

Données préliminaires sur la charge sédimentaire du couvert de glace dans la baie de Montmagny, Québec

Preliminary data on sediment content of the ice cover at Montmagny, Québec

Jean-Claude Dionne

Volume 35, numéro 2, 1981

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1000445ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1000445ar>

[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 cette note

Dionne, J.-C. (1981). Données préliminaires sur la charge sédimentaire du couvert de glace dans la baie de Montmagny, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 35(2), 277–282. <https://doi.org/10.7202/1000445ar>

Résumé de l'article

Des mesures faites au printemps 1981 pour connaître le volume et le poids des sédiments fins contenus dans le couvert de glace de la baie de Montmagny, côte sud du moyen estuaire du Saint-Laurent, révèlent le rôle important des glaces comme agent de transport des sédiments fins. La superficie du couvert de glace étant de 20 km² et l'épaisseur moyenne des sédiments fins dans la glace de 10 cm, la charge totale serait de 4 millions de tonnes. On estime qu'environ 10 à 15% de cette charge est restituée directement à la zone intertidale durant le déglacement. Des 85 à 90% qui reste, près de la moitié serait restituée à la zone de turbidité du moyen estuaire alors que l'autre moitié serait effectivement exportée par les glaces vers l'estuaire maritime.

DONNÉES PRÉLIMINAIRES SUR LA CHARGE SÉDIMENTAIRE DU COUVERT DE GLACE DANS LA BAIE DE MONTMAGNY, QUÉBEC

Jean-Claude DIONNE, Département de géographie, université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4.

RÉSUMÉ Des mesures faites au printemps 1981 pour connaître le volume et le poids des sédiments fins contenus dans le couvert de glace de la baie de Montmagny, côte sud du moyen estuaire du Saint-Laurent, révèlent le rôle important des glaces comme agent de transport des sédiments fins. La superficie du couvert de glace étant de 20 km² et l'épaisseur moyenne des sédiments fins dans la glace de 10 cm, la charge totale serait de 4 millions de tonnes. On estime qu'environ 10 à 15% de cette charge est restituée directement à la zone intertidale durant le déglacement. Des 85 à 90% qui reste, près de la moitié serait restituée à la zone de turbidité du moyen estuaire alors que l'autre moitié serait effectivement exportée par les glaces vers l'estuaire maritime.

ABSTRACT *Preliminary data on sediment content of the ice cover at Montmagny, Québec.* During the 1981 breakup, field observations were made at the Montmagny tidal flat, on the south shore of the middle St. Lawrence Estuary, to determine the content in fine sediments of the ice cover. With an area of 20 km² and a mean thickness of sediments in the ice cover of 10 cm, the total load would be 4 million tons. Due to melting processes, it is estimated that approximately 10 to 15% of that load returns to the Montmagny muddy tidal flat. Of the remaining 85 to 90%, about half returns to the turbidity zone of the middle estuary while the remaining volume is drifted by ice floes toward the lower St. Lawrence Estuary.

INTRODUCTION

Le littoral de la rive sud du Saint-Laurent, en face de Montmagny, forme un ample rentrant délimité à l'ouest par la pointe Saint-Thomas et à l'est par le cap Saint-Ignace (fig. 1). La corde de l'arc mesure environ 13 km de longueur. À marée basse, la largeur moyenne de l'estran est de 1,5 km, mais elle atteint 4 km au centre du banc de Saint-Thomas et davantage (6 km) en face de l'embouchure de la rivière. La superficie de la zone intertidale couvre environ 20 kilomètres carrés.

Durant plusieurs mois par année, une couverture de glace de 50 à 100 cm d'épaisseur recouvre entièrement ou partiellement cette zone littorale. L'englacement débute généralement en décembre et est en grande partie complété durant la première moitié de janvier. Le déglacement s'effectue habituellement en avril. Toutefois, suivant les années et les conditions climatiques et hydrologiques, des détachements marginaux de la couverture de glace surviennent à quelques occasions au cours de l'hiver (DIONNE, 1970, 1973). L'amplitude des marées moyennes est de 4 à 5 m, celle des vives eaux d'environ 6 m.

