

Blocs de dolomie à stromatolites sur les rives de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec

Occurrence of Erratic Boulders of Stromatolitic Dolomite along the Middle St. Lawrence Estuary

Jean-Claude Dionne

Volume 40, Number 1, 1986

Premier symposium de la CANQUA

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/032626ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/032626ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (print)

1492-143X (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this note

Dionne, J.-C. (1986). Blocs de dolomie à stromatolites sur les rives de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 40(1), 93–98. <https://doi.org/10.7202/032626ar>

Article abstract

Two stromatolitic dolomite boulders found along the middle St. Lawrence Estuary shorelines have been most likely transported by glacier ice over 500 km, the nearest and most probable source being the Lake Mistassini-Albanel area to the NW. If the two boulders really originated from that area, their occurrence along the St. Lawrence Estuary shorelines provides an additional evidence for a glacial flow from the NW to the SE during the Wisconsin.

Notes

BLOCS DE DOLOMIE À STROMATOLITES SUR LES RIVES DE L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT, QUÉBEC

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

RÉSUMÉ Deux blocs de dolomie à stromatolites trouvés sur les rivages du Saint-Laurent estuarien témoignent vraisemblablement d'un déplacement glaciaire excédant 500 km, la source la plus probable étant la région des lacs Mistassini-Albanel, au NO. Si c'est effectivement le cas, ces erratiques fournissent un indice supplémentaire à l'hypothèse d'un écoulement glaciaire du NO vers le SE, dans l'axe des lacs Mistassini-Albanel — Québec-Tadoussac, au cours du Wisconsinien.

ABSTRACT *Occurrence of erratic boulders of stromatolitic dolomite along the middle St. Lawrence Estuary.* Two stromatolitic dolomite boulders found along the middle St. Lawrence Estuary shorelines have been most likely transported by glacier ice over 500 km, the nearest and most probable source being the Lake Mistassini-Albanel area to the NW. If the two boulders really originated from that area, their occurrence along the St. Lawrence Estuary shorelines provides an additional evidence for a glacial flow from the NW to the SE during the Wisconsinian.

INTRODUCTION

Les rivages du Saint-Laurent sont couverts de milliers de cailloux de lithologie variée qui témoignent de l'importance des glaces en morpho-sédimentologie littorale (DIONNE, 1968, 1970). Si plusieurs blocs ont d'abord été transportés par les glaciers (BROCHU, 1961; DIONNE, 1962, 1972a), une forte proportion a été mise en place par les glaces flottantes (DIONNE, 1981a; GUILCHER, 1981). De nos jours les déplacements glaciels sont fréquents; ils affectent régulièrement des cailloux excédant un mètre de diamètre (DIONNE, 1981b).

Bien qu'il soit exceptionnel de trouver des cailloux erratiques de sources connues très lointaines, il en existe quelques-uns sur les rives du Saint-Laurent. Ainsi, dans la région de Rimouski, on a trouvé des blocs de calcaires à coraux, de taille métrique, provenant vraisemblablement des formations appalachiennes d'âge siluro-dévonien, sises à une centaine de kilomètres au sud, qui témoignent d'un écoulement glaciaire vers le nord ou le nord-ouest (DIONNE, en préparation). C'est le cas aussi de deux blocs de dolomie à stromatolites provenant de sources encore plus éloignées qui font l'objet de la présente note.

OBSERVATIONS

Dans deux sites le long de l'estuaire du Saint-Laurent (fig. 1), l'une sur la rive nord, l'autre sur la rive sud, on a trouvé des blocs de dolomie à stromatolites.

Sur la rive nord, à la pointe aux Alouettes, à l'embouchure du Saguenay (48°06' N, 63°43' O), un bloc de dolomie à stromatolites (fig. 2) d'environ 80 cm de côté a été observé sur une plage, en 1970. Les structures stromatolitiques y font

une quinzaine de centimètres de diamètre dans la partie supérieure; verticalement, elles montrent des édifices colonnaires de 30 à 40 cm de longueur s'élargissant vers le haut; certaines structures sont de type branchu. À cet endroit, on n'observe pas de till en bordure du littoral, mais il en existe à proximité sur le plateau laurentidien. Les formations quaternaires en bordure du littoral, qui sont localement taillées en falaise par érosion, comprennent à la base un dépôt de limon-argile stratifié d'âge goldthwaitien surmonté de sable et gravier (plages soulevées) (DIONNE, 1972b, 1977).

