NOTES DESCRIPTIVES

INTRODUCTION

La carte de Baie-Sainte-Catherine fait partie d'une série de 12 cartes de bathymétrie multifaisceaux qui forment une couverture complète pour des profondeurs supérieures à 30 m, entre Île aux Coudres en amont et Pointe-des-Monts, en aval.

Cette série de cartes est le résultat de plusieurs levés effectués durant la période 1997–2007 qui utilisaient un système multifaisceaux pour cartographier le fond marin. Deux autres expéditions marines ont été menées en 2006 et 2007 pour collecter les données géologiques et géophysiques nécessaires à l'interprétation (Campbell, 2007; Bolduc, 2008).

La carte de Baie-Sainte-Catherine (Carte 2171A) montre le relief ombré du fond marin, un élément essentiel pour décrire la géomorphologie de ce secteur. L'interprétation de la géologie des sédiments superficiels de l'estuaire du Saint-Laurent fait l'objet d'une autre publication (Pinet et al., 2011).

ACQUISITION DES DONNÉES DE BATHYMÉTRIE MULTIFAISCEAUX

Les données de bathymétrie multifaisceaux ont été acquises entre 1997 et 2007 par le Service hydrographique du Canada à bord du navire de la Garde côtière canadienne (NGCC) *Frederick G. Creed*. Avant 2005, le navire était équipé d'un système de bathymétrie multifaisceaux Kongsberg EM-1000. Ce système déploie 60 faisceaux d'une largeur transversale et longitudinale de 2.3°, pour une ouverture angulaire maximale de 150°. Lors des levés effectués en 2005 et 2006 (Campbell et al., 2007), le navire était équipé d'un système Kongsberg EM-1002. Ce système déploie 111 faisceaux d'une largeur longitudinale et transversale de 2° pour une ouverture angulaire maximale de 120°. Le chevauchement minimal entre les fauchées était de 10 % pour l'ensemble du projet.

Lors de l'acquisition des données, la vitesse du navire était d'environ 12 nœuds. Le positionnement était assuré principalement par le réseau DGPS de la Garde côtière canadienne.

Des profils de vitesse de propagation du son dans l'eau ont été collectés quotidiennement, ou plus fréquemment lorsque la situation l'exigeait, à l'aide d'un profileur matin-dynamique. Les corrections de vitesse de propagation ont été appliquées en temps réel afin d'assurer des calculs de profondeur d'eau adéquats.

PRÉSENTATION DES DONNÉES DE BATHYMÉTRIE MULTIFAISCEAUX

Les données de bathymétrie multifaisceaux montrées sur cette carte offrent une résolution horizontale de 10 m. Les données ont été artificiellement ombrées afin d'accentuer les traits géomorphologiques. L'image du relief ombré a été créée en employant une exagération verticale de 10. La source lumineuse artificielle était située suivant un azimut de 45° avec un angle de 35° au-dessus de l'horizon.

Les courbes bathymétriques générées à partir des données multifaisceaux sont indiquées en blanc à des intervalles de profondeur de 10 m. Les courbes bathymétriques en dehors de l'aire du levé (en bleu) sont extraites des cartes du Service hydrographique du Canada.

Les artéfacts dans les données sont communs sur la carte. Ils sont principalement situés là où des lignes de levé se chevauchent et aux limites des aires couvertes par différents levés. Ces artefacts sont essentiellement associés à des changements de la vitesse de propagation du son dans l'eau.

GÉOMORPHOLOGIE RÉGIONALE

L'estuaire du Saint-Laurent est une vallée en auge occupée par une masse d'eau salée subissant l'influence des marées, dont la largeur augmente notablement vers le nord-est. Il est ouvert sur le golfe du Saint-Laurent et l'océan Atlantique par l'intermédiaire du chenal Laurentien, lequel est un long fossé d'une profondeur dépassant 300 m, qui s'étend de manière continue sur 1500 km, entre la bordure du plateau continental de l'Atlantique et l'embouchure de la rivière Saguenay, où il prend fin abruptement.

La température moyenne de surface de l'eau varie de 0°C en hiver à 15°C en été, avec une température minimale de 2 °C au sein de la couche d'eau intermédiaire (50–250 m) et une température d'environ 5 °C au niveau du fond marin. La salinité de la couche d'eau superficielle (0–50 m) varie entre 26 et 31 ‰ et augmente graduellement jusqu'à 34.5 ‰ au niveau du fond marin (Syvitski et al., 1983). Au niveau de l'estuaire maritime du Saint-Laurent, la hauteur moyenne des marées augmente vers l'amont, passant de 2.5 m à Pointe-des-Monts à 3.6 m à Tadoussac.

