Gouvernement du Canada | Government of Canada

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA | GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA

NOTES DESCRIPTIVES

INTRODUCTION

La carte de Pointe-Lebel fait partie d'une série de 12 cartes de bathymétrie multifaisceaux qui forment une couverture complète pour des profondeurs supérieures à 30 m, entre l'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 dans le SLE en 2007 pour collecter les données géologiques et géophysiques nécessaires à l'interprétation (Campbell, 2007; Bolduc, 2008).

La carte de Pointe-Lebel (Carte 2168A) 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 en 2001 et en 2007 par le Service hydrographique du Canada à bord du navire de la Garde côtière canadienne (NGCC) *Frederick G. Creed*. En 2001, le navire était équipé d'un système de bathymétrie multifaisceaux Kongsberg EM1000. Ce système déploie 60 faisceaux avec un espacement de faisceaux de 2,5° et un angle d'ouverture angulaire maximal de 150° (Bolduc et al., 2007). Lors du levé effectué en 2007 (Bolduc et al., 2007), le navire était équipé d'un système Kongsberg EM302. Ce système déploie 111 faisceaux avec un espacement de faisceaux de 2° et un angle d'ouverture angulaire maximal de 120°. Le levé de 2007 couvre la plus grande partie de la carte. 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 marin 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 cotes bathymétriques (en bleu) sont 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.

Des artefacts dans les données sont communs sur la carte. Ils sont principalement situés là où désignent 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 masse d'eau possède une zonation thermique claire (Syvitski et al., 1983) avec une température minimale de 2 °C à la mi-profondeur (50–250 m) et une température de fond froide (inférieure à 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) apparaissent à la Pliale-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 déposées dans des eaux relativement profondes.

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 relativement fréquents dans les zones sismiques de Charlevoix et du Bas-Saint-Laurent (Mazzotti et al., 2005; Lamontagne, 2009).

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 situent 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. Parads pour leur revue critique de cette carte. Ce travail a été mis en œuvre dans le cadre du projet OMT700 de la Commission géologique du Canada.

DESCRIPTIVE NOTES

INTRODUCTION

The Pointe-Lebel map is part of a 12-map series for the St. Lawrence River estuary that forms 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 Pointe-Lebel map 2168A 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 in 2001 and 2007 by the Canadian Hydrographic Service using the Canadian Coast Guard Ship (CCGS) *Frederick G. Creed*. In 2001, the ship was equipped with a Kongsberg EM1000 multibeam-bathymetry system. This system operates with 60 beams at a beam width of 2.5° across and along track, over an arc with a maximum angle of 150°. During the 2007 survey (Bolduc 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 2007 survey covers most of the map. 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 where 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, 2009).

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. Parads for reviewing this map. This work has been undertaken under project OMT700 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.

Bolduc, A., Hayward, S., Côté, R., Paquet, S., Fortier, J., Deblonde, C. et/and Devillers, R., 2007. Expédition 2007-874 du F.G. Creed, partie I : Levé de bathymétrie multifaisceaux, de magnétomètre marin et d'échosondeur de l'estuaire du Saint-Laurent, Baie-Comeau – Pointe-des-Monts et Île-aux-Coudres – La Malbaie, du 24 mai au 21 juin 2007; Commission géologique du Canada, Dossier public 5687, 39 p.

Campbell, C., 2007. CCGS *Matthew* expedition 2006-054: regional groundtruth survey of the St. Lawrence estuary, October 13–November 7, 2006; Geological Survey of Canada, Open File 5530, 65 p., 1 DVD.

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

Lamontagne, M., 2009. 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 6007, 61 p.

Mazzotti, S., James, T.S., Henton, J. et/and 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/and Loring, D.H., 1964. Recent depositional conditions in the St. Lawrence River and Gulf – a reconnaissance survey; Marine Geology, v. 2, p. 198–225.

Pinet, N., Brake, V., Campbell, C., Duchesne, M., Gagné, H. et/and Bolduc, A., 2011. Géologie des sédiments superficiels et relief ombré du fond marin, estuaire du Saint-Laurent, Québec; Commission géologique du Canada, Carte 2161A, échelle 1:250 000/Surficial geology and shaded seafloor relief, St. Lawrence River estuary, Quebec; Geological Survey of Canada, Map 2161A, scale 1:250 000, doi:10.4095/289287

Pinet, N., Duchesne, M., Lavoie, D., Bolduc, A. et/and 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.

