



**COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
DOSSIER PUBLIC 6105**

**EXPÉDITION 2008-029 du F.G. CREED
Levé de bathymétrie multifaisceaux, de
magnétomètre marin et de profileur de sous-
surface, détroit d'Honguedo, Québec, du 23 août au
3 septembre 2008**

A. Bolduc, R. Côté, E. Patton, D. Martin et L. Maltais

2009



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada



**COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
DOSSIER PUBLIC 6105**

EXPEDITION 2008-029 DU F.G. CREED: Levé de bathymétrie multifaisceaux, de magnétomètre marin et de profileur de sous-surface, détroit d'Honguedo, Québec, du 23 août au 3 septembre 2008

A. Bolduc, R. Côté, E. Patton, D. Martin et L. Maltais

2009

©Sa Majesté la Reine du chef du Canada 2009

En vente à l'endroit suivant :
Commission géologique du Canada
601, rue Booth
Ottawa (Ontario) K1A 0E8

Bolduc, A., Côté, R., Patton, E., Martin, D. et Maltais, L.

2009 : EXPEDITION 2008-029 DU F.G. CREED: Levé de bathymétrie multifaisceaux, de magnétomètre marin et de profileur de sous-surface, détroit d'Honguedo, Québec, du 23 août au 3 septembre 2008. Commission géologique du Canada. Dossier public 6105, 24 p.

Les dossiers publics sont des produits qui n'ont pas été soumis au processus officiel de publication de la CGC.

EXPÉDITION 2008-029 du F.G. CREED

Levé de bathymétrie multifaisceaux, de magnétomètre marin et de profileur de sous-surface, détroit d'Honguedo, Québec, du 23 août au 3 septembre 2008

Cartographie géoscientifique de l'estuaire du Saint-Laurent
Commission géologique du Canada, Dossier public 6105



Andrée Bolduc¹, Roger Côté², Eric Patton³, Dave Martin¹ et Louis Maltais²

¹ *Commission géologique du Canada, Québec, QC*

² *Service hydrographique du Canada, IML, Mont-Joli, QC*

³ *Commission géologique du Canada, Atlantique, Dartmouth, NS*



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Table des matières

Personnel	4
Remerciements	4
Introduction	5
Objectifs des levés	5
Journal quotidien	7
Résultats préliminaires	13
Sommaire technique	13
<i>Navire de recherche hydrographique</i> :	13
<i>Système multifaisceaux, EM1002 (SIMRAD)</i>	14
Acquisition et traitement des données.....	15
<i>Profileur de sous-surface Knudsen 320 M</i>	16
Acquisition des données.....	17
Problèmes rencontrés.....	18
<i>Magnétomètre marin SeaSpy</i>	18
Procédure de déploiement et de récupération.....	20
Installation de SeaLINK et configuration du logiciel du magnétomètre.....	22
Problèmes rencontrés.....	22
<i>Station de base magnétique à Forillon</i>	22
Références	23

Personnel

NRCan-RNCan

Andrée Bolduc	Chercheuse scientifique, chef de projet	23 août – 3 septembre
Eric Patton	Technologue, données géospatiales	24 août – 3 septembre
Dave Martin	Stagiaire	24 août – 3 septembre

CHS-SHC

Roger Côté	Hydrographe, chargé de projet	23 – 31 août
Louis Maltais	Hydrographe	31 août – 3 septembre

Remerciements

Nous souhaitons remercier les officiers et l'équipage du NGCC F.G. Creed (Figure 1) pour leur professionnalisme, leur support tout au cours de la mission, l'excellente hospitalité dont ils ont fait preuve et une cuisine hors-pair. Nous désirons également remercier le personnel du Parc national du Canada de Forillon, en particulier Jean-Guy Chavarie et Daniel Sigouin qui nous ont permis et favorisé l'installation d'une station de base magnétique dans des installations du Parc ainsi que son accès périodique afin de vérifier le bon fonctionnement des instruments. Ce projet est financé par le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) du Bureau de recherche et de développement énergétiques (BRDE) de Ressources Naturelles Canada et par le programme *Les géosciences pour la gestion des océans* du *Secteur des sciences de la Terre*. Nous remercions également Mathieu J. Duchesne (CGC-Québec) pour la révision critique de ce dossier public. Ses nombreux commentaires et suggestions ont grandement amélioré le document. Nous sommes particulièrement reconnaissants du soutien financier du SHC et de la CGC qui a permis de tenir les excursions géoscientifiques du 23 août.



Figure 1- Le navire de recherche hydrographique NGCC F.G. Creed au quai à Rivière-au-Renard.

Introduction

Le golfe du Saint-Laurent est une des quelques régions extracôtières près des grands centres de population à encore détenir de précieuses ressources énergétiques. Par le fait même, la proximité entre les diverses activités qui se déroulent sur et en bordure du Saint-Laurent et les intervenants locaux en fait une région où les questions liées à l'environnement, telle que la protection des mammifères marins et leur habitat, sont particulièrement sensibles. Des régions ont été établies pour la conservation (ex. le Parc marin du Saguenay - Saint-Laurent et la Zone de protection marine Manicouagan) et d'autres sont en développement. Nous ne possédons toutefois pas la base de géoconnaissances nécessaire pour évaluer correctement l'équilibre entre les besoins de conservation et de développement.

Afin d'aider au développement durable des réserves en hydrocarbures du golfe du Saint-Laurent dans un contexte de préoccupations environnementales, ce projet s'appuie sur un projet existant de RNCan dans l'estuaire du Saint-Laurent (Campbell *et al.* 2005, 2006, 2007; Bolduc *et al.* 2006, 2007; Hayward *et al.* 2007; Campbell, 2007; Bolduc, 2007) ainsi que sur la disponibilité de données provenant de levés sismiques antérieurs (SOQUIP, 1987 ; Syvitski et Praeg, 1989 ; Sanford et Grant, 1990). Les objectifs sont de fournir la géoconnaissance de base qui sera utilisée par les intervenants concernés par la gestion intégrée du Saint-Laurent. La stabilité du fond marin dans un contexte d'exploration pour les hydrocarbures est une composante importante de toute stratégie de gestion des océans. Le gouvernement du Québec, avec sa Stratégie énergétique, cherche également à acquérir la géoconnaissance qui lui permettra de gérer correctement les demandes de licences d'exploration pour les hydrocarbures dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Il reconnaît qu'il doit développer des lignes directrices claires en matière environnementale afin de superviser convenablement les activités d'exploration extracôtière.