La zone intertidale (slikke) est essentiellement vaseuse en surface; des sables fins et des limons stratifiés d'épaisseur variable reposent généralement sur un substrat argileux (argile de la mer de Goldthwait). Divers phénomènes glaciels ont été observés et décrits (DIONNE, 1968, 1969a, 1969b, 1971a, 1971b, 1972, 1974a,

1974b). Les atterrissages de sédiments fins sont fréquents et relativement substantiels au cours de l'interglacial, particulièrement en août; mais la majorité des apports sont remis en suspension lors des tempêtes, de sorte que le bilan sédimentaire annuel se révèle faible, voire même nul ou négatif certaines années. Divers indices permettent de penser qu'à long terme, il y a prévalence de l'érosion sur la sédimentation (DIONNE, 1979). Toutefois, une étude sommaire faite au droit de la bature du cap Tourmente conclut qu'il y aurait une accumulation moyenne de 10 mm/an, à cet endroit (SÉRODES, 1978).

Les observations faites à Montmagny et ailleurs dans le moyen estuaire indiquent des concentrations relativement importantes de sédiments fins dans la couverture de glace. Comme les glaces fondent rarement sur place, mais partent plutôt à la dérive avec leur charge détritique, on constate facilement le rôle fondamental de cet agent dans l'évacuation d'un volume substantiel de matériel fin.

Jusqu'à récemment les estimations faites relativement à la charge sédimentaire contenue dans la glace ont été principalement d'ordre qualitatif: plusieurs milliers de tonnes d'après des estimations faites à partir de glaçons échoués sur l'estran, à marée basse (DIONNE, 1970).

Il convient aussi de signaler que durant l'hiver, l'eau turbide du moyen estuaire gèle *in situ* donnant ainsi des

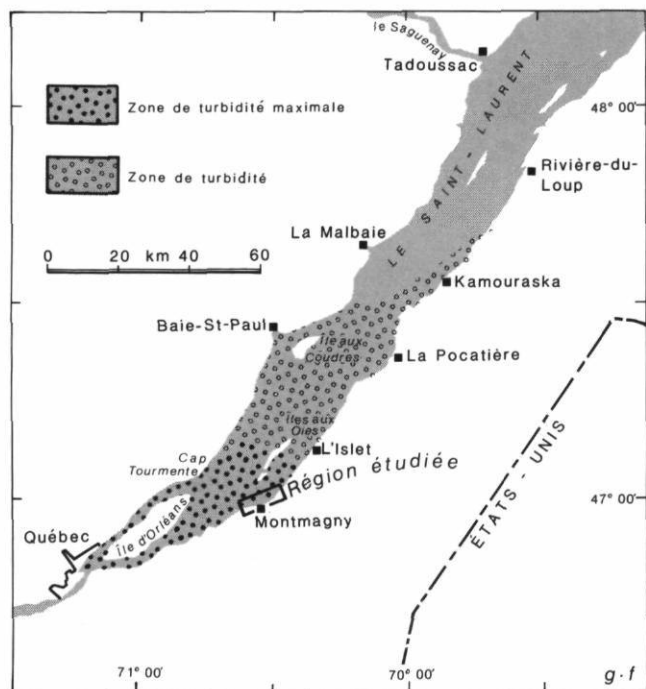


FIGURE 1. Carte de localisation, noms de lieux et zone de turbidité du moyen estuaire du Saint-Laurent.

Location map, place names, and zone of turbidity in the middle St. Lawrence Estuary.

milliers de radeaux chargés de sédiments fins (fig. 2-4) qui pour la plupart dérivent et s'échappent vers l'estuaire maritime avec leur charge détritique.