En 1985, on a trouvé un autre bloc de dolomie à stromatolites dans la baie de Montmagny (47°02'05" N, 70°28'20" O), sur la rive sud du Saint-Laurent. Mesurant 46 × 36 × 20 cm, ce bloc fait partie d'un dallage de cailloux localisé à la limite du schorre inférieur et de la slikke vaseuse dénudée. Les cailloux reposent sur un substrat argileux (argile de la mer de Goldthwait). Recouverts de vase fraîche durant une grande partie de l'été, les blocs ne sont visibles qu'après les périodes d'érosion, notamment en mai-juin. Le caillou de dolomie montre d'abondantes petites structures à stromatolites de type colonnaire de 2 à 8 cm de diamètre et d'au moins une dizaine de centimètres de longueur collées les unes contre les autres (fig. 3)¹.

1. Le bloc a été heureusement retrouvé au début mai 1986 et apporté au laboratoire pour analyse. D'après un examen préliminaire fait par Hans J. Hofmann, il s'agit bien d'une dolomie d'âge protérozoïque. Un second bloc, plus petit (30 × 21 × 19 cm), a été découvert le 29 mai dans la zone intertidale, à Montmagny. Note ajoutée aux premières épreuves.

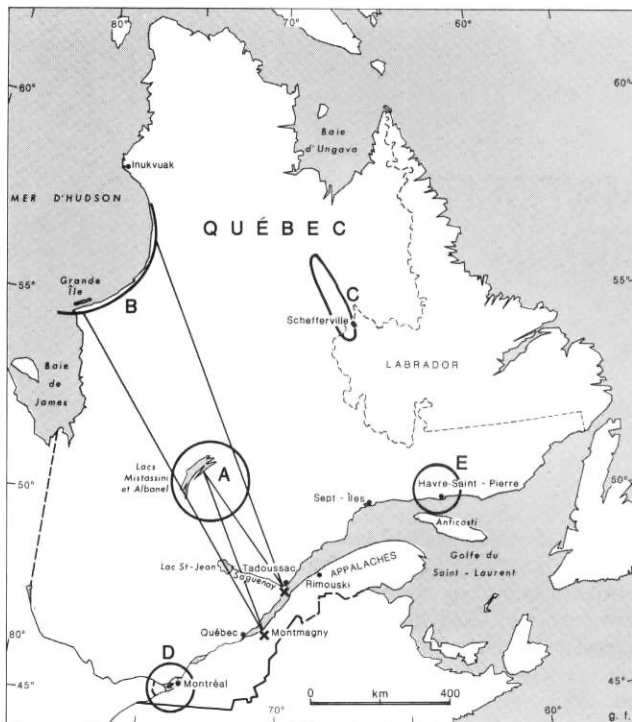


FIGURE 1. Carte de localisation montrant les deux sites le long du moyen estuaire du Saint-Laurent où des blocs de dolomie à stromatolites ont été trouvés, et les régions où existent des formations d'âge protérozoïque et paléozoïque comprenant de la dolomie à stromatolites. A, source probable proposée; B, C, D et E, autres sources possibles mais peu probables.

Location map showing the two localities along the middle St. Lawrence Estuary where boulders of stromatolitic dolomite have been found, and the areas of outcrops of Proterozoic and Paleozoic rocks with inclusions of stromatolitic dolomite. A, most probable source; B, C, D and E, other possible but less likely sources.

INTERPRÉTATION

Selon H. J. Hofmann (1985, *in litteris*), au Québec, il existe cinq secteurs de formations sédimentaires de dolomie à stromatolites. Dans trois de ces secteurs les dolomies sont d'âge protérozoïque: a) dans la région des lacs Mistassini-Albanel (NEILSON, 1953; WAHL, 1953; CATY, 1976; DUBÉ *et al.*, 1976); b) en Hudsonie, entre la Grande Île et Inukjuak, à savoir dans l'arc de cercle de la côte orientale de la mer d'Hudson (LOW, 1902, 1903; KRANCK, 1951; WOODCOCK, 1960); c) dans la fosse du Labrador, au moins entre le 54°30' et le 57°30' lat. N. (DIMROTH, 1978). Dans les deux autres secteurs connus, les formations de dolomie à stromatolites sont d'âge paléozoïque; D) dans les basses terres du Saint-Laurent, dans la région de Montréal, plus précisément entre la frontière Canada-États-Unis au sud, et Lachute-Saint-Jérôme-Joliette, au nord où les dolomies appartiennent au groupe de Beekmantown (Ordovicien); E) en Minganie, dans la région de Havre-Saint-Pierre, sur la côte du golfe du Saint-Laurent (TWHOFEL, 1938), où les dolomies appartiennent à la formation de Romaine (Ordovicien).

De ces divers sites, ceux du Québec nordique, en particulier ceux des lacs Mistassini-Albanel et de l'Hudsonie, sont pro-



FIGURE 2. Détail d'un bloc de dolomie à stromatolites trouvé à la pointe aux Alouettes, à l'embouchure du Saguenay (70-8-4).