Ce projet (2007-2010) a donc été articulé autour de levés cartographiques du fond marin dans une région à fort potentiel en hydrocarbures afin de développer le cadre géologique du golfe du Saint-Laurent, notamment dans le détroit d'Honguedo, entre l'île d'Anticosti et la Gaspésie. Les levés permettront entre autres de mieux comprendre les risques naturels du fond marin, incluant l'influence des forts courants de fond le long du chenal Laurentien et de ses flancs escarpés. Les recherches actuelles dans l'estuaire montrent clairement que des glissements sous-marins sont communs (Bolduc *et al.*, 2007, Duchesne *et al.*, 2007 ; Campbell *et al.*, 2008) et peuvent affecter toutes infrastructures qui pourraient être présentes.

Objectifs des levés

Le présent levé est le deuxième levé multifaisceaux dans le détroit d'Honguedo directement lié au programme PRDE. Les objectifs sont de compléter les levés 2007 (Bolduc *et al.*, 2008) en amont tout en restant attaché aux levés déjà existants. Les

Journal quotidien

Le journal quotidien relate les activités et les observations tout au long de l'expédition et est compilé de façon quotidienne par le responsable de quart. Toutes les heures sont en heure avancée de l'Est, sauf si indiqué autrement.

Note – Dans ce document, bien qu'aucun symbole (© ou ® ou autre) n'apparaisse, les noms de logiciels et d'appareils scientifiques sont tous la propriété de leur fabricant respectif.

Tableau 1 : Liste des abréviations utilisées dans le journal de bord

Abréviation	Signification	Particularités
DGPS	Differential Global Positioning System	
GPS	Global Positioning System	Thales Aquarius
HDCS	Hydrographic Data Cleaning System	Format des fichiers permettant le post-traitement
MVP	Moving Vessel Profiler	Pour obtenir la vitesse acoustique de l'eau
NMEA	National Marine Electronic Association	Fournisseur des standards en électronique marine
SCSI	Small Computer System Interface	Interface de communication entre l'échosondeur et le logiciel de visualisation des données
UTC	Universal Time Coordinated	Tous les instruments sont synchronisés à l'UTC

Tableau 2 : Liste des instruments scientifiques et logiciels utilisés, et de leurs fabricants

Instrument/logiciel	Compagnie	Description
HIPS/SIPS	CARIS	Logiciel de traitement des données bathymétriques
Échosondeur 320B (3.5 kHz)	Knudsen	Imagerie d'une tranche de 0-40 m de sédiments sous le fond marin; « Chirp » dans le texte
Échosondeur multifaisceaux EM-1002	SIMRAD/Kongsberg	Bathymétrie
SeaLink	Seaspy	Logiciel pour enregistrer les données du magnétomètre marin

JJ 236, Samedi 23 août 2008

Excursion géoscientifique le long de la côte-nord, Baie-Comeau

- La journée est dédiée à 3 excursions géoscientifiques à partir de Baie-Comeau dans le cadre du congrès quadriennal de l'Association québécoise pour l'étude du Quaternaire (Bolduc *et al*, 2008).

- Trois sorties (0800, 1230, 1530) permettent à 17 congressistes de participer à l'acquisition de données bathymétriques et de profileur de sous-surface. La première sortie permet de re-sonder un glissement sous-marin entre Pointe Mistassini et Franquelin afin de vérifier si les bourrelets de compression ont bougé depuis l'année passée. La deuxième sortie permet de re-sonder au large de l'Anse Saint-Pancrace, tandis que la troisième se concentre sur la Baie-des-Anglais (Figure 3). Dans ce dernier cas, les structures du fond de la baie sont mises en lien avec la géomorphologie glaciaire terrestre et les levés pourraient servir à un projet universitaire.



Figure 3. Les excursionnistes qui ont participé à la troisième sortie et les officiers et l'équipage du F.G. Creed. Photo courtoisie de J. Veillette.

- Départ pour Matane à 1830 pour passer la nuit en vue d'un transit vers Rivière-au Renard le lendemain.
- Un appel du centre opérationnel arrive pendant le transit à Matane. La Garde Côtière demande au F.G. Creed de remplacer le Cap d'Espoir dans ses fonctions de recherche et sauvetage (SAR) en attendant des réparations à des équipements défectueux. Jusqu'à nouvel avis, le Creed devra donc rester à Matane.
- Amarrés à Matane à 2130.

JJ 237, Dimanche 24 août 2008

Amarrés à Matane (SAR) – Transit à Grande-Vallée – Aucune lignes de sondage

- Le commandant nous informe que le Tracy est en route de Québec pour remplacer le Cap D'Espoir. Dès qu'il aura passé l'Île-aux-Coudres, le Creed sera libéré de son assignation SAR. Le départ est prévu pour 1400.
- L'équipe terrestre qui verra à l'installation de la station de base du magnétomètre au Parc national du Canada de Forillon est avisée que le Creed arrivera à Rivière-au-Renard lundi soir.
- Le personnel scientifique à bord finalise la préparation pour la mission en attendant le départ.
- Départ de Matane à 1315
- Arrivée à Grande-Vallée à 2110 pour la nuit.

JJ 238, Lundi 25 août 2008

Lignes de sondage 0001 à 0027

- Départ à 0630, de Grande-Vallée, on commence à sonder dès la sortie du port. Démarrage du Chirp. Début des lignes.
- Un profil de vitesse acoustique est fait à la sortie du port, et un deuxième en eaux profondes à 0920
- Les paramètres du Chirp sont ajustés à puissance 3, « pulse type » 0.37 ms
- Nous avons été avisés que la marée rouge présente dans l'estuaire est maintenant rendue dans le détroit d'Honguedo. Même si le système par osmose inverse est fonctionnel pour faire de l'eau, il ne sera pas utilisé. Nous prendrons de l'eau au port.
- 0930. Les données du Chirp sont très bruitées, probablement dû à la houle et à du bullage sous la coque.
- 1045. On vient de changer de ligne et le navire est beaucoup plus stable. Les données du Chirp sont meilleures, pénétration d'environ 10 à 15 m, semble imager le roc.
- 1415. Au changement de ligne, le même phénomène se produit sur le Chirp. Le régime de moteur plus élevé pour garder la vitesse contre le courant de marée induit une interférence avec le profileur. On modifie des paramètres pour améliorer l'aspect visuel : puissance 3, « pulse type » 3 ms
- 1500. On passe au-dessus de ce qui semble être une série de bourrelets morainiques.
- Retour au quai à Rivière-au-Renard à 1900. D. Martin et E. Patton embarquent.
- Installation du magnétomètre marin. La station de base a été installée hier dans une maison historique à Grande Grave. La station enregistre correctement.