OBSERVATIONS DE TERRAIN

Les conditions exceptionnelles qui ont prévalu à la fin de l'hiver 1981 ont permis de préciser la quantité de matériel contenue dans la couverture de glace du rivage de Montmagny. En effet, plusieurs dizaines de glaçons basculés ou poussés sur la couverture de glace de même que des fenêtres ouvertes, ici et là, dans la couverture glacielle, au début du déglacement (fin mars 1981), ont permis de calculer d'une façon approximative le volume et le poids des sédiments fins contenus dans la glace.

En 1981, l'épaisseur moyenne de la nappe de glace sur le rivage de Montmagny était de 60-70 cm. Les glaçons examinés contenaient en moyenne 10 cm d'épaisseur de sédiments interstratifiés avec la glace (fig. 5-9). Les nombreuses mesures faites laissent croire que cette charge n'était pas uniquement concentrée en quelques points particuliers, mais qu'elle était commune à l'ensemble de la couverture de glace. Connaissant la superficie du rivage et de la couverture de

glace qui le recouvra, on peut facilement calculer le poids des sédiments fins contenus dans la glace.

Bien que le calcul soit une opération simple et élémentaire, il paraît utile de faire ici ce calcul compte tenu des implications. Pour connaître le poids de la charge sédimentaire, la formule est simple: volume \times densité. Une densité de 2 a été estimée représentative des sédiments fins impliqués (sable fin, vase et limon).

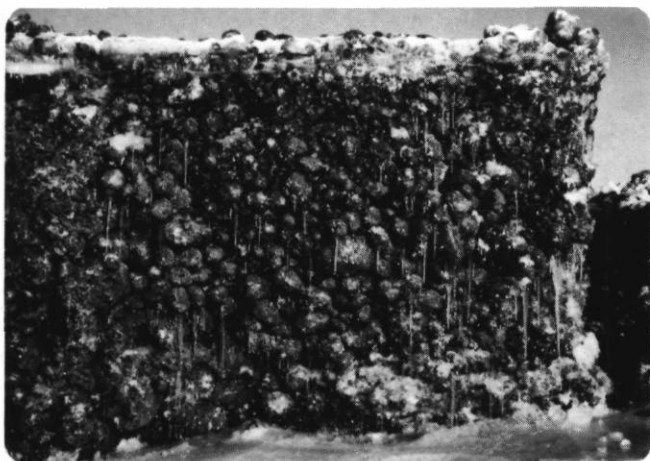
$$\begin{aligned}
 &1 \text{ m égalant } 100 \text{ cm, } 1 \text{ m}^2 \text{ va éгалer } 10\,000 \text{ cm}^2 \\
 &10\,000 \text{ cm}^2 \times 10 \text{ (épaisseur des sédiments)} = \\
 &100\,000 \text{ cm}^3 \\
 &100\,000 \text{ cm}^3 \times 2 \text{ (densité des sédiments)} = 200\,000 \text{ g} \\
 &\text{ou } 200 \text{ kg ou } 0,2 \text{ t/m}^2.
 \end{aligned}$$

La superficie du rivage étant de 20 km^2 ou 20^6 m^2 , et la teneur en sédiment de 0,2 tonne au mètre carré, on aura: $20^6 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ t} = 4 \text{ millions de tonnes}$.

INTERPRÉTATION

La teneur en matériel fin de la couverture de glace du rivage de Montmagny présente un intérêt considérable du fait que la majeure partie des glaçons ne fond pas sur place mais est plutôt évacuée vers le large lors du déglacement. Il y a donc transport efficace vers le large des sédiments piégés par la glace, en hiver.