D'un point de vue géologique, l'estuaire du Saint-Laurent occupe une situation particulière, puisqu'il est grossièrement parallèle aux limites de trois domaines lithotectoniques (Pinet et al., 2008). Les roches métamorphiques du Néoprotérozoïque de la Province de Grenville forment la presque totalité de la rive nord du Saint-Laurent. Les roches autochtones du Paléozoïque inférieur (et potentiellement du Paléozoïque moyen) appartenant à la Plate-forme du Saint-Laurent affleurent uniquement dans la région de Charlevoix, mais constituent, en sous-surface, la plus grande partie du fond marin de l'estuaire. La rive sud de l'estuaire est formée par les Appalaches, qui comprennent des roches volcaniques et des roches sédimentaires du Paléozoïque inférieur et moyen, parfois recouvertes de sédiments meubles.

Malgré sa situation à l'intérieur du continent, la région de l'estuaire du Saint-Laurent est l'une des plus actives sismiquement dans la partie nord-est de l'Amérique du Nord. Les tremblements de terre historiques sont principalement situés dans les zones sismiques de Charlevoix et du Bas-Saint-Laurent (Mazzotti et al., 2005; Lamontagne, 2008).

Des sédiments quaternaires forment le fond marin de l'estuaire du Saint-Laurent (Syvitski et Praeg, 1989; Duchesne et al., 2007). L'épaisseur de la succession quaternaire varie de manière significative, passant de moins de 30 m, au nord-est, jusqu'à plus de 400 m, près de l'embouchure de la rivière Saguenay. Huit unités sismostratigraphiques d'extension locale et régionale ont été reconnues au sein de cette succession (Duchesne et al., 2007). Les âges ^{14}C des unités supérieures les situant à l'Holocène. Toutefois, puisque la totalité de la succession quaternaire n'a pas été traversée par des forages, l'âge exact de la partie basale de la succession demeure inconnu (St-Onge et al., 2008).

Dans le chenal Laurentien, les sédiments de surface consistent principalement en un silt fin bioturbé, de couleur gris sombre (Nota et Loring, 1964; St-Onge et al., 2003). L'estimation des taux récents de sédimentation révèle des valeurs qui varient de 0.70 cm/a, dans la partie sud de la zone étudiée, à 0.22 cm/a, dans sa partie nord (Smith et Schafer, 1999).

REMERCIEMENTS

Nous remercions les officiers et l'équipage du NGCC *Frederick G. Creed*, ainsi que le personnel du Service hydrographique du Canada pour leur support et leur professionnalisme. Les auteurs voudraient remercier J. Shaw et S.J. Paradis pour leur revue critique de cette carte. Ce travail a été mis en œuvre dans le cadre du projet OM7700 de la Commission géologique du Canada.

DESCRIPTIVE NOTES

INTRODUCTION

The Baie-Sainte-Catherine map is part of a 12 map series for the St. Lawrence River estuary that form a complete multibeam-bathymetry coverage for water depth greater than 30 m, between Îles aux Coudres in the upstream area and Pointe-des-Monts downstream.

This map series is the product of several surveys conducted during the period 1997–2007 that used a multibeam system to map the seafloor. Two other surveys were conducted in 2006 and 2007 and collected geological and geophysical data for scientific interpretation (Campbell, 2007; Bolduc, 2008).

This Baie-Sainte-Catherine map, 2171A, displays shaded seafloor relief that provides a basis for describing the geomorphology of this area. An interpretation of the surficial geology of the St. Lawrence River estuary is the aim of a companion publication (Pinet et al., 2011).

MULTIBEAM-BATHYMETRY DATA COLLECTION

Multibeam-bathymetry data were collected between 1997 and 2006 by the Canadian Hydrographic Service using the Canadian Coast Guard (CCGS) *Ship Frederick G. Creed*. Before 2005, the ship was equipped with a Kongsberg EM1000 multibeam-bathymetry system. This system operates with 60 beams at a beam width of 2° across and along track, over an arc with a maximum angle of 150°. During the 2005 and 2006 surveys (Campbell et al., 2007), the ship was equipped with a Kongsberg EM1002 system. This system operates with 111 beams at a beam width of 2° across and along track, over an arc with a maximum angle of 120°. The minimum overlap between survey lines was 10% for the entire studied area.

Ship speed during data acquisition was approximately 12 knots. The positioning was mainly based on the Canadian Coast Guard DGPS network.

