les diverses versions du manuscrit et les figures au trait ont été réalisées au laboratoire de Cartographie du Département de géographie, à l'Université Laval.

RÉFÉRENCES

- Andrews, J.T., 1982. On the reconstruction of the Pleistocene ice sheets : A review. *Quaternary Science Reviews*, 1 : 1-30.
- Andrews, J.T. et Miller, G.H., 1979. Glacial erosion and ice sheet divides, northeastern Laurentide ice sheet, on the bases of the distribution of limestone erratics. *Geology*, 7 : 592-596.
- Avramtchev, L., 1985. Carte géologique du Québec, Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, carte n° 2000, DV 84-02.
- Benoit, F.W. et Valiquette, G., 1971. Région du lac Saint-Jean (partie sud). Ministère des Richesses naturelles, Québec, Rapport géologique 140, 24 p.
- Bouchard, M.A. et Martineau, G., 1984. Les aspects régionaux de la dispersion glaciaire, Chibougamau, Québec. *Canadian Institute of Mining and Metallurgy, Special volume 34* : 431-441.
- 1985. Southeastward ice flow in central Québec and its paleogeographic significance. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 22 : 1536-1541.
- Boulton, G.S., Smith, D.G., Jones, A.S. et Newsome, J., 1985. Glacial geology and glaciology of the last mid-latitude ice sheets. *Journal of the Geological Society of London*, 142 : 447-474.
- Catý, J.L., 1976. Région du lac Mistassini, Québec : stratigraphie et sédimentologie de la formation de Papaskwasati. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, Rapport géologique DVP-423, 270 p.
- Clark, T.H., 1972. Région de Montréal. Ministère des Richesses naturelles, Québec, Rapport géologique 152, 244 p.
- Dimroth, E., 1978. Région de la fosse du Labrador. Ministère des Richesses naturelles, Québec, Rapport géologique 193, 396 p.
- Dionne, J.-C., 1972a. Cartes morpho-sédimentologiques du Saguenay/Lac-Saint-Jean, Québec. Environnement Canada, Direction générale des Terres, Série de 25 cartes à 1/50 000.
- 1972b. Les basses terrasses de la région de Chicoutimi, Québec. *Revue de Géographie de Montréal*, 26 : 407-420.
- 1972c. Caractéristiques des blocs erratiques des rives de l'estuaire du Saint-Laurent. *Revue de Géographie de Montréal*, 26 : 125-152.
- 1973. La dispersion des cailloux ordoviciens dans les formations quaternaires, au Saguenay/Lac-Saint-Jean, Québec. *Revue de Géographie de Montréal*, 27 : 339-364.
- 1974. La flèche littorale de Saint-Fulgence, au Saguenay, Québec. *Revue de Géographie de Montréal*, 28 : 157-167.
- 1979. Les blocs d'estran à Saint-Fabien-sur-Mer, estuaire du Saint-Laurent. *Maritime Sediments*, 15 : 5-13.
- 1986. Blocs de dolomie à stromatolites sur les rives de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 40 : 93-98.
- 1987a. Indices d'un écoulement glaciaire du NO vers le SE entre le lac Mistassini et Tadoussac au Wisconsinien. *Annales de l'ACFAS*, 55 : 181.
- 1987b. Indicators from central Quebec occurring along the St. Lawrence estuary. *Geological Society of America, Annual Meeting (Phoenix, Arizona), Abstracts with Programs*, 19 (7) : 643.
- 1987c. Lithologie des cailloux de la baie de Montmagny, côte sud du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 41 : 161-169.
- 1989. Observations sur le Quaternaire de la terrasse Mitis, à Baie-Sainte-Catherine, embouchure du Saguenay (Québec). *Association géologique du Canada, Réunion annuelle (Montréal), Programme et Résumés*, 14 : A-111.
- 1992. Aperçu géomorphologique de l'île aux Lièvres et des îlots environnants, moyen estuaire du Saint-Laurent. Québec, rapport déposé à la Société Duvetnor, 56 p.
- 1993. Écoulement tardi-glaciaire à l'île aux Lièvres et îlots avoisinants, moyen estuaire du Saint-Laurent. *Réunion annuelle de l'AQUA (Québec), Bulletin de l'AQUA*, 19 : 12.
- Donner, J., 1989. Transport distances of Finnish crystalline erratics during the Weichselian glaciation. *In M. Perthunen (édit.), Transport of glacial drift in Finland. Geological Survey of Finland, Special Paper 7* : 7-13.