Details of a stromatolitic dolomite erratic boulder found at Pointe aux Alouettes, at the entry of the Saguenay River.

bablement les plus étendus et les mieux connus. La dolomie à stromatolites est généralement de couleur gris pâle et les structures sont de type colonnaire. Bien que fort variable d'un site à l'autre, la dimension des structures va de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres de diamètre au sommet.

1. DISTANCE DES DÉPLACEMENTS

Les distances séparant les blocs erratiques de dolomie à stromatolites trouvés sur les rives du Saint-Laurent et les divers sites mentionnés varient énormément. Ainsi, des déplacements en ligne droite de 400 à 500 km peuvent être estimés dans le cas du secteur des lacs Mistassini-Albanel. Pour l'Hudsonie, les déplacements seraient de l'ordre de 1000 à 1100 km. Dans le cas de la fosse du Labrador, des déplacements minimaux en ligne droite de 750 à 900 km seraient nécessaires. Pour les basses terres du Saint-Laurent, les déplacements seraient de l'ordre de 350 à 500 km, alors que dans le cas de la Minganie, ils seraient de l'ordre de 525 à 650 km.

Il s'agit donc de blocs erratiques déplacés sur de très longues distances. En général, de tels déplacements sont

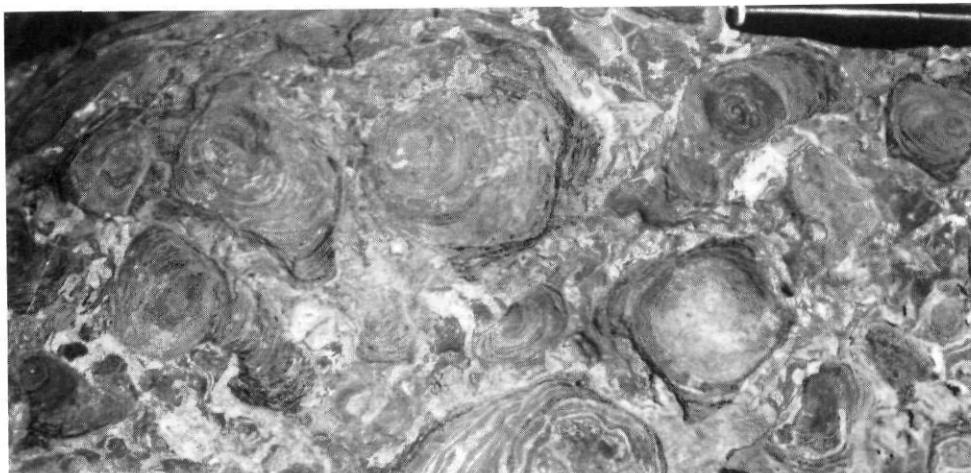
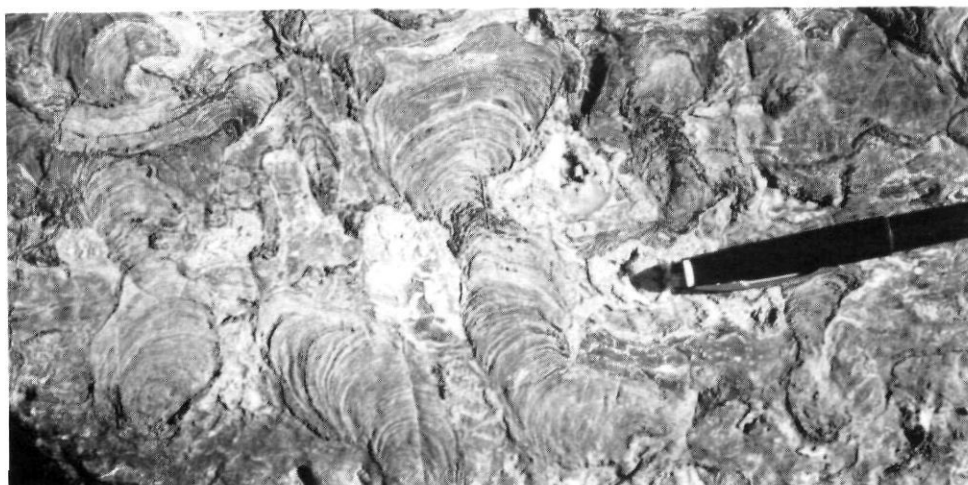


FIGURE 3. Petit bloc de dolomie à stromatolites trouvé dans la slikke vaseuse à Montmagny, rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent, (85-6-24).