JJ 239, Mardi 26 août 2008

Lignes de sondage 0028 à 0058

- Départ à 0630, mise à l'eau du magnétomètre, démarrage du Chirp (2/0.75 ms). Début des lignes.
- Le magnétomètre ne communique pas avec l'ordinateur. Toutes les connections sont revérifiées. Toujours pas de communication.
- Les vents sont de 20 à 30 nœuds du NW depuis ce matin. L'état de mer est de 1-2 m. Selon la qualité des données et la météo, on continue.
- 0900. Toujours pas de communications avec le magnétomètre. Le poisson est sorti de l'eau pour permettre de tester les circuits et s'assurer du bon fonctionnement de l'équipement.
- Les vents se sont stabilisés, on fait des lignes de sondage perpendiculaire à l'axe du détroit en se rattachant à un bloc déjà existant.
- On finit par faire communiquer le magnétomètre, mais on ne peut pas synchroniser le GPS. Deux fichiers sont écrits, l'un avec les données de position et heure et l'autre avec les données magnétiques et heure. On « synchronise » manuellement le PC au GPS. Éventuellement, on trouve un câble permettant d'utiliser le GPS du navire. La chaîne de communication est maintenant compatible avec le magnétomètre. Tout se synchronise et fonctionne bien (voir la section sur les problèmes rencontrés, p. 22).
- Le MVP ne fonctionne pas correctement. Il est sorti de l'eau et réparé. Fonctionnel vers 1500
- En après-midi, les vents sont beaucoup plus calmes, environ 15 nœuds.
- L'officier fait une familiarisation du navire pour le personnel surnuméraire. Un exercice de combat d'incendie et d'abandon du navire est effectué.
- Retour à Rivière-au-Renard pour 1910

JJ 240, Mercredi 27 août 2008

Lignes de sondage 0059 à 0085

- Départ de Rivière-au-Renard à 0630. Mise à l'eau du magnétomètre ; démarrage du Chirp (puissance 2/0.75 ms)
- Le magnétomètre fonctionne parfaitement bien, données d'excellente qualité.
- Vents 15-20 nœuds, état de mer 1 m. L'acquisition de données se poursuit sans anicroches, à part le besoin de faire un profil de vitesse acoustique de temps en temps.
- Retour à Rivière-au-Renard vers 1810.
- Inspection de la station de base du magnétomètre à Grande Grave. La station a cessé d'enregistrer à 1615 UTC le 26 (mardi). Le logiciel est reparti, l'enregistrement est normal, les données sont d'excellentes qualités. Les paramètres d'enregistrement sont modifiés de 10 à 1 seconde.

- Il a également été découvert que SEALink ne prend pas en compte les années bissextiles. On doit donc mettre à jour la date des fichiers pour qu'ils correspondent au bon jour julien.
- Sauvegarde de toutes les données.

JJ 241, Jeudi 28 août 2008

Lignes de sondage 0086 à 0112

- Départ de Rivière-au-Renard à 0645. Mise à l'eau du magnétomètre, démarrage du Chirp (puissance 2/0.75 ms).
- 0900. Pour faire le profil de vitesse acoustique, on a dû modifier temporairement les paramètres du Chirp pour s'assurer de ne pas avoir de valeurs de profondeur à 0.
- Le vent devient de 15 à 20 nœuds du SE en après-midi.
- Retour au quai pour 1830.
- Inspection de la station de base. Durant la journée, les valeurs on chutées à 21000 nT en quelques minutes, et éventuellement à 0, mais les données ont continué à s'enregistrer. Le logiciel a été reparti, les connexions vérifiées. Les valeurs restent à 21000 nT, mais la qualité du signal est à A. On revérifiera à la première occasion.

JJ 242, Vendredi 29 août 2008

Lignes de sondage 0113 à 0142

- Départ à 0645 après avoir pris de l'eau. Mise à l'eau du magnétomètre, démarrage du Chirp. (puissance 2/0.75 ms)
- Les vents sont calmes, il reste une légère houle provenant du golfe.
- 1215. On rentre le magnétomètre le temps de faire un profil de vitesse acoustique arrêté.
- 1600. Le magnétomètre doit sortir de l'eau de temps en temps, ou passer dans les creux entre la houle, puisqu'on enregistre des anomalies périodiques.
- Amarrés à Grande-Vallée à 1900

JJ 243, Samedi 30 août 2008

Lignes de sondage 0143 à 0165

- Départ à 0630. Mise à l'eau du magnétomètre, démarrage du Chirp. (puissance 2/0.75 ms)
- La mer est calme, les vents sont nuls.
- Une baleine bleue est vue à 0800.
- 1600. On arrête le temps de récupérer une bouée.
- Retour au quai à Grande-Vallée à 1730 pour un souper spécial. Sauvegarde des données.

JJ 244, Dimanche 31 août 2008

Lignes de sondage 0166 à 0172

- Départ à 0630. Mise à l'eau du magnétomètre, démarrage du Chirp. (puissance 2/0.75 ms)
- La météo n'est pas très bonne. Il vente déjà 20-25 nœuds.
- Les paramètres du Chirp sont modifiés vers 0815 pour puissance 3 et 1.5 ms
- Les vents augmentent à 25-30 et pointes à 35+. État de mer à 2 m+, jusqu'à 3. On sonde en s'en retournant vers Rivière-au-Renard.
- 0950. On rentre le magnétomètre. Vents à 35 nœuds, états de mer 3+. Fin de la journée de sondage.
- Accosté au quai à Rivière-au-Renard à 1125.
- Visite de la station de base à Forillon. L'enregistrement n'a pas été constant. Un câble est changé, le magnétomètre est déplacé, les données sont à 54000 nT et semblent stables.
- L. Maltais arrive vers 1630 pour prendre le relais de R. Côté.

JJ 245, Lundi 1^{er} septembre 2008

Mauvaises conditions météo, aucune ligne de sondage aujourd'hui

- Les vents sont encore de 25-30 nœuds du nord-ouest. On reste à quai jusqu'à ce que les conditions s'améliorent.
- Traitement de données toute la journée.
- À midi, les vents ne sont pas encore tombés. Le Cap Rozier revient d'une sortie et confirme que la mer est toujours de 2 à 3 m. Nous ne sortirons pas aujourd'hui.
- Vérification de la station de base. Le signal est « acceptable », l'enregistrement n'a pas été interrompu depuis la dernière visite et se maintient dans les 54000 nT.

JJ 246, Mardi 2 septembre 2008

Lignes de sondage 0173 à 204

- Départ à 0530. Déploiement du MVP et du magnétomètre. Démarrage du Chirp (2/0.75 ms)
- Le MVP ne fonctionne pas en mode automatique. On passe au mode manuel pour faire le profil de vitesse acoustique.
- Le mécanicien vérifie les connexions électriques et réussit à refaire fonctionner le tout en mode automatique.
- Excellente journée, vents calmes, mer calme.
- Retour au quai à 1930.
- Fin du levé 2008 – Honguedo
- Démantèlement du magnétomètre et de la station de base.