La couverture de glace des divers estrans du moyen estuaire piégeant ainsi des quantités importantes de sédiments fins durant la saison froide, il devrait normalement en résulter une réduction des valeurs de la turbidité maximale dans ce secteur au cours de cette période. Le phénomène serait relativement banal si les sédiments piégés temporairement dans la glace étaient entièrement restitués au moyen estuaire lors du déglacement. Dans ce cas, il y aurait un simple cycle d'augmentation et de diminution de la turbidité maximale suivant les saisons. Toutefois, compte tenu des conditions hydrodynamiques qui prévalent dans le moyen estuaire, une partie des glaçons réussit à sortir de ce secteur et va délester plus loin la charge détritique contenue dans la glace, de sorte qu'il y a une perte considérable, perte qui paraît quasi impossible en été, en raison des conditions hydrodynamiques à l'origine du «bouchon vaseux» qui se balade entre l'extrémité est de l'île d'Orléans et les environs de La Malbaie (FORRESTER, 1972; d'ANGLEJAN *et al.*, 1973; SOUCY *et al.*, 1976; SILVERBERG et SUNDBY, 1979). La turbidité de la zone du «bouchon vaseux» du moyen estuaire du Saint-Laurent (fig. 1) varie de l'amont à l'aval, de la rive nord à la rive sud et aussi de la surface au fond (d'ANGLEJAN, 1981a). En général, elle est toujours plus élevée près du fond. D'après les travaux de SILVERBERG et SUNDBY (1979), elle varie de 10 à 450 mg/L pour l'ensemble de la zone de turbidité du moyen estuaire. Dans le secteur de turbidité maximale (entre l'île d'Orléans et l'île



FIGURES 2 et 3. Glaçon échoué à marée basse, dans la zone intertidale de Montmagny, au début de l'hiver; glaçon composé de galets arrondis provenant du gel d'une eau turbide (04-12-71).
An ice floe stranded at low tide in the tidal flat at Montmagny, in early winter. The floe is made of rounded ice pebbles resulting from the freezing in situ of turbide water (12-04-71).

FIGURE 4. Pied de glace de tempête, à Montmagny, formé de blocs et galets composés d'un mélange de neige et de glace provenant d'une eau très turbide. (15-04-73).

aux Oies), elle serait de 100 à 450 mg/L près du fond et de 40 à 300 mg/L en surface. Elle diminue cependant vers l'aval (secteur en amont de Baie-Saint-Paul), où elle n'est plus que de 15 à 50 mg/L en surface et de 10 à 20 mg/L dans le secteur oriental de la zone de turbidité.

D'après SILVERBERG et SUNDBY (1979, p. 949), la turbidité élevée dans la section amont du moyen estuaire est maintenue par une circulation complexe due aux gradients de densité combinée à une resuspension des sédiments du fond près de la tête de l'estuaire; phénomène qui peut être amplifié par les ondes internes qui brisent dans cette zone.

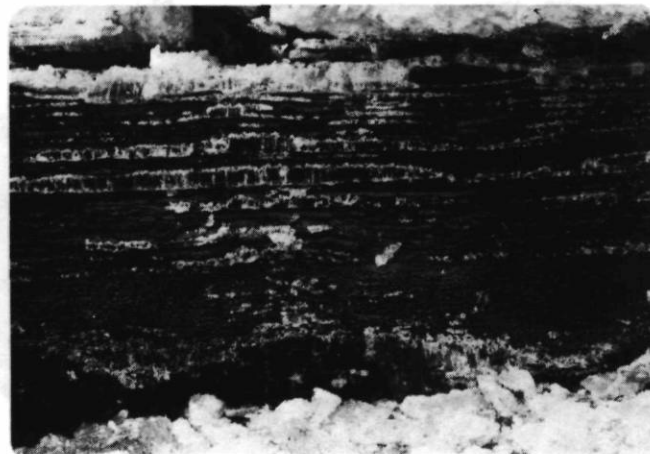
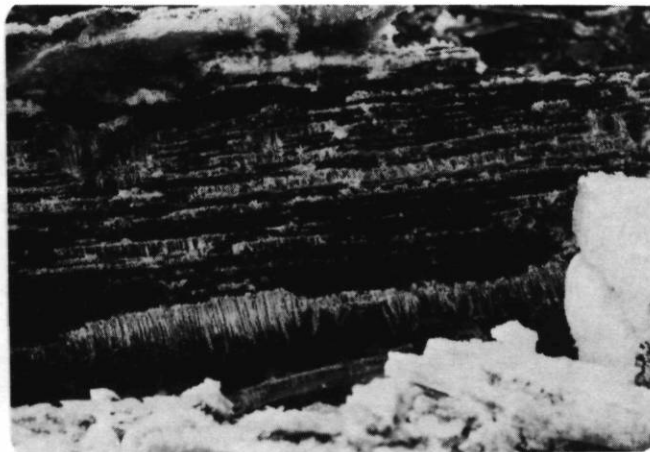