A small erratic boulder of stromatolitic dolomite found on the muddy tidal flat at Montmagny, south shore of the middle St. Lawrence Estuary.



attribués au transport glaciaire. Sans être exceptionnels, des déplacements de cet ordre de grandeur, en particulier glaciaires, demeurent peu fréquents. FLINT (1971, p. 175) et FAIRBRIDGE (1968, p. 321) parlent de blocs erratiques (glaciaires) ayant été déplacés sur des distances de l'ordre de 500 km. Ils mentionnent la distance de 1200 km comme un maximum. D'après CHARLESWORTH (1957, p. 124), en Amérique du Nord, on aurait trouvé des blocs erratiques en provenance de la baie de James jusque dans le Dakota du Nord, soit une distance de l'ordre de 1600 km; en Europe, il existerait des déplacements d'erratiques sur des distances atteignant 2000 km. Curieusement, la question des blocs erratiques ayant parcouru de grandes distances semble peu fouillée. À notre connaissance, de rares travaux y ont été consacrés (MILTHERS, 1909; RUTHERFORD, 1928; GRAVENOR et BAYROCK, 1955), et la plupart des manuels de géologie glaciaire n'aborderont même pas la question. Il y a donc là une lacune à combler.

2. SOURCE DE BLOCS ERRATIQUES

En l'absence d'analyse pétrographique, il apparaît difficile, du moins pour l'instant, de préciser la source des blocs de dolomie à stromatolites trouvés à Tadoussac et à Montmagny, d'autant plus que les deux blocs ne proviennent pas forcément de la même source. Deux modes de transport peuvent être

envisagés. Si les blocs proviennent du Bouclier laurentidien, ils ont probablement été déplacés par les glaciers. S'ils proviennent des basses terres du Saint-Laurent ou de la Minganie, ils peuvent aussi avoir été transportés par les glaces flottantes. Nous examinerons donc successivement les diverses possibilités pour retenir la plus plausible.

D'après H.J. Hofmann (communication personnelle), le type des structures stromatolitiques des blocs de dolomie trouvés à l'embouchure du Saguenay et à Montmagny est certainement du Protérozoïque. En conséquence, deux des cinq sources possibles, celles des basses terres du Saint-Laurent et de Minganie, peuvent être écartées d'emblée. Il ne reste donc que les trois sources nordiques localisées dans le Bouclier laurentidien.

Compte tenu de l'écoulement des glaces au Wisconsinien au droit du secteur de la fosse du Labrador (secteur C) comprenant des formations de dolomie à stromatolites, il apparaît peu vraisemblable que les blocs erratiques trouvés sur les rives du Saint-Laurent en proviennent. En effet, ce dernier est localisé du côté nord du dôme central ayant conduit à l'écoulement radial de la glace au Wisconsinien (fig. 4). Les blocs erratiques de la fosse du Labrador ont normalement été déplacés vers le nord, *i.e.* vers l'Ungava, et non vers le sud ou la vallée du Saint-Laurent. Par ailleurs, dans le cas

le plus favorable, *i.e.* d'une source de dolomie à stromatolites localisée dans la partie méridionale de la fosse du Labrador, les blocs erratiques auraient été déplacés vers le SE, soit en direction de l'île d'Anticosti et non vers le SO en direction de Tadoussac et de Québec. Bref, l'écoulement glaciaire, du moins à la fin du Wisconsinien, permet d'écarter la fosse du Labrador comme source possible des blocs erratiques de dolomie à stromatolites trouvés sur les rivages du Saint-Laurent.

Il reste donc deux sources plausibles: les secteurs de l'Hudsonie et des lacs Mistassini-Albanel. Dans ce cas, il devrait y avoir eu un écoulement glaciaire du NO vers le SE. Voyons si c'est le cas.

a) Secteur de l'Hudsonie

La source hudsonienne des blocs de dolomie à stromatolites est la plus éloignée. Elle implique des déplacements du NO vers le SE de l'ordre de 1000 à 1100 km. Bien qu'exceptionnels, des déplacements glaciaires de cet ordre ne sont pas invraisemblables. Toutefois, si l'on tient compte du contexte et des données connues, il semble peu probable que les formations de dolomie à stromatolites de la côte orientale hudsonienne soit la source des deux blocs erratiques trouvés sur les rives du Saint-Laurent, même s'il existe une analogie (du moins visuelle) entre les types de structures stromatolitiques des blocs et des affleurements.