JJ 247, Mercredi 3 septembre 2008

Changement d'équipage – Fin de la mission – transit Rivière-au-Renard - Québec

- 0630. E. Patton prend la route pour retourner à Halifax.
- 1210. A. Bolduc et D. Martin prennent la route avec le personnel de la Garde côtière qui retourne à Québec.

Résultats préliminaires

La prochaine section rapporte les résultats préliminaires du levé multifaisceaux, du levé magnétique et du levé de profileur de sous-surface.

Sommaire technique

Navire de recherche hydrographique :

Le navire utilisé pour ce levé est le NGCC F.G. Creed (Figure 1). Le navire est opéré par la Garde Côtière Canadienne. Il s'agit d'un catamaran à faible surface de flottaison (SWATH : Small Waterplane Area Twin Hull) construit en 1988. Il mesure 20,4 m de longueur par 9,75 m de largeur et est opéré par un équipage de 4 personnes (commandant, ingénieur, officier et cuisinier/matelot). Une équipe scientifique de 5 personnes peut également prendre place à bord. Le navire a un laboratoire de traitement des données à l'arrière dans lequel sont installées plusieurs stations de travail (Figure 4). Il est équipé d'un échosondeur multifaisceaux EM 1002 (SIMRAD), d'un « moving vessel profiler » BOT MVP 100 pour l'acquisition des profil de vitesse acoustique de la colonne d'eau et d'un profileur de sous-surface 320M (Knudsen). Le navire a un pont arrière assez large pour accueillir d'autres équipements océanographiques, tel que le magnétomètre marin (SeaSpy) dans le cas du présent levé.

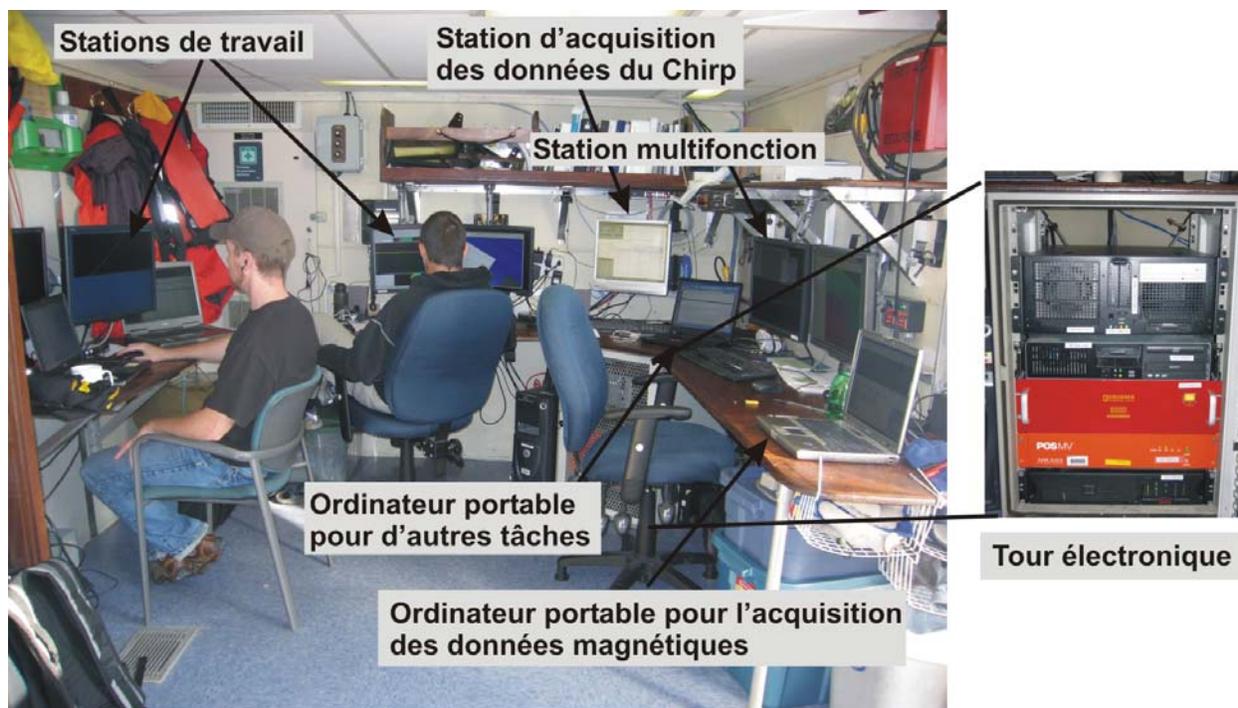


Figure 4- Laboratoire de traitement des données à l'arrière du pont principal.

Système multifaisceaux, EM1002 (SIMRAD)

L'échosondeur multifaisceaux EM 1002 est un échosondeur à haute résolution d'une portée courte à moyenne ayant 111 faisceaux étroits de 2x2 degrés et une précision de sondage qui correspond à la norme IHO S-44 du levé de niveau 1 (Wells et Monahan, 2002) pour les levés hydrographiques. La fréquence d'opération, 95 kHz, n'est pas sensible à la pollution ou aux particules en suspension dans la colonne d'eau. Il en résulte une gamme de performance (combinaison entre la résolution et la précision) qui est attrayante pour plusieurs applications. La couverture en éventail de l'échosondeur multifaisceaux EM 1002 peut couvrir une bande de fond marin jusqu'à 7.5 fois la distance entre le transducteur et le fond marin, ou un maximum d'environ 1200 m (selon les conditions). La fauchée de sondage est stabilisé pour tenir compte de l'attitude du navire (roulis, tangage, gyro et soulèvement). On peut sélectionner le mode de couverture de sondage, soit équiangulaire, équidistant, ou un mélange des deux appelé « inbetween ». C'est ce dernier mode qui a été utilisé pour ce projet. Sur le Creed, le positionnement peut provenir de diverses sources. Le POS/MV est le système de positionnement principal utilisé pour le projet. Ce système utilise des corrections différentielles du réseau DGPS de la Garde Côtière (Moisie, 313 kHz dans le secteur du levé). Pour le présent levé, les données de marée provenaient soit du marégraphe de Rivière-au-Renard, soit de celui de Grande-Vallée (stations du réseau permanent SINECO). Les données de ces marégraphes sont utilisées pour ramener les profondeurs à une référence verticale commune (zéro des cartes). La précision de

cette correction est de l'ordre de 5 à 20cm, selon la distance qui sépare le marégraphe du navire.

Acquisition et traitement des données

L'acquisition des données multifaisceaux à bord du Creed est contrôlée à partir de la passerelle (Figure 5). La communication entre l'hydrographe et le commandant en est ainsi facilitée. Pendant le levé, une station de travail sur la passerelle est dédiée à l'acquisition, et l'autre au contrôle de qualité. Dans le laboratoire sur le pont principal (Figure 4), il y a une station de travail primaire (« multifonction ») et deux stations de travail secondaires pour le traitement des données. Les données sont transférées de la station d'acquisition à la station multifonction via le réseau interne du navire. Les logiciels utilisés sont SIMRAD SIS v. 3.3.1 pour l'Acquisition et CARIS HIPS/SIPS (v. 6.1) pour le traitement.