A storm icefoot, at Montmagny, made of boulders and pebbles composed of a mixture of snow and ice with a high content of suspended fine sediments (04-15-73).

FIGURE 5. Vue générale de la surface du couvert de glace en hiver, à Montmagny, montrant une couche de vase de 10 à 15 cm d'épaisseur; au loin, pustules de pied de glace (22-02-81).
A general view of the ice cover in winter, at Montmagny, showing a layer of mud 10 to 15 cm thick; note the two icefoot conical pressure ridges in the background (02-22-81).

D'ANGLEJAN *et al.*, (1973, p. 1395) évaluent à moins d'un million de tonnes par année les sédiments en suspension qui réussissent à s'échapper de la zone du « bouchon vaseux » ou de turbidité maximale. Le déplacement de sédiments sur le fond ou près de ce dernier ainsi que celui lié aux glaces flottantes sont évoqués comme des mécanismes beaucoup plus efficaces d'évacuation vers l'aval que la charge en suspension proprement dite (d'ANGLEJAN *et al.*, 1974, p. 13; d'ANGLEJAN et BRISEBOIS, 1978, p. 963).

Dans l'état actuel des connaissances, le bilan sédimentaire du moyen estuaire du Saint-Laurent pose un



FIGURES 6 à 9. Glaçons provenant du couvert de glace du rivage de Montmagny et montrant des couches de vase interstratifiées totalisant une dizaine de centimètres d'épaisseur (08-03-81).

Ice floes from the Montmagny tidal flat ice cover showing thinly inter stratified mud layers about 10 cm in thickness (03-08-81).

problème. D'après les estimés concernant la charge introduite (*input*) et la charge exportée (*output*), il devrait exister dans ce secteur une sédimentation fine relativement importante. En effet, selon certaines sources, la charge introduite à Québec serait de l'ordre de 5 millions de tonnes par année (FRENETTE et LARINIER, 1973, p. 114; CENTREAU, 1975, p. 22) et possiblement de 20 à 25 millions (CREMER, 1979, p. 32) ou davantage selon des mesures récentes (LONG, 1981, *comm. pers.*). Par ailleurs, d'ANGLEJAN *et al.*, 1973, p. 1395) évaluent à environ un million de tonnes les sédiments en suspension évacués annuellement vers l'estuaire maritime.

D'après ces données préliminaires, le bilan sédimentaire dans le moyen estuaire devrait être fortement positif: 4 millions de tonnes selon les premières données, une vingtaine de millions de tonnes selon les données de CRAMER (1979), et possiblement davantage selon les données inédites de LONG (1981, *comm. pers.*). Un

bilan sédimentaire positif aussi important devrait normalement se traduire soit par un engraissement marqué des rivages, soit par une accumulation substantielle dans les dépressions ou les chenaux, soit par les deux. Or, il semble que ce soit le contraire qui prévaut. D'une part, BRISEBOIS (1975) et d'ANGLEJAN et BRISEBOIS (1978) ont montré avec clarté que la sédimentation fine était extrêmement faible dans le fond du moyen estuaire et restreinte à de petites aires de sédimentation, l'érosion prévalant dans la plupart des chenaux et des bassins. Ces mêmes conditions semblent se retrouver dans le haut estuaire, notamment dans le secteur de Bécancour-Gentilly (LONG, 1981, *comm. pers.*). D'autre part, des observations faites depuis de nombreuses années nous ont conduit à conclure que, dans l'ensemble, les rivages du Saint-Laurent, loin de s'accroître ou de s'engraisser, reculaient ou maigrissaient (DIONNE, 1979). Des travaux récents sur la rive sud (d'ANGLEJAN *et al.*, 1981; MORIN, 1981; DIONNE,