D'une part si l'on examine la situation vers la fin du Wisconsinien avec un dôme centré sur le Québec (fig. 4), on constate que l'écoulement général des glaces s'est fait vers la mer d'Hudson et la baie de James et non l'inverse (PREST *et al.*, 1970). Cependant, si l'on admet l'hypothèse d'un dôme unique centré sur la mer d'Hudson au maximum du Wisconsinien (DENTON et HUGHES, 1981), il n'est pas invraisemblable que des cailloux aient été déplacés du NO vers le SE sur des distances excédant 1000 km. La figure 5, tirée de DENTON et HUGHES (1981) et reprise par DYKE *et al.* (1982) figurant un immense inlandsis à dôme unique centré sur la mer d'Hudson, montre, en effet, un écoulement radial avec un flux du NO vers le SE dans l'axe Poste-de-la-Baleine-Tadoussac. Selon ce modèle théorique, les blocs de dolomie à stromatolites des rives du Saint-Laurent estuarien pourraient provenir d'aussi loin que l'Hudsonie. Sans nier cette possibilité, on peut la mettre en doute (DIONNE, 1974; SHILTS, 1980).

b) Secteur des lacs Mistassini-Albanel

La source la plus plausible semble être la région des lacs Mistassini-Albanel. Dans ce cas, si l'on tient compte de l'écoulement des glaces à la fin du Wisconsinien (fig. 4), il est peu probable que des cailloux pris en charge dans la région des lacs précités aient été déplacés jusque dans le bassin du Lac-Saint-Jean, d'où ils auraient pu par la suite être repris par les glaces flottantes. En effet, dans le secteur des lacs Mistassini-Albanel et dans la région de Chibougamau, au sud, l'écoulement général majeur s'est fait vers le SO, comme l'indiquent les formes glaciaires (drumlins, eskers, rochers dissymétriques) et les marques mineures du plancher rocheux (stries, broutures, tronçatures, etc.). Pour la majorité des spécialistes, il ne fait aucun doute que l'écoulement glaciaire

majeur le plus récent (fin du Wisconsinien) dans ce secteur est de direction NE-SO (LAVERDIÈRE, 1971; DIONNE, 1976, 1980; LAVERDIÈRE et GUIMONT, 1981; BOUCHARD et MARTINEAU, 1984; PRICHONNET *et al.*, 1984).

Toutefois, si l'on revient à l'hypothèse d'un dôme glaciaire unique centré sur la mer d'Hudson (DENTON et HUGHES, 1981), l'écoulement glaciaire du NO vers le SE rend possible le déplacement de cailloux à partir des lacs Mistassini-Albanel en direction du Saguenay. Les affleurements de dolomie à stromatolites du lac Albanel se trouvant à mi-chemin entre la mer d'Hudson et le Saint-Laurent estuarien, la possibilité que les deux blocs erratiques dont il est question ici proviennent de cette région paraît très largement supérieure. Mentionnons en passant que la ressemblance morphologique des structures stromatolitiques des blocs trouvés à l'embouchure du Saguenay et à Montmagny avec celles des affleurements du lac Albanel plaide dans le même sens.

Pour évoquer toutes les hypothèses possibles, on pourrait penser aussi à un déplacement composite, impliquant à la fois le glacier, les eaux de fonte et les glaces flottantes. Malheureusement, l'itinéraire des deux blocs de dolomie à stromatolites n'étant pas inscrite à leur surface, aucun indice ne permet d'affirmer qu'ils ont été déplacés dans des cours d'eau fluvio-glaciaires.

À défaut d'une identification des espèces d'algues à l'origine des structures stromatolitiques des blocs erratiques étudiés ici, on ne peut affirmer que les deux blocs proviennent effectivement du secteur des lacs Mistassini-Albanel. D'après H.J. Hofmann, il existe, toutefois, une forte présomption.

L'hypothèse d'un dôme unique de l'inlandsis laurentidien centré sur la mer d'Hudson au Wisconsinien ne fait certes pas l'unanimité de nos jours (DYKE *et al.*, 1982). Néanmoins, on a reconnu récemment d'une façon non ambiguë, notamment grâce à l'orientation des stries, l'existence d'un écoulement glaciaire du NO vers le SE dans la région des lacs Mistassini-Albanel et de Chibougamau (PRICHONNET *et al.*, 1984; BOUCHARD et MARTINEAU, 1985). Bien que l'âge de cet écoulement demeure imprécis, on pense qu'il est antérieur à l'écoulement de la fin du glaciaire vers le SO, mais qu'il est néanmoins d'âge wisconsinien. La présence de blocs de dolomie à stromatolites sur les rivages du Saint-Laurent tend donc à confirmer l'existence d'un écoulement ancien vers le SE, probablement avant le maximum du Wisconsinien atteint vers 18 000 ans.

Compte tenu de la topographie du Bouclier laurentidien dans le secteur compris entre le Saint-Laurent et la dépression des lacs Mistassini et Albanel, et compte tenu aussi de l'écoulement régional des glaces connu par les stries et autres formes glaciaires, notamment au Saguenay-Lac-Saint-Jean (DIONNE, 1973), le déplacement ne s'est probablement pas fait en ligne droite. En conséquence, on peut admettre que les distances de 400 à 500 km pour le déplacement des blocs de dolomie trouvés sur les rives du Saint-Laurent constituent des valeurs minimales. On ignore cependant, l'endroit précis où ont été abandonnés ces blocs, apportés au sud par l'inlandsis laurentidien. Il paraît évident, par contre, qu'ils ont été repris par la suite par les glaces flottantes et mis en place dans les zones intertidales.