Figure 5. Configuration des installations sur la passerelle du Creed.

Les étapes suivantes ont été suivies pour le traitement des lignes de sondage à bord du navire.

1. Lorsqu'une ligne de sondage est complétée, les fichiers sont copiés de l'ordinateur d'acquisition sur la passerelle vers la station de travail « multifonction » dans le laboratoire.
2. La ligne est convertie au format CARIS HDCS à l'aide de l'utilitaire de conversion.
3. La ligne est chargée dans CARIS HIPS.

4. Les données de navigation sont traitées. Les pics et les erreurs dans les données « vitesse », « distance » et « course » sont enlevés.
5. Les données d'attitude sont traitées. Les pics provenant des données de « soulèvement », « tangage » et « roulis » sont enlevés.
6. Traitement grossier à l'aide de l'éditeur « SWATH » pour enlever les anomalies les plus importantes.
7. Chargement de la marée
8. Les données sont fusionnées (calcul et interpolation des positions et des profondeurs, réduction des niveaux d'eau et du coefficient de réfraction, etc.).
9. Création d'une feuille de terrain (fieldsheet) et préparation d'une image du relief ombragé des données.
10. Éditeur de sous-ensemble (« subset editor »). Nettoyage systématique des sondages pour enlever les pics et anomalies.
11. Éditer la réfraction. Lorsque nécessaire, cet éditeur est utilisé pour corriger les erreurs de réfraction dans les données.
12. À la fin de chaque journée, une feuille de terrain est créée pour toutes les données de la journée et une image du relief ombragé est préparée. Une mosaïque des données de balayage latéral (information sur la rétrodiffusion) est également produite.

Profileur de sous-surface Knudsen 320 M

Le système opère un réseau de transducteurs de 3.5 kHz installé dans le ponton bâbord du navire. Les données sont enregistrées en format KEB (Knudsen Extended Binary) et SEG-Y étendu de Knudsen. Les données sont visualisées à bord à l'aide du logiciel « Knudsen Post Survey ». L'acquisition des données est intégrée à l'unité de mouvement du navire POS-MV afin de les corriger en temps réel. Le rehaussement du signal se fait en temps réel par le logiciel d'acquisition. Il y a un certain nombre d'options, mais, règle générale, l'utilisation du contrôle de gain automatique (AGC) donne les meilleurs résultats. Des compromis entre la qualité du signal et l'importance du bruit de la colonne d'eau ont été adoptés à bord, puisque le bruit cohérent pourra être enlevé en post-traitement. Les données étaient de plutôt bonne qualité (Figure 6) lorsque la vitesse d'acquisition était inférieure à 12 nœuds et que la colonne d'eau était de 200 m et plus.

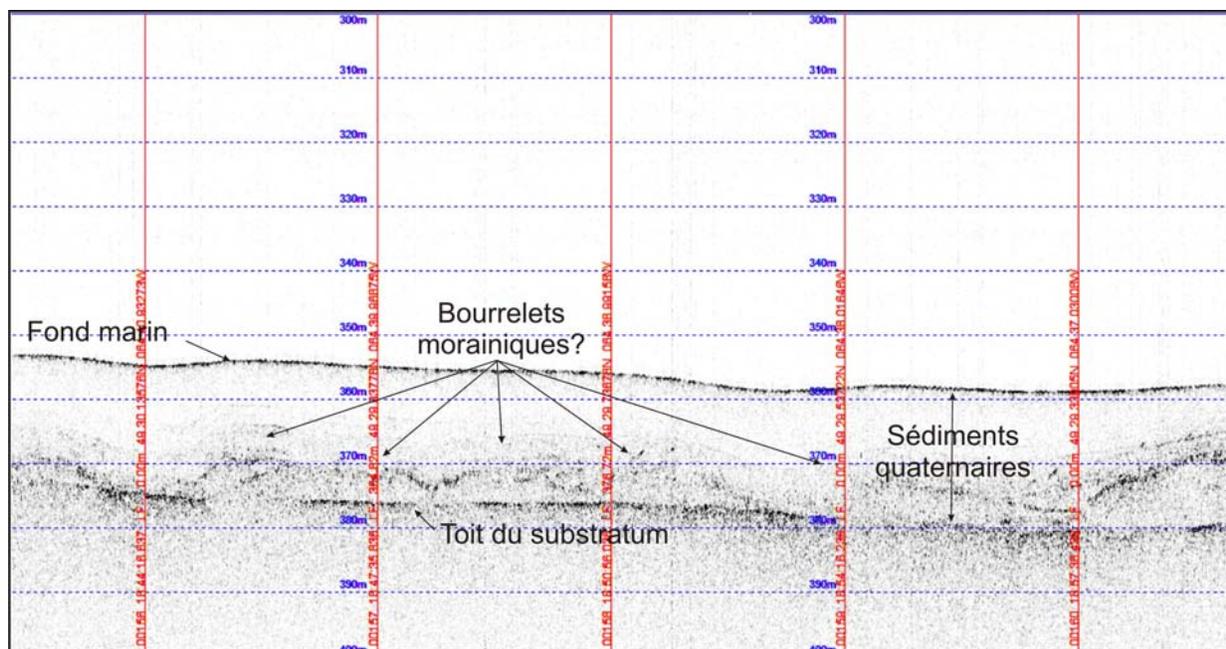


Figure 6. Exemple de données acquises par le Chirp à bord du F.G. Creed.

Acquisition des données

L'acquisition des données de l'échosondeur est contrôlée à partir du laboratoire (Figure 4). Le logiciel-serveur est EchoScsiServer et le logiciel d'acquisition est EchoControl, tous deux de Knudsen. Une fois les paramètres choisis, aucune action n'est requise, sauf de s'assurer que le fond marin et la tranche imagée sont toujours visibles à l'écran. Seules les basses fréquences sont utilisées. En général, il faut utiliser la fonction AGC ('automatic gain control'), la puissance à 1 ou 2, et une largeur d'impulsion de 6 ou 12 ms. La fenêtre d'affichage est de 100 m, et la profondeur maximum de 500 m (tranche d'eau maximum de 400 m + un tranche de sous-surface de 100 m).

Dans l'ordre, les actions suivantes sont effectuées

1. Démarrage de l'échosondeur, de l'ordinateur d'acquisition, du logiciel serveur et du logiciel-client.
2. Vérification des paramètres d'acquisition et d'affichage.
3. Définition des paramètres, habituellement, gain automatique, 0.75 ms (pour diminuer le bruit de l'appareil), puissance 2, 'range' 100, 'autophase off', profondeur maximale à 500 m
4. Démarrage de l'enregistrement
5. Enregistrement périodique de captures d'écran au besoin
6. Fin de l'enregistrement, éteindre l'échosondeur.
7. Enregistrement d'une copie de sauvegarde des données de la journée.