1981b, 1981c; DRAPEAU et MORIN, 1981) confirment que les apports récents sont extrêmement faibles et surtout, que la faible quantité de sédiments qu'on y trouve est en transit.

Le problème est donc posé. D'une part, il y aurait des apports largement supérieurs à la charge «supposée» exportée vers l'estuaire maritime; d'autre part, il y aurait une très faible sédimentation annuelle dans les chenaux et les bassins du moyen estuaire ainsi que sur les rivages, y compris ceux de La Pocatière (d'ANGLEJAN *et al.*, 1981; d'ANGLEJAN, 1981b).

Si les données existantes sur la rentrée (*input*) et la sortie (*output*) des sédiments fins sont valables, il existe une inconnue au niveau des agents d'évacuation. Personne, jusqu'à maintenant, n'ayant étudié ou calculé la charge en sédiments fins évacuée par les glaces flottantes, la solution au problème du bilan sédimentaire du moyen estuaire pourrait être dans ces dernières.

Dans l'état actuel des connaissances, la charge sédimentaire de la couverture de glace à Montmagny renseigne donc utilement. Il y a là une voie intéressante à explorer. Les 4 millions de tonnes de sédiments fins calculés pour le rivage de Montmagny sont peut-être exagérés. Il se peut que 1981 ait été une année supérieure à la moyenne. Reste à déterminer maintenant qu'elle est la proportion des glaçons provenant de la couverture de glace d'un estran comme celui de Montmagny qui réussit effectivement à franchir la «porte» de la zone de turbidité du moyen estuaire. Les observations générales faites jusqu'à maintenant indiquent qu'environ 10 à 15% des glaçons fondent sur place délestant ainsi leur charge dans la zone intertidale, soit environ 0,5 million de tonnes. Le reste est entraîné vers le large. Une certaine quantité de glaçons fond effectivement dans les eaux du moyen estuaire et y restitue la vase emprisonnée dans la glace au cours de l'hiver. Bien que cette proportion ne soit pas connue avec précision, on estime qu'elle pourrait atteindre près de la moitié. Si, en définitive, environ 45% de la glace recouvrant le rivage de Montmagny est évacuée en dehors de la zone de turbidité du moyen estuaire, on peut affirmer que la baie de Montmagny fournit chaque année à l'estuaire maritime entre 1,5 et 2 millions de tonnes de sédiments fins. S'il en va de même pour les autres grands estrans vaseux du moyen estuaire notamment ceux du cap Tourmente, de l'île d'Orléans, de l'île aux Oies, de L'Islet et de La Pocatière, la sortie de sédiments fins par les glaces flottantes représenterait possiblement entre 10 et 15 millions de tonnes par année. Si cette estimation se révèle juste, ceci implique des apports annuels plus importants que ceux reconnus par FRETTE et LARINIER (1973); toutefois, on se rapproche des 20-25 millions de tonnes mentionnées par CREMER (1979).

CONCLUSION

Les données relatives à la sédimentation dans le moyen estuaire du Saint-Laurent demeurent fragmentaires et sont parfois contradictoires au niveau du bilan sédimentaire. Si l'action des glaces sur les rivages a été passablement étudiée sous certains aspects (DIONNE), le rôle des glaces comme agent de transport des sédiments fins n'a pas encore été établi avec précision. Aucune mesure sur la teneur des sédiments en suspension n'a été faite en hiver, de sorte qu'on ignore si les concentrations obtenues en été sont représentatives de la période hivernale. À première vue, il devrait y avoir une diminution significative de la turbidité maximale en hiver, compte tenu du volume de sédiments fins piégés sous et par la couverture de glace des rivages du moyen estuaire.