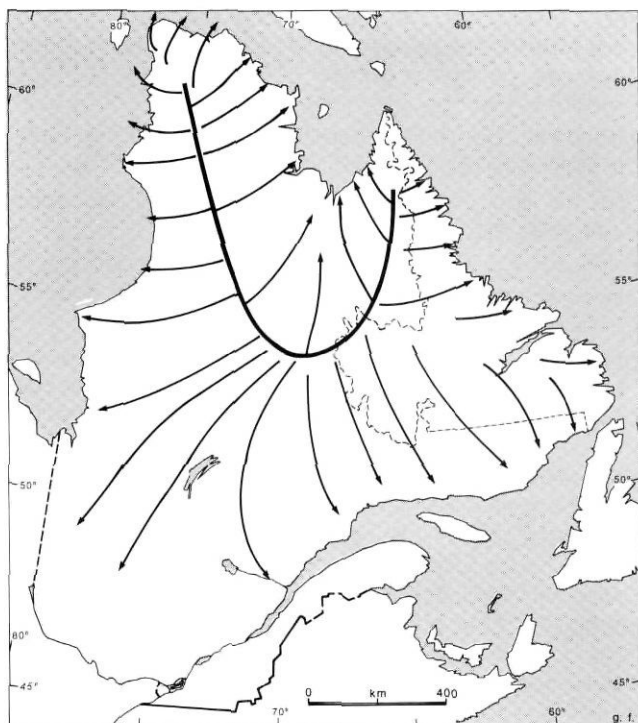


FIGURE 4. Grandes lignes de l'écoulement glaciaire à la fin du Wisconsinien dans l'hypothèse d'un dôme centré au cœur du Québec. Dans ce cas, les blocs de dolomie à stromatolites trouvés sur les rives du Saint-Laurent peuvent difficilement provenir de la région des lacs Mistassini-Albanel, car l'écoulement glaciaire dans ce secteur s'est effectué vers le SO et non vers le SE. Il en est de même pour les sites de la fosse du Labrador et de l'Hudsonie. Dans le premier cas, les blocs auraient été déplacés vers la Minganie; dans le second, vers le centre de la mer d'Hudson (modifié d'après SHILTS, 1980; DYKE et al., 1982).

Generalized ice-flow pattern during Late Wisconsinan based on the hypothesis of a dome localized in central Québec. In this hypothesis, the erratic boulders of stromatolitic dolomite found along the St. Lawrence shorelines cannot have been moved in a SE direction from the area of Lake Mistassini-Albanel. On the contrary, they will have been moved to the SW. It is the same situation for the other two sites, the Labrador Trough and the coastal Hudson Sea. In the first case, boulders would have been moved in the direction of Havre-Saint-Pierre, in the second, toward central Hudson Bay Basin. (After SHILTS, 1980, and DYKE et al., 1982).

CONCLUSION

La présence de blocs erratiques de dolomie à stromatolites sur les rives du moyen estuaire du Saint-Laurent peut paraître surprenante. Elle témoigne vraisemblablement d'un écoulement général du NO vers le SE d'une partie de l'inlandsis laurentidien dans l'axe des lacs Mistassini-Albanel-Québec-Tadoussac au cours du Wisconsinien, avec un déplacement de cailloux sur des distances minimales de l'ordre de 500 km.

De telles observations gagneraient à être connues. En effet, elles permettent parfois de retracer certaines des grandes lignes d'événements géologiques ayant marqué notre environnement. Les blocs de dolomie à stromatolites étant relativement faciles à identifier constituent donc un précieux