Problèmes rencontrés

- Au démarrage du logiciel-client, si le logiciel-serveur n'est pas déjà démarré, un message d'erreur est affiché. Solution : démarrer le logiciel serveur en premier.
- L'échosondeur semble avoir de la difficulté à conserver le fond marin comme référence avec le paramètre « autophase », particulièrement lorsque la profondeur diminue rapidement. Solution : désactiver « autophase » et vérifier régulièrement pour ajuster l'affichage.
- À une vitesse de plus de 12 nœuds, aucun réflecteur n'est imagé. Lorsqu'un phénomène particulier doit être imagé, réduction de la vitesse, sinon, c'est la vitesse d'acquisition des données bathymétriques, à 11-12 nœuds, qui est utilisée, ce qui permet une acquisition adéquate.
- Bruitage important des données à faible profondeur, probablement dû au bullage sous la coque, ou lorsque le régime du moteur est plus levé (navigation à contre-courant). La configuration actuelle et le but premier de la mission ne permettent pas de résoudre ces problèmes.

Magnétomètre marin SeaSpy:

Installation du magnétomètre

La bobine de câble de traction du magnétomètre a été placée sur la partie arrière (bâbord) du pont supérieur (Figure 7). À cet endroit, elle est attachée de façon sécuritaire au garde du navire et n'interfère pas avec les opérations de déploiement et de retour du magnétomètre sur le pont principal. Une longueur de 60 m (3 fois la longueur du navire) a été déroulée sur le pont; une longueur supplémentaire de 7.3 m a également été déroulée, la longueur nécessaire entre la bobine et le point de traction. Cette longueur de câble a été fixée sur le garde du navire à intervalles réguliers. Lors des transits, le câble est lâchement enroulé autour des attaches bâbord (Figure 8).



Figure 7. Bobine de câble sur le pont supérieur.



Figure 8. Remisage du magnétomètre lors des transits.

Le point de traction est une manille à relâchement rapide installée sur le garde arrière bâbord. Afin de diminuer la tension sur le câble lors du déploiement, une corde tressée Samson d'environ 2.5 m a été attachée au câble de traction et à la manille de traction. Le nœud a ensuite été fixé à la manille avec du ruban gommé fort et/ou ruban électrique et au câble de traction à environ 30 cm d'intervalle (Figure 9).

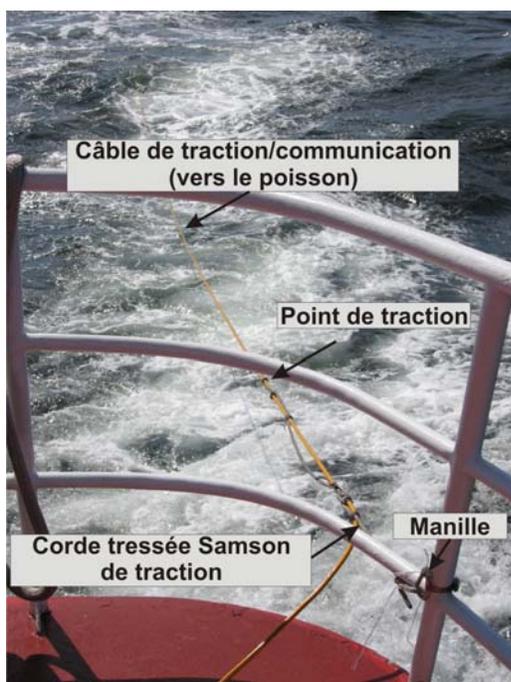


Figure 9. Points d'ancrage du magnétomètre.

À partir de la bobine de câble sur le pont supérieur, le câble est relié au laboratoire le long du garde et par un trou d'aération jusqu'à une interface de communications Marine Magnetics (boîte noire). Cette boîte noire fournit l'énergie électrique à tout le système, ainsi que les communications entre le magnétomètre et l'ordinateur. La boîte noire est connectée à un convertisseur USB Edgeport via un output RS-232 sur la boîte noire. Le signal du magnétomètre entre par l'input port série 1 (gauche), tandis que le GPS est connecté au port série 2 (droite). De là, l'Edgeport est connecté à l'ordinateur via un port USB standard (voir le manuel pour de plus amples informations).

Le poisson du magnétomètre SeaSpy est tracté à une profondeur moyenne d'environ 1 m sous la surface de l'eau à une vitesse de 10-12 nœuds et dans des états de mer variables. Le système utilise des senseurs Overhauser et mesure le champ magnétique terrestre. Deux personnes sont nécessaires au déploiement du système qui pèse environ 20 kg (Figure 10). Une fois à l'eau, le système requiert une surveillance minimale, soit de s'assurer de l'enregistrement des données. Toutes les observations préliminaires sur le terrain montrent que les données sont d'excellente qualité. Les données ne seront traitées qu'une fois l'acquisition complétée.

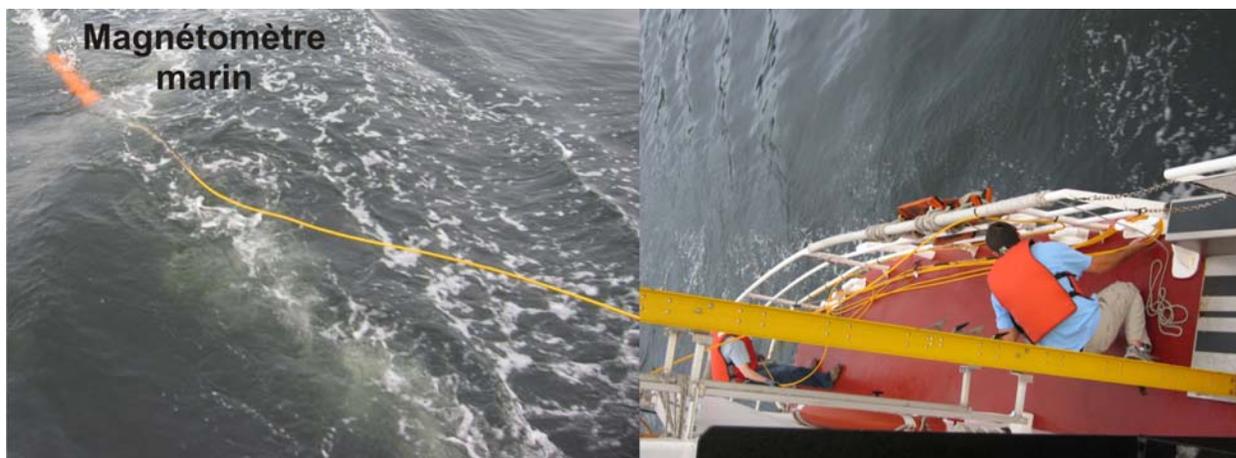


Figure 10. Déploiement du magnétomètre.