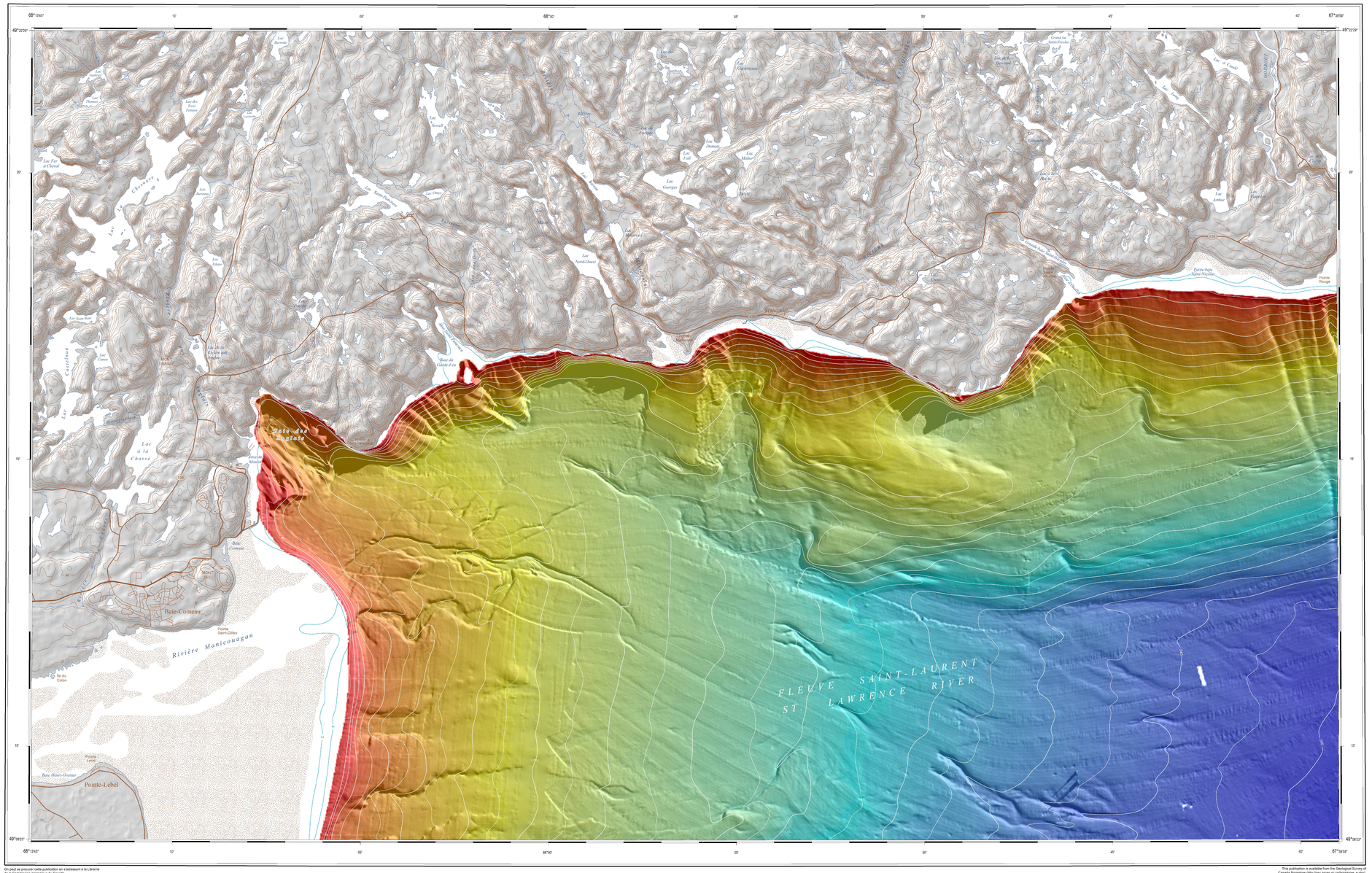
Smith, J.N. et/and Schafer, C.T., 1999. Sedimentation, bioturbation, and Hg uptake in the sediments of the estuary and Gulf of St. Lawrence; Limnology and Oceanography, v. 44, p. 207–219.

St-Onge, G., Stoner, J.S. et/and 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., et/and 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. 2290–2400.