Sound-velocity profiles were collected daily and more often if necessary using a moving vessel profiler. Corrections for sound velocity were applied in real time in order to ensure accurate water-depth calculations.

MULTIBEAM-BATHYMETRY DATA DISPLAY

Multibeam-bathymetry data shown on this map have been gridded at 10 m horizontal resolution. The gridded data are artificially shaded to accentuate geomorphological features. The shaded-relief image was created by vertically exaggerating the topography 10 times. The artificial illumination source lies at an azimuth of 45° and at an angle of 35° above the horizontal.

Bathymetric contours generated from the multibeam data are shown in white at a depth interval of 10 m. Outside of the multibeam survey area, bathymetric contours (in blue) are from the Canadian Hydrographic Service maps.

Data artifacts are common on the map. They are mainly located in areas where lines overlap and at the boundary between surveys. These artifacts are mainly caused by changes in the acoustic velocity of water.

REGIONAL GEOMORPHOLOGY

The St. Lawrence River estuary is a funnel-shaped body of tide-influenced salt water that increases significantly in width toward the northeast. It is open to the Gulf of St. Lawrence and Atlantic Ocean through the Laurentian Channel, which is a long, continuous trough over 300 m deep that extends 1500 km from the continental shelf break in the Atlantic Ocean to where it ends abruptly at the mouth of the Saguenay River.

The water masses have a well developed thermocline (Syvitski et al., 1983) with a temperature minimum of 2°C in the intermediate water layer (50–250 m) and a bottom temperature of about 5°C. Salinity of the surface layer (0–50 m) ranges from 26–31‰ and steadily increases up to 34.5‰ on the river bottom (Syvitski et al., 1983). In the lower St. Lawrence River estuary, the mean tidal range increases in a landward direction from 2.5 m at Pointe-des-Monts to 3.6 m at Tadoussac.

From a geological point of view, the St. Lawrence River estuary lies at a specific location, as it is roughly parallel to the boundaries of three lithotectonic domains (Pinet et al., 2008). Neoproterozoic metamorphic rocks of the Grenville Province form most of the northwest shore of the St. Lawrence River estuary. Autochthonous Lower (and potentially Middle) Paleozoic rocks of the St. Lawrence Platform are poorly exposed in the Charlevoix area, but underlie most of the St. Lawrence River seafloor. Lower Paleozoic deep-marine sediments and volcanic units of the Appalachians form the southeast shore of the St. Lawrence River estuary.

Despite its intracontinental setting, the St. Lawrence River estuary area is one of the most seismically active regions in northeastern North America. Historical earthquakes are clustered mainly in the Charlevoix seismic zone and in the Lower St. Lawrence seismic zone (Mazzotti et al., 2005; Lamontagne, 2008).

Quaternary sediments form the seafloor of the St. Lawrence River estuary (Syvitski and Praeg, 1989; Duchesne et al., 2007). The thickness of Quaternary sediments varies significantly from less than 30 m in the northeastern part to over 400 m at the mouth of the Saguenay River. Within the Quaternary succession, up to eight regional and local seismic stratigraphic units have been recognized (Duchesne et al., 2007). The ^{14}C ages from the upper units indicate a Holocene age; however, since the entire Quaternary sediment package has never been cored, the exact age of the lowest part of the succession is largely unknown (St-Onge et al., 2008).

In the Laurentian Channel, surface sediments consist mainly of dark grey bioturbated fine silt (Nota and Loring, 1964; St-Onge et al., 2003). Estimates of recent sedimentation rates range from 0.70 cm/a in the southern part of the study area to 0.22 cm/a in the northern part (Smith and Schafer, 1999).

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the officers and crew of the CCGS *Frederick G. Creed* as well as the personnel of the Canadian Hydrographic Service for their professionalism and support. The authors would like to acknowledge J. Shaw and S.J. Paradis for reviewing this map. This work has been undertaken under project OM7700 of the Geological Survey of Canada.

RÉFÉRENCES/REFERENCES

Bolduc, A., 2008. Expédition 2007-048 du NGCC *Matthew* – Levé géologique régional, estuaire du Saint-Laurent, 23 octobre au 4 novembre 2007; Commission géologique du Canada, Dossier public 5806, 52 p., 1 CD-ROM.

Campbell, C., 2007. CCGS *Matthew* expedition 2006-054: regional groundtruth survey of the St. Lawrence estuary, October 15–November 7, 2006; Geological Survey of Canada, Open File 5530, 65 p., 1 DVD.