Procédure de déploiement et de récupération

- Avant le déploiement, démarrer le logiciel SeaLINK.
- Vérifier que les données du GPS entrent bien dans la fenêtre GPS. Pousser le bouton «sync GPS » afin de synchroniser l'horloge de l'ordinateur à celle du GPS.
- Dans la fenêtre de commande, entrer « p » pour remettre à zéro la pression du senseur de profondeur du poisson.
- Fixer le taux du cycle (normalement 1 ou 2 Hz). Pousser le bouton « append GPS value » pour attacher les informations de positionnement au fichier.
- Entrer la valeur du décalage calculée (environ 3 x la longueur du navire + le décalage navire – DGPS/RTK (7.5 m) + point d'ancrage (+1 m) = 68.5 m).

- Le navire ralentit jusqu'à une vitesse de 2-4 nœuds. Le poisson est descendu sous le garde, le long de la coque. La première personne garde la tension sur le poisson. La deuxième personne déploie les boucles de câble de façon à ne pas emmêler le câble ou ne pas transférer de la tension sur le pont (Figure 10). La tension est libérée graduellement par la première personne. À noter : 2 boucles supplémentaires de câble sont laissées sur le pont par mesure de sécurité. Une fois le poisson déployé, pousser le bouton d'enregistrement sur l'ordinateur d'acquisition pour débuter l'enregistrement. Ramener la vitesse du navire à la vitesse d'acquisition (10-12 nœuds) (Figure 11).

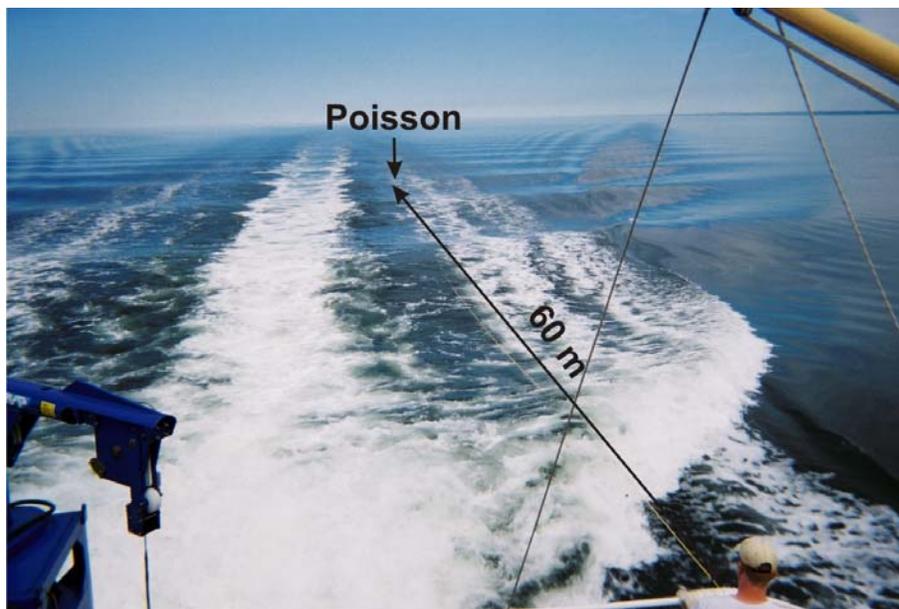


Figure 11. Traction du magnétomètre lors de l'acquisition des données.

- Lors de la récupération, diminuer la vitesse à 2-4 nœuds.
- La première personne récupère le poisson pendant que la deuxième personne remplace les boucles de câble sur le pont, sans que ça soit trop serré, autour des attaches.
- Quand le poisson est près du navire, le ramener prudemment à bord, en portant attention à ce que le poisson ne rebondisse pas contre la coque.
- Enlever la pièce frontale composite et utiliser de l'eau potable (côté tribord du Creed) pour rincer complètement le connecteur en laiton et la partie principale du poisson.
- Replacer la partie frontale et bien attacher le poisson sur le bord du garde (Figure 8). À noter, la corrosion commence assez rapidement lorsque l'eau de mer, l'eau fraîche et le laiton sont en contact. Il est donc primordial de rincer les écrous après chaque récupération. Il n'est toutefois pas nécessaire de briser le joint d'étanchéité en laiton à l'intérieur du nez du poisson, ce sont les 'o-rings' qui font le réel joint d'étanchéité.

Installation de SeaLINK et configuration du logiciel du magnétomètre

1. Spécifications : Système d'opération Windows 95 ou plus récent ainsi que 2 ports parallèles.
2. Le magnétomètre doit avoir une connexion série pour communiquer avec le poisson et obtenir la chaîne de navigation NMEA en provenance du DGPS.
3. Un cycle de 1 ou 2 Hz est souhaitable lorsque le magnétomètre est tracté à 12 nœuds. 1 Hz donne une lecture à environ tous les 20 m, 2 Hz à environ tous les 10 m.
4. Magnétomètre : chaîne Baud 9600 sur com1.
5. Chaîne GPS Baud 4800 à 10 Hz NMEA sur com2.

Problèmes rencontrés

- Un problème est rencontré au démarrage de Windows. Lorsque le GPS NMEA est branché au démarrage, l'ordinateur le reconnaît comme une souris. Solution : débrancher le GPS, démarrer l'ordinateur et le logiciel, brancher le GPS, synchroniser le GPS et le magnétomètre.
- Le message suivant apparaît au démarrage du logiciel : « *Failure to communicate with magnetometer* ». Solution : débrancher le magnétomètre, éteindre l'ordinateur, redémarrer l'ordinateur et attendre l'ouverture complète de Windows, rebrancher le magnétomètre et redémarrer le logiciel.

Station de base magnétique à Forillon

Une station de base a été installée dans une maison historique du Parc national du Canada de Forillon (Figure 12). Le capteur a été installé dans le champ gazonné à l'arrière de la maison. L'enregistreur et l'ordinateur portable ont été installés dans la maison. L'énergie provient d'une prise murale à l'intérieur de la maison. L'installation du magnétomètre a été faite avec succès avec des lectures de l'ordre de 55 000 nT avec une variance de moins de 30 nT sur une période d'une heure. La station a été visitée régulièrement pour constater que très peu de données de bonnes qualités avaient été enregistrées, et que la station cessait de fonctionner périodiquement sans que la cause puisse être établie. Il est douteux que les données magnétiques du présent levé pourront être utilisées.