Syvitski, J.P.M. et/and 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. 291–320.

Syvitski, J.P.M., Silverberg, N., Ouellet, G. et/and 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.



On peut se procurer cette publication en s'adressant à la Librairie de la Commission géologique du Canada
(Tél. : 613-943-2649; Téléc. : 613-943-0646). On peut aussi la télécharger gratuitement à partir du site Web de GeoPub (http://geopub.nrcan.gc.ca/). doi:10.4095/289294
Publiée en 2011

CARTE/MAP 2168A

RELIEF OMBRÉ DU FOND MARIN/SHADED SEAFLOOR RELIEF

POINTE-LEBEL

QUÉBEC/QUEBEC

Échelle 1/50 000/Scale 1:50 000

kilomètres 1 0 1 2 3 4 kilomètres

Projection transverse universelle de Mercator
Système géodésique mondial (WGS) 1984
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada 2011
Cette carte ne doit pas être utilisée aux fins de navigation

Universal Transverse Mercator Projection
World Geodetic System (WGS) 1984
© Her Majesty the Queen in Right of Canada 2011
This map is not to be used for navigational purposes

Auteurs : N. Pinet[1], A. Bolduc[1], V. Brake[1], M. Duchesne[1], R. Côté[1] et S. Paquet[1]

Cette carte a été produite par 1Ressources naturelles Canada en collaboration avec 1Pêches et Océans Canada

Les données de bathymétrie multifaisceaux ont été acquises par le Service hydrographique du Canada et la Commission géologique du Canada, 1997–2007

Des renseignements détaillés sur l'acquisition des données de bathymétrie multifaisceaux sont fournis dans Bolduc et al. (2007)

Cartographie numérique : R. Boivin et N. Côté, Division de la diffusion des données (DDD)

Les utilisateurs sont priés de faire connaître au personnel de la Commission géologique du Canada les erreurs ou omissions qu'ils auront pu constater

Fond de carte numérique (partie terrestre) : Géomatique Canada
Modification du fond de carte numérique : DDD

Courbes isobathes (en mètres) : Service hydrographique du Canada et Commission géologique du Canada (Québec)

Déclinaison magnétique en 2011 : 19°01'W; diminuant de 9,1' par année

Altitudes au-dessus du niveau moyen de la mer exprimées en mètres (22 F/I) ou en pieds (22 F/8, 22 G/5)

Profondeurs en mètres au-dessous du niveau moyen de la mer

Authors: N. Pinet[1], A. Bolduc[1], V. Brake[1], M. Duchesne[1], R. Côté[1], and S. Paquet[1]

This map was produced by 1Natural Resources Canada in co-operation with 1Fisheries and Oceans Canada

Multibeam bathymetric data collected by Canadian Hydrographic Service and Geological Survey of Canada, 1997–2007

Details on the acquisition of multibeam bathymetry data are available in Bolduc et al. (2007)

Digital cartography by R. Boivin and N. Côté, Data Dissemination Division (DDD)

Any revisions or additional information known to the user would be welcomed by the Geological Survey of Canada

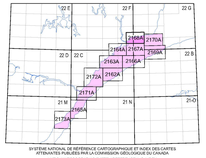
Digital base map (land area) from data compiled by Geomatics Canada, modified by DDD

Digital bathymetric contours in metres supplied by Canadian Hydrographic Service and Geological Survey of Canada (Québec)

Magnetic declination 2011, 19°01'W, decreasing 9.1' annually

Elevations above mean sea level are expressed in metres (22 F/I) or feet (22 F/8, 22 G/5)

Depth in metres below sea level



This publication is available from the Geological Survey of Canada Bookstore (http://gsc.nrcan.gc.ca/bookstore_e.php).
It can also be downloaded free of charge from GeoPub (http://geopub.nrcan.gc.ca/). doi:10.4095/289294
Published 2011

Notation bibliographique consseillée :
Pinet, N., Bolduc, A., Brake, V., Duchesne, M., Côté, R., and Paquet, S. 2011. Relief ombré du fond marin, Pointe-Lebel, Québec/Shaded seafloor relief, Pointe-Lebel, Quebec; Commission géologique du Canada, Carte 2168A, échelle 1/50 000. doi:10.4095/289294

Recommended citation:
Pinet, N., Bolduc, A., Brake, V., Duchesne, M., Côté, R., and Paquet, S. 2011. Shaded seafloor relief, Pointe-Lebel, Quebec/Relief ombré du fond marin, Pointe-Lebel, Québec; Geological Survey of Canada, Map 2168A, scale 1:50 000. doi:10.4095/289294

NOTES À PROPOS DE LA CARTE, POINTE-LEBEL

La carte de Pointe-Lebel couvre principalement la marge nord-ouest du chenal Laurentien.