Le Saint-Laurent offre un champ d'étude exceptionnel qui devrait retenir l'attention des spécialistes. Les implications sont importantes puisqu'il s'agit en somme de déterminer le sens de l'évolution des rivages du Saint-Laurent, à savoir s'ils s'engraissent ou progressent ou si, au contraire, ils maigrissent ou reculent.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier MM. Maurice K. Seguin, Département de géologie, université Laval (Québec) et Bernard Long, INRS-Océanologie (Rimouski) pour certains renseignements techniques fournis.

RÉFÉRENCES

- ANGLEJAN, B. d' (1981a): The advection of turbidity in the St. Lawrence middle Estuary, *Estuaries*, vol. 4, n° 1, p. 2-15, 13 fig.
- (1981b): Évolution post-glaciaire et sédiments récents de la plate-forme infra-littorale, baie de Sainte-Anne, estuaire du Saint-Laurent, Québec, *Géogr. phys. Quat.*, vol. 35, n° 2, p. 253-260.
- ANGLEJAN, B. d' et BRISEBOIS, M. (1978): Recent sediments of the St. Lawrence middle Estuary, *J. Sed. Petrology*, vol. 48, n° 3, p. 951-964, 10 fig.
- ANGLEJAN, B. d', SMITH, E.W. et BRISEBOIS, M. (1973): Distribution, transport and composition of suspended matter in the St. Lawrence Estuary, *Can. J. Earth Sci.*, vol. 10, n° 9, p. 1380-1396, 13 fig.
- (1974): Modern sedimentation and suspended transport in the St. Lawrence Estuary, *Mém. Inst. Géol. Aquitaine*, n° 7, p. 9-17, 4 fig.
- ANGLEJAN, B. d', INGRAM, R.G. et SAVARD, J.P. (1981): Suspended exchanges between the St. Lawrence estuary and a coastal embayment, *Marine Geol.*, vol. 40, n° 1, p. 85-100, 10 fig.