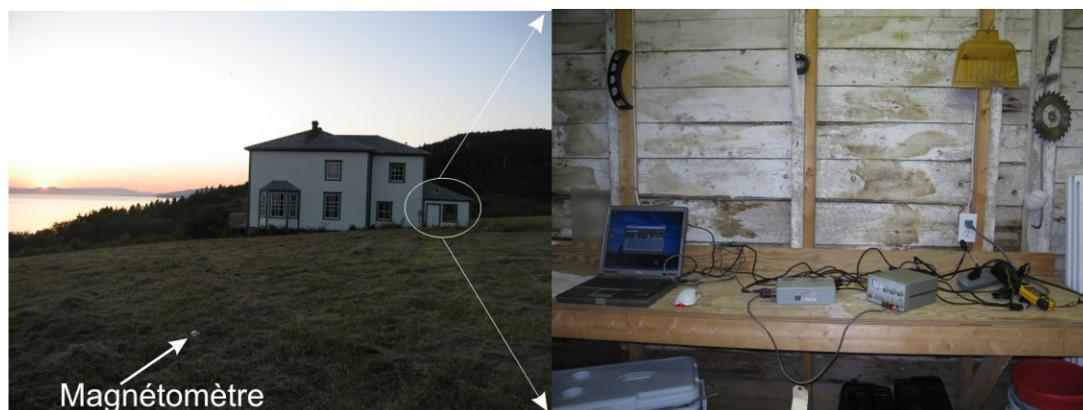


Figure 12. Station de base du magnétomètre au Parc national du Canada de Forillon.

Références

Bolduc, A. (ed.)

2007: Cartographie géoscientifique dans l'estuaire du Saint-Laurent : Bilan de l'an I. Commission géologique du Canada. Dossier public 5686, 1 CD-ROM renfermant un rapport de 29 pages en format .pdf et des présentations en formats .pps et .pdf.

Bolduc, A., Bernatchez, P. et Côté, R.

2008 Les paysages marins et côtiers de la Côte-Nord Québécoise : une vue du large. Guide d'excursion, XIe congrès de l'AQQUA, Baie-Comeau, Québec, 20-22 août 2008. 21 p.

Bolduc, A., Campbell, D.C., Côté, R., Girouard, P., Duchesne, M., and Beaulieu, S.

2006: F.G. CREED EXPEDITION 2005-075: Multibeam and magnetometer survey of the St. Lawrence Estuary west of Rimouski, October 27th to November 28th 2005, GSC Open File Report 5390

Bolduc, A., Côté, R., Furlong, M.

2008 : EXPEDITION 2007-874 DU F.G. CREED, PARTIE II : Levé de bathymétrie multifaisceaux, de magnétomètre marin et de profileur de sous-surface, détroit d'Honguedo, Québec, du 22 juin au 4 juillet 2007. Commission géologique du Canada. Dossier public 5688, 26 p. 1 CD-ROM

Bolduc, A., Duchesne, M.D., Campbell, D.C., St-Onge, G., Lajeunesse, P., Normandeau, P.X.

2007 Holocene bedload transport and mass wasting sedimentation in a steep coastal area, St. Lawrence Estuary, Canada. XVII INQUA Congress, The Tropics: Heat Engine of the Quaternary. Quaternary International, vol. 167-168 Supplemen, p. 37

Bolduc, A., Hayward, S., Côté, R., Paquet, S., Fortier, J., Deblonde, C., Devillers, R.

2007 : EXPEDITION 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 Ile-aux-Coudres – La Malbaie, du 24 mai au 21 juin 2007. Commission géologique du Canada. Dossier public #5687. 35 p. 1 CD-ROM

Campbell, D.C.

2007: CCGS Matthew Expedition 2006-054: Regional groundtruth survey of the St. Lawrence Estuary, October 15 - Nov 7, 2006, GSC Open File 5530. 65 p and 2 digital appendices.

Campbell, D.C., Côté, R., Furlong, M., Fraser, P., Paquet, S., Brisson, D., 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 Report 5427. 32 p.

Campbell, D.C., Duchesne, M.J. and Bolduc, A.

2008: Geomorphological and geophysical evidence of Holocene seafloor instability on the southern slope of the Lower St. Lawrence Estuary, Québec. GEOHAZARDS IV - GÉORISQUES IV, Quebec City, 2008, 4th Canadian Conference on Geohazards - From causes to management. 15 p.

Campbell, D.C., Hayward, S., Côté, R., and Poliquin, L.

2005: F.G. CREED EXPEDITION 2005-038: Multibeam and magnetometer survey of the St. Lawrence Estuary north of Rimouski- June 5th to 17th 2005, GSC Open File Report 4966.

Campbell, D.C., Duchesne, M., Poliquin, L., and Côté, R.

2006: F.G. CREED EXPEDITION 2005-066: Multibeam and magnetometer survey of the St. Lawrence Estuary north of Mont-Joli, Aug 27th to Sept 8th 2005, GSC Open File Report 5078

Centre Interdisciplinaire de Développement en Cartographie des Océans.

2004: Atelier de concertation sur la cartographie des océans, résumé des discussions. Rapport non-publié, 5 p.

Duchesne, M.J., Pinet, N. Bolduc, A., Lavoie, D.

2007 3D architecture of the Quaternary succession in the St. Lawrence Estuary, Canada; XVII INQUA Congress, The Tropics: Heat Engine of the Quaternary. Quaternary International, vol. 167-168 Supplement, p. 103

Hayward, S; Deblonde, C; Paquet, S; Côté, R; Campbell, C.

2007 F.G. Creed Expedition 2006-047: multibeam and sub-bottom profiler survey of the St. Lawrence Estuary, Matane-Baie Comeau, 24 August - 03 September, 2006; Geological Survey of Canada Open File Report 5471; 13 pages

Pêches et Océans Canada.

2005 Plan d'action du Canada pour les océans – pour les générations d'aujourd'hui et de demain. Direction des communications, MPO 2005-348, 20 p.

SOQUIP (Société Québécoise d'Initiatives Pétrolières)

1987 Geophysical and geochemical characterization of the Estuary and Gulf of St. Lawrence; Geological Survey of Canada Open File 1721, Ottawa, 264 p.

Syvitski, J.P.M., Praeg, D.

1989 Quaternary succession in the St. Lawrence estuary and adjoining areas, eastern Canada: an overview based on high-resolution seismo-stratigraphy. Géographie physique et Quaternaire, 43, 291-310.

Sanford, B.V., Grant A, C.

1990 Bedrock geological mapping and basin studies in the Gulf of St. Lawrence. Geological Survey of Canada, Current Research, Part B, vol. 90-1B, pp. 33-42.

Wells, D.E. et Monahan, D.

2002 IHO S44 Standards for Hydrographic Surveys and the Variety of Requirements for Bathymetric Data. (<http://www.hydrographicsociety.org/Articles/journal/2002/104-2.htm>)