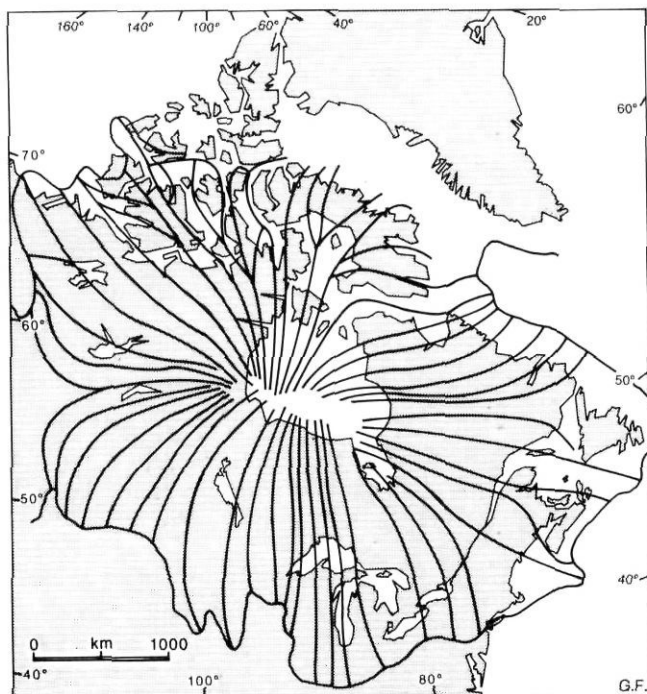


FIGURE 5. Grandes lignes de l'écoulement glaciaire dans l'hypothèse d'un dôme centré sur l'Hudsonie. Dans ce cas, les blocs de dolomie à stromatolites trouvés sur les rives de l'estuaire du Saint-Laurent pourraient provenir de la région des lacs Mistassini-Albanel, mais peu probablement de la côte orientale de la mer d'Hudson ou de la fosse du Labrador (figure tirée de DENTON et HUGHES, 1981 et DYKE et al., 1982).

Generalized ice-flow pattern in the hypothesis of a dome centred in Hudson Bay. In this case, the erratic boulders of stromatolitic dolomite found along the St. Lawrence Estuary shorelines can have been moved from the area of Lake Mistassini-Albanel, but less likely from the east coast of Hudson Bay or from the Labrador Trough (figure from DENTON and HUGHES, 1981, and DYKE et al., 1982).

indicateur tout en constituant un nouvel usage des stromatolites (HOFMANN, 1973).

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier sincèrement monsieur Hans J. Hofmann, du Département de géologie de l'Université de Montréal, pour sa collaboration dans la localisation des sites de formations de dolomie à stromatolites, au Québec et pour les précieux conseils prodigués. L'auteur a aussi bénéficié des remarques de deux lecteurs critiques dont G. Prichonnet de l'université du Québec à Montréal. Jean Lavoie du Département de géographie (diplômé de l'Université Laval) a été d'une aide précieuse sur le terrain. Contribution rattachée à un projet de recherches sur les rives du Saint-Laurent financé par CRSNG.

RÉFÉRENCES

- BOUCHARD, M.A. et MARTINEAU, G. (1984): Les aspects régionaux de la dispersion glaciaire, Chibougamau, Québec, *Canadian Institute of Mining and Metallurgy*, vol. 34, p. 431-440.