Campbell, C., Côté, R., Furlong, M., Fraser, P., Poupart, S., Brisson, D., et Jand Normandeau, P.X. 2007. *F.G. Creed* expedition 2006-017: multibeam, magnetometer and sub-bottom profiler survey of the St. Lawrence estuary north of Cacouna and Matane; May 6th to June 4th 2006; Geological Survey of Canada, Open File 5437, 32 p.

Duchesne, M., Pinet, N., Bolduc, A., Bédard, K. et Jand Lavoie, D., 2007. Seismic stratigraphy of the lower St. Lawrence River estuary (Quebec): Quaternary deposits and seismic signature of the underlying geological domains; Geological Survey of Canada, Current Research 2007-D2, 14 p.

Duchesne, M.J., Pinet, N., Bédard, K., St-Onge, G., Lajeunesse, P., Campbell, C., et Jand Bolduc, A., 2010. Role of the bedrock topography in the Quaternary filling of a giant semi-enclosed basin: the Lower St. Lawrence Estuary, Eastern Canada; Basin Research, v. 22, p. 933-951.

Lamontagne, M., 2008. Possible earthquake triggers of submarine landslides in the estuary of the St. Lawrence River: insights from the earthquake catalogue; Geological Survey of Canada, Open File 6307, 61 p.

Mazzotti, S., James, T.S., Henton, J. et Jand Adams, J., 2005. GPS crustal strain, postglacial rebound, and seismic hazard in eastern North America: the St. Lawrence valley example; Journal of Geophysical Research, v. 110, no. B11301, 16 p.

Nota, D.J.G. et Jand Loring, D.H., 1964. Recent depositional conditions in the St. Lawrence River and Gulf – a reconnaissance survey; Marine Geology, v. 2, p. 198–235.

Pinet, N., Brake, V., Campbell, C., Duchesne, M., Gagné, H. et Jand Bolduc, A., 2011. Géologie des sédiments superficiels et relief ombré du fond marin, estuaire du Saint-Laurent, Québec; Commission géologique du Canada, Carte 2181A, échelle 1:250 000; Surficial geology and shaded seafloor relief, St. Lawrence River estuary, Quebec; Geological Survey of Canada, Map 2181A, scale 1:250 000. doi:10.4095/289287

Pinet, N., Duchesne, M., Lavoie, D., Bolduc, A. et Jand Long, B., 2008. Surface and subsurface signatures of gas seepage in the St. Lawrence Estuary (Canada): significance to hydrocarbon exploration; Marine and Petroleum Geology, v. 25, p. 271–288.

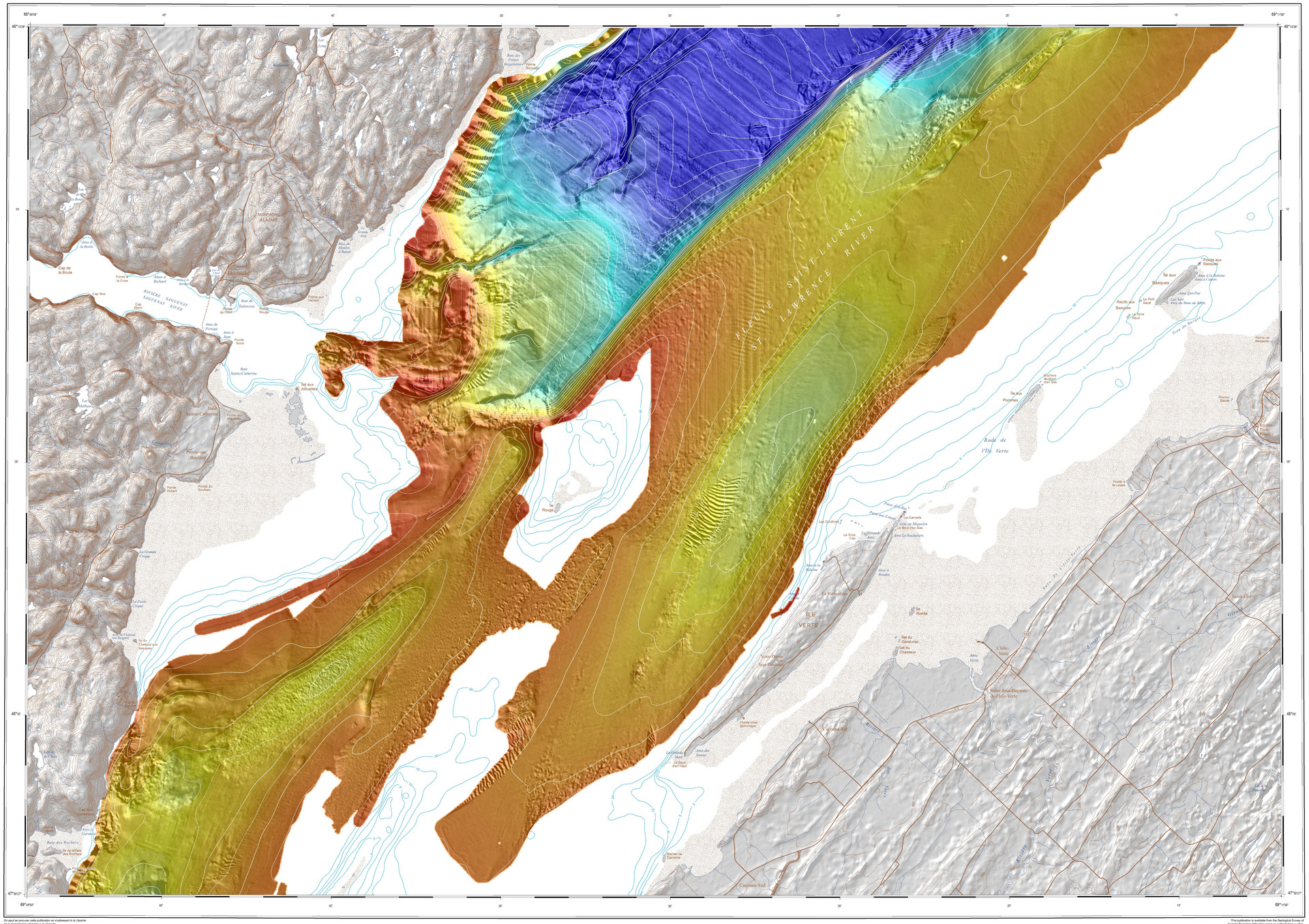
Smith, J.N. et Jand Schafer, C.T., 1999. Sedimentation, bioturbation, and Hg uptake in the sediments of the estuary and Gulf of St. Lawrence; Limnology and Oceanography, v. 44, p. 207–219.