Dans la région cartographique de Pointe-Lebel, la marge du chenal Laurentien subit un changement majeur d'orientation et deux segments presque perpendiculaires peuvent être distingués. L'orientation approximativement nord–sud du segment occidental est principalement due à la géométrie du système de cônes sous-marins de la rivière Manicouagan, alors que l'orientation approximativement est–ouest du segment septentrional est principalement contrôlée par des failles recoupant les roches de la province métamorphique de Grenville.

Le système de cônes sous-marins associé à la rivière Manicouagan correspond à des unités géomorphologiques à faible pendage (pente moyenne inférieure à 1°) comprenant plusieurs lobes (fig. 1). Les sédiments des cônes sous-marins ont été transportés par l'intermédiaire de chenaux sous-marins ayant une expression morphologique claire. Les chenaux et les cônes sous-marins montrent des relations de recoupement multiples témoignant d'une histoire sédimentaire polyphasée.

Le segment approximativement est–ouest de la marge du chenal Laurentien est caractérisé par une pente moyenne inférieure à 2° dans les zones les plus profondes et par des escarpements majeurs près de la côte (fig. 2). Dans cette zone, la succession du Quaternaire a été remobilisée par des processus de glissement gravitaire. La signature morphologique chaotique, comprenant des blocs de taille hectométrique, des dépôts de glissement gravitaire lenticulaires et un démembrement interne significatif.

Dans la région cartographique de Pointe-Lebel, des dépressions morphologiques en forme de cratère (pockmarks) possédant un diamètre inférieur à 100 m et sont distribuées de manière aléatoire sur la marge du chenal Laurentien. Ces pockmarks sont associés à l'échappement de gaz depuis la sous-surface (Pinet et al., 2008).

MAP NOTES, POINTE-LEBEL

The Pointe-Lebel map mainly covers the northwest margin of the Laurentian Channel.

In the Pointe-Lebel area, the Laurentian Channel margin undergoes a major change in strike and two subperpendicular segments may be distinguished. The approximate north strike of the western segment is mainly due to the geometry of the Manicouagan River fan system, whereas the approximate east strike of the northern segment is structurally controlled by faults crosscutting the Grenvillian metamorphic province.

The Manicouagan River fan system includes several gently sloping geomorphological units (average slope less than 1°) shaped like a cone and including several lobes (Fig. 1). Fan sediments were fed through submarine channels that have a clear geomorphological signature. Both fans and channels show multiple crosscutting relationships indicating a polyphased sedimentary history.

The approximate east-striking segment is characterized by an average slope less than 2° in the deepest zones and by major escarpments close to the coastline (Fig. 2). In this area, the Quaternary succession has been reworked by mass-wasting processes. The chaotic geomorphological signature of mass-transport deposits, including hectometre-size blocks, lentiform of significant internal disruption.

In the Pointe-Lebel map area, crater-like depressions (pockmarks), less than 100 m in diameter, are randomly distributed on the Laurentian Channel margin. They are associated with the release of gas from the subsurface (Pinet et al., 2008).

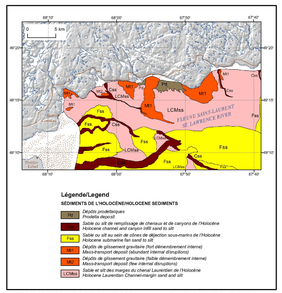


Figure 1. Géologie des sédiments superficiels. Pour une version détaillée, voir Pinet et al. (2011)/ Geology of surficial sediments. For a detailed version, see Pinet et al. (2011).

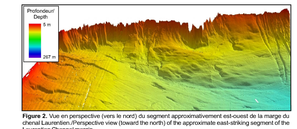
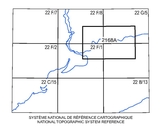



Figure 2. Vue en perspective (vers le nord) du segment approximativement est-ouest de la marge du chenal Laurentien./Perspective view (toward the north) of the approximate east-striking segment of the Laurentian Channel margin.