- (1985): Southeastward ice flow in central Quebec and its paleogeographic significance, *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 22, n° 10, p. 1536-1541, 3 fig.
- BROCHU, M. (1961): *Déplacements de blocs et d'autres sédiments par la glace sur les estrans du Saint-Laurent en amont de Québec*, Ottawa, ministère des Mines, Ressources et Énergie, Direction de la géographie, Étude géographique n° 30, 27 p., 11 fig.
- CATY, J.L. (1976): *Région du lac Mistassini, Québec: stratigraphie et sédimentologie de la formation de Papaskwasati*, Québec, ministère de l'Énergie et Ressources, Rapp. géol. DPV-1423, 246 p.
- CHARLESWORTH, J.K. (1957): *The Quaternary Era, with Special Reference to Its Glaciation*, London, Edward Arnold, vol. 1, 591 p.
- DENTON, G.H. et HUGHES, T.J. (1981): *The Last Great Ice Sheets*, New York, John Wiley, 484 p.
- DIMROTH, E. (1978): *Région de la fosse du Labrador*, ministère des Richesses naturelles, Rapp. géol. n° 193, 396 p., 56 fig., 14 cartes à 1/50 000.
- DIONNE, J.-C. (1962): Note sur les blocs d'estran du littoral du Saint-Laurent, *Canadian Geographer*, vol. 7, n° 2, p. 69-77, 8 fig.
- (1968): Morphologie et sédimentologie glacielles, côte sud du Saint-Laurent, *Zeitschrift für Geomorphologie*, Publ. Sp., n° 7, p. 56-84, 17 fig.
- (1970): *Aspects morpho-sédimentologiques du glacier, en particulier des côtes du Saint-Laurent*, France, Univ. Paris (Sorbonne), thèse doct., 422 p.; aussi, Québec, Laboratoire Recherches forestières, Rapp. infor., QF-X-9, 324 p.
- (1972a): Caractéristiques des blocs erratiques des rives de l'estuaire du Saint-Laurent, *Revue de Géographie de Montréal*, vol. 26, n° 2, p. 125-152, 19 fig.
- (1972b): *Carte morpho-sédimentologique — feuillet 22 C-4: Tadoussac*, Québec, Environnement Canada, Dir. des Terres, carte à 1/50 000.
- (1973): La dispersion des cailloux ordoviciens dans les formations quaternaires au Saguenay/Lac-Saint-Jean, Québec, *Revue de Géographie de Montréal*, vol. 27, n° 4, p. 339-364.
- (1974): The eastward transport in James Bay area, Québec, *Revue de Géographie de Montréal*, vol. 28, n° 4, p. 453-457, 1 fig.
- (1976): *Cartes morpho-sédimentologiques, région de la Baie-de-James*, Québec, Environnement Canada, Direction des Terres, cartes manuscrites à 1/250 000.
- (1977): La mer de Goldthwait au Québec, *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 31, p. 61-80.
- (1980): Un oasis laurentidien à découvrir: la région des lacs Mistassini et Albanel, *North-Nord*, vol. 27, n° 1, p. 36-41, 11 fig.
- (1981a): A boulder-strewn tidal flat, north shore of the gulf of St. Lawrence Québec, *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 35, n° 2, p. 261-268, 11 fig.
- (1981b): Le déplacement de méga-blocs par les glaces sur les rivages du Saint-Laurent, *Comptes rendus Atelier sur l'action des glaces sur les rivages*, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada, Comité associé de recherches sur l'érosion et la sédimentation littorales, Publ. n° 3, p. 53-80, 29 fig.
- DUBÉ, C. et al., (1976): *Compilation géologique du territoire de la Baie James*, Québec, ministère des Richesses naturelles, Document Publ. 358, 8 p., 18 cartes.
- 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*, vol. 36, n° 1-2, p. 5-14, 5 fig.
- FAIRBRIDGE, R.W. (1968): Erratic block, dans *The Encyclopedia of Geomorphology*, New York, Reinhold, p. 320-322, 2 fig.
- FLINT, R.F. (1971): *Glacial and Quaternary Geology*, New York, John Wiley, 892 p.
- GRAVENOR, C.P. et BAYROCK, L.A. (1955): Use of indicators in the determination of ice-movement directions in Alberta, *Geological Society of America Bulletin*, vol. 66, p. 1325-1328, 2 fig.
- 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*, vol. 35, n° 2, p. 155-169.
- HOFMANN, H.J. (1973): Stromatolites: characteristics and utility, *Earth-Science Reviews*, vol. 9, n° 4, p. 339-373, 12 fig.
- LAVERDIÈRE, C. (1971): Sur quelques indicateurs glaciaires de la région de Chibougamau, Québec, *Revue de Géographie de Montréal*, vol. 25, n° 1, p. 7-83, 1 fig.
- LAVERDIÈRE, C. et GUIMONT, P. (1981): Les types de littoraux des lacs Mistassini et Albanel, Québec, *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 35, n° 3, p. 329-343, 11 fig., 8 phot.
- KRANCK, E.H. (1951): On the geology of the east coast of Hudson Bay and James Bay, *Acta Geographica* (Helsinki), vol. 11, n° 2, p. 1-71.
- LOW, A.P. (1902): *Report on an exploration of the east coast of Hudson Bay from Cape Wolstenholme to the south end of James Bay*, Geological Survey of Canada, Annual Report-1900, vol. 13, Pt. D., 84 p.
- (1903): *Report on the geology and physical character of the Nastapoka Islands, Hudson Bay*, Geological Survey of Canada, Annual Report-1900, vol. 13, Pt. DD, 31 p.
- MILTHERS, V. (1909): *Scandinavian indicator-boulders in the Quaternary deposits; extension and distribution*, Denmark Geol. Undersøgelse, Ser. 2, n° 23, 154 p.
- NEILSON, J.M. (1953): *Région du lac Albanel, territoire de Mistassini*, Québec, ministère des Richesses naturelles, Rapp. géol., 53, 38 p.
- PREST, V.K., GRANT, D.R. et RAMPTON, V.N. (1970): *Carte glaciaire du Canada*, Commission géologique du Canada, carte n° 1253A, à 1/5 000 000.
- PRICHONNET, G., MARTINEAU, G. et BISSON, L. (1984): Les dépôts quaternaires de la région de Chibougamau, Québec, *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 38, n° 3, p. 287-304, 19 fig.
- RUTHERFORD, R.L. (1928): Two interesting boulders in the glacial deposits of Alberta, *Journal of Geology*, vol. 36, p. 558-563.
- SHILTS, W.W. (1980): Flow patterns in the central North American ice sheet, *Nature*, vol. 286, p. 213-218.
- TWENHOFEL, W.H. (1938): *Geology and Paleontology of the Mingan Islands, Quebec*, Geological Society of America, Special Paper n° 11, 132 p.
- WAHL, W.G. (1953): *Région de la rivière Témiscamie, territoire de Mistassini*, Québec, ministère des Richesses naturelles, Rapp. géol., 54, 37 p.
- WOODCOCK, J.R. (1960): *Geology of the Richmond Gulf area, New Quebec*, Proceedings of the Geological Association of Canada, vol. 12, p. 21-39.