St-Onge, G., Stoner, J.S. et Jand Hillaire-Marcel, C., 2003. Holocene paleomagnetic records from the St. Lawrence Estuary, eastern Canada: centennial- to millennial-scale geomagnetic modulation of cosmogenic isotopes; Earth and Planetary Science Letters, v. 209, p. 113–130.

St-Onge, G., Lajeunesse, P., Duchesne, M.J. et Jand Gagné, H., 2008. Identification and dating of a key Late Wisconsinan stratigraphic unit in the St. Lawrence Estuary and Gulf (Eastern Canada); Quaternary Science Reviews, v. 27, p. 2390–2400.

Syvitski, J.P.M. et Jand Praeg, D., 1989. Quaternary successions in the St. Lawrence estuary and adjoining areas, eastern Canada: an overview based on high-resolution seismo-stratigraphy; Géographie physique et Quaternaire, v. 43, p. 291–310.

Syvitski, J.P.M., Silverberg, N., Ouellet, G. et Jand Asprey, K.W., 1983. First observations of benthos and seston from a submersible in the Lower St. Lawrence Estuary; Géographie physique et Quaternaire, v. 37, p. 227–240.


69°45'0"
45'
40'
35'
30'
25'
20'
15'
69°11'50"
48°13'30"
48°10'
48°0'
47°46'30"
47°16'12"
MONTAGNES ALLARD
Cap de la Boule
Pointe Sainte-Catherine
Baie Sainte-Catherine
Pointe-aux-Alouettes
Pointe-au-Boulet
Pointe Rouge
Pointe Noire
Pointe Prudent
Pointe-aux-Bouleaux
Île Rouge
Les Éboulements
Cap Tourmente
Baie des Rochers
Baie de Malbaie
Cap Maillard
Cap Blanc
Cap Noir
Pointe-aux-Pelerins
Pointe-de-Bellechasse
Pointe-de-Berthier
Île aux Grues
Île aux Oies
Île aux Pommes
Île aux Basques
Île aux Lièvres
Île Verte
Île Ronde
Île Rouge
Île Blanche
Île Bleue
Île Canuel
Île Madame
Île Brandy
Île Dupas
Île Lamy
Île Mitis
Île Pelée
Île Saint-Barnabé
Île Saint-Jean
Île Saint-Ours
Île Saint-Pierre
Île Verte
Île Vaudreuil
Île Verte
Île Ste-Marguerite
Île Ste-Thérèse
Île Ste-Croix
Île Ste-Marie
Île Ste-Pétronille