- Drainville, G., 1968. Le fjord du Saguenay. I. Contribution à l'océanographie. *Naturaliste canadien*, 95 : 809-855.
- Dredge, L.A. et Cowan, W.P., 1989. Le Quaternaire du sud-ouest du Bouclier canadien, p. 229-251. *In R.J. Fulton (édit.), Le Quaternaire du Canada et du Groenland. Ottawa, Commission géologique du Canada, Série Géologie du Canada, vol. 1.*
- Dyke, A.S., Dredge, L.A. et Vincent J.-S., 1982. Configuration and dynamics of the Laurentide Ice Sheet during the Late Wisconsin maximum. *Géographie physique et Quaternaire*, 36 : 5-14.
- Dyke A.S. et Prest, V.K., 1987. Late Wisconsinian and Holocene history of the Laurentide Ice Sheet. *Géographie physique et Quaternaire*, 41 : 237-263.
- Fisher, D.A., Reeh, N. et Langley, K., 1985. Objective reconstruction of the Late Wisconsinian Laurentide Ice Sheet and the significance of deformable beds. *Géographie physique et Quaternaire*, 39 : 229-238.
- Franconi, A., Sharma, K.N.M. et Laurin, A.F., 1975. Région des rivières Betsiamites et Moisie (Grenville 1968-1969). Ministère des Richesses naturelles, Québec, Rapport géologique 162, 149 p.
- Greig, E.W., 1952. La région de Pontgravé-Bergeronnes, comté de Saguenay. Ministère des Mines, Québec, Rapport géologique 32, 32 p.
- Hillaire-Marcel, C., 1981. Continental ice complexes : Distinction between centres of outflow and centres of loading of the crust — example of the eastern Laurentide ice sheet. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 25 : 225-228.
- Hillaire-Marcel, C., Grant, D.R. et Vincent, J.-S., 1980. Comment on « Keewatin ice sheet re-evaluation of the traditional concept of the Laurentide ice sheet » and « Glacial erosion and ice sheet divides, northeastern Laurentide ice sheet, on the basis of the distribution of limestone erratics ». *Geology*, 8 : 466-468.
- Hofmann, H.J., 1973. Stromatolites : Characteristics and utility. *Earth-Science Reviews*, 9 : 339-373.
- Hughes, T., Borns, H.W., Fastook, J.L., Hyland, M.R., Kite, J.S. et Lowell, T.V., 1985. Models of glacial reconstruction and deglaciation applied to Maritime Canada and New England. *Geological Society of America, Special Paper 197* : 139-150.
- LaSalle P. et Tremblay, G., 1978. Dépôts meubles Saguenay/Lac-Saint-Jean. Ministère des Richesses naturelles, Québec, Rapport géologique 191, 61 p.
- Laurin, A.F. et Sharma, K.N.M., 1975. Région des rivières Mistassini-Péribonca-Saguenay, Ministère des Richesses naturelles, Québec, Rapport géologique 161, 89 p.
- Lespérance, P.J. et Greiner, H.R., 1969. Région de Squatec-Cabano, comtés de Rimouski, Rivière-du-Loup et Témiscouata. Ministère des Richesses naturelles, Québec, Rapport géologique 128, 122 p.
- Long, D.G.F., 1974. Glacial and paraglacial genesis of conglomeratic rocks of the Chibougamau Formation (Aphebian), Chibougamau, Québec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 11 : 1236-1252.
- 1981. Glacigenic rocks in the Early Proterozoic Chibougamau Formation in northern Québec, p. 817-823. *In M.J. Hambrey et W.B. Harland, édit., Earth's Pre-Pleistocene glacial record. Cambridge, Cambridge University Press.*

- Lortie, G. et Martineau, G., 1987. Les systèmes de stries glaciaires dans les Appalaches du Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, Rapport géologique DV-85-10, 45 p., 1 carte h.t.
- Mayewski, P.A., Denton, G.H. et Hughes, T.J., 1981. Late Wisconsin Ice sheet in North America, p. 67-172. In G.H. Denton et T.J. Hughes, édité., *The Last Great Ice Sheets*. New York, Wiley.
- MERQ, 1991. Carte géotouristique du sud du Québec, du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, Direction générale de l'Exploitation géologique et minière.
- Miller, M.L., 1973. Région de Saint-Siméon-Tadoussac. Ministère des Richesses naturelles, Québec, Rapport géologique 159, 94 p.