- BRISEBOIS, M., (1975): *Distribution des sédiments dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent*, Montréal, McGill Univ., Dép. Océanogr., thèse maîtrise, non publ., 166 p., 21 fig.
- CENTREAU (1975): *Étude de la qualité des sédiments et suspensions du fleuve Saint-Laurent entre Québec et Trois-Pistoles*, Québec, Univ. Laval, Cent. Rech. Eau, Rapp. CRE-75-14, tome 1, 154 p., 71 fig., 9 cartes h.-t.
- CREMER, M. (1979): Influence de l'histoire géologique du fleuve Saint-Laurent sur ses aspects morpho-sédimentologiques actuels, *Bull. Inst. Géol. Aquitaine*, n° 26, p. 5-41, 8 fig., 3 pl. h.-t.
- DIONNE, J.-C. (1968): Action of shore ice on the tidal flats of the St. Lawrence Estuary, *Maritime Sediments*, vol. 4, n° 3, p. 113-115, 10 fig.
- (1969a): Tidal flat erosion by ice at La Pocatière, St. Lawrence Estuary, *J. Sed. Petrology*, vol. 39, n° 3, p. 1174-1181, 9 fig.
- (1969b): Érosion glacielle littorale, estuaire du Saint-Laurent, *Rev. Géogr. Montr.*, vol. 23, n° 1, p. 5-20, 17 fig.
- (1970): *Aspects morpho-sédimentologiques du glacial, en particulier des côtes du Saint-Laurent*, Québec, Env. Canada, CRFL, Rapp. Infor., Q-F-X-9, 324 p., 17 fig.
- (1971a): Érosion glacielle de la slikke, estuaire du Saint-Laurent, *Rev. Géomorph. dyn.*, vol. 20, n° 1, p. 5-21, 19 fig.
- (1971b): Polygonal patterns in muddy tidal flats, *J. Sed. Petrol.*, vol. 41, n° 3, p. 838-839, 4 fig.
- (1972): Ribbed grooves in mud tidal flats, *J. Sed. Petrol.*, vol. 42, n° 4, p. 848-851, 7 fig.
- (1973): La notion de pied glace (*icefoot*), en particulier dans l'estuaire du Saint-Laurent, *Cah. Géogr. Qué.*, vol. 17, n° 41, p. 221-250, 16 fig.
- (1974a): Mud cracks and polygons on ice push ridges, in lower tidal flats of the St. Lawrence estuary, *Can. J. Earth Sci.*, vol. 11, n° 3, p. 489-494, 6 fig.
- (1974b): Polished and striated mud surfaces in the St. Lawrence tidal flats, Quebec, *Can. J. Earth Sci.*, vol. 11, n° 6, p. 860-866, 10 fig.
- (1979): *L'érosion des rives du Saint-Laurent: une menace sérieuse à l'environnement*, Québec, Env. Canada, Dir. Terres, Rapp. interne non publ., 9 p.
- (1981a): Ice processes and related sedimentary features in tidal flats, St. Lawrence estuary, Quebec, Amer. Assoc. Petrol. Geol., SEPM — *Symposium on Glacial marine sedimentary processes on shelves dominated by ice* (San Francisco), Book of Abstract, p. 32.
- (1981b): Ice action in muddy tidal flats, middle St. Lawrence Estuary, *Proc. Workshop on Ice Action on Shores* (Rimouski), Ottawa, NRC-ACROSES, Publ. n° 3, p.
- (1981c): 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* (Rimouski), Ottawa, Cons. nat. Rech. Canada, Comité Assoc. Rech. Érosion et Séd. litt., Publ. n° 3, p. 29 fig.
- DRAPEAU, G. et MORIN, R. (1981): Contribution des vagues au transport des sédiments littoraux dans la région de Trois-Pistoles, estuaire du Saint-Laurent, *Géogr. phys. Quat.*, vol. 35, n° 2, p. 245-251.
- FORRESTER, W.S. (1972): Tidal transport and streams in the St. Lawrence River and Estuary, *Inter. Hydrogr. Rev.*, vol. 49, p. 95-108.
- FRENETTE, M. et LARINIER, M. (1973): Some results on the sediment regime of the St. Lawrence River, dans *Fluvial Processes and Sedimentation, Proc. 9th Can. Hydrol. Symp.* (Edmonton), p. 138-157, 11 fig.
- KRANCK, K. (1979): Dynamics and distribution of suspended particulate matter in the St. Lawrence Estuary, *Naturaliste can.*, vol. 106, p. 163-173, 8 fig.
- MORIN, R. (1981): *Contribution à la sédimentologie de la région de Trois-Pistoles*, Rimouski, Univ. Québec, Dép. Océanogr., thèse de maîtrise non publ., 118 p., 40 fig., 8 phot.
- SÉRODES, J. B. (1978): *Qualité des sédiments et de la végétation de l'estuaire moyen*, Québec, Env. Canada, Dir. Eaux intér., Rapp. interne non publ., 13 p., 5 fig.
- SILVERBERG, N. et SUNDBY, B. (1979): Observations in the turbidity maximum of the St. Lawrence Estuary, *Can. J. Earth Sci.*, vol. 16, n° 4, p. 939-950, 12 fig.
- SOUICY, A., BÉRUBÉ, Y., TROUDE, J. P. et MÉRIC, R. J. (1976): *Évolution des suspensions et sédiments dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent*, Québec, Univ. Laval, Cah. CENTREAU, vol. 1, n° 5, 67 p.