- Neilson, J.M., 1953. La région d'Albanel, territoire de Mistassini. Ministère des Mines, Québec, Rapport géologique 53, 38 p.
- Nissaire, M.L.T., 1981. Étude quantitative des calcaires dans les régions de Baie-Saint-Paul-La Malbaie, Simard et Havre-Saint-Pierre. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, Rapport géologique DPV-788, 50 p.
- Occhiotti, S., 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 : 15-49.
- Prest, V.K., 1984. The Late Wisconsinan glacier complex. *Geological Survey of Canada, Paper 84-10* : 22-36 (et carte hors texte).
- Prest, V.K. et Nielsen E., 1987. The Laurentide ice sheet and long-distance transport. *Geological Survey of Finland, Special Paper 3* : 91-101.
- Prichonnet, G. et Beaudry, L.M., 1990. Évidences d'un écoulement glaciaire sud, antérieur à l'écoulement sud-ouest du Wisconsinien supérieur, région de Chapais, Québec. In *Recherches en cours, Partie C, Commission géologique du Canada, Étude 90-1C* : 331-338.
- Prichonnet, G., Martineau, G. et Brisson, L., 1984. Les dépôts quaternaires de la région de Chibougamau, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 38 : 287-304.
- Rappol, M., 1993. Ice flow and glacial transport in lower St. Lawrence, Québec. *Geological Survey of Canada, Paper 90-19*, 28 p.
- Rondot, J., 1972. La transgression ordovicienne dans le comté de Charlevoix, Québec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 9 : 1187-1203.
- 1979a. Région de Saint-Siméon. Ministère des Richesses naturelles, Québec. Rapport géologique GT-6, 19 pl.
- 1979b. Reconnaissances géologiques dans Charlevoix-Saguenay. Ministère des Richesses naturelles, Québec, Rapport géologique DPV-682, 44 p.
- 1986. Géologie de la région de Forestville-Les Escoumins. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, Rapport géologique ET85-05, 47 p.
- Shilts, W.W., 1980. Flow patterns in central North America ice sheet. *Nature*, 286 : 213-218.
- Strobel, M.L. et Faure, G., 1987. Transport of indicator clasts by ice sheets and the transport half-distance : A contribution to prospecting for ore deposits. *Journal of Geology*, 95 : 687-697.
- Tremblay, G., 1971. Glaciation et déglaciation dans la région Saguenay-Lac-Saint-Jean, Québec, Canada. *Cahiers de Géographie de Québec*, 15 (36) : 467-474.
- Tremblay, V., 1947. La question de « Baie des Hahas ». *Chicoutimi, Société historique du Saguenay*, 15 p.
- Twenhofel, W.H., 1938. Geology and paleontology of the Mingan Islands, Québec. *Geological Society of America, Special Paper 11*, 132 p.
- Veillette, J.J., 1986. Former southwesterly ice flows in the Abitibi-Témiscamingue region : Implication for the configuration of the Late Wisconsinian ice sheet. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 23 : 1724-1741.
- Veillette, J.J. et Pomares, J.-S., 1991. Older ice flows in the NMatagami-Chapais area, Québec. In *Current Research, Part C, Geological Survey of Canada, Paper 91-1C* : 43-148.
- Veillette, J.J., Paradis, S.J., Thibaudeau, P. et Pomares, J.-S., 1991. Distribution of distinctive Hudson Bay erratics and the problem of the Cochrane limit in Abitibi, Québec. In *Recherches en cours, Partie C, Commission géologique du Canada, Étude 91-10* : 135-142.
- Veillette, J., Paradis, S., Daigneault, R.-A. et Richard, P.J.H., 1992. Géomorphologie et géologie du Quaternaire de l'Abitibi-Témiscamingue. *Livret-Guide des excursions du VII^e Congrès quadriennal de l'AQUA-1992, Ottawa, Commission géologique du Canada*, 252 p.
- Vincent, J.-S., 1989. Le Quaternaire du sud-est du Bouclier canadien, p. 266-295. In R.J. Fulton (édité.), *Le Quaternaire du Canada et du Groenland*. Commission géologique du Canada, Ottawa, série *Géologie du Canada*, vol. 1.
- Waddington, G.W., 1950. Les dépôts de calcaire de la région de Mingan, comté de Saguenay, Ministère des Mines, Québec, Rapport géologique 42, Partie 2, 13 p.
- Young, G.M., 1970. An extensive early Proterozoic glaciation in North America? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 7 : 85-101.