

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

Cartographie géoscientifique de l'estuaire du Saint-Laurent
Commission géologique du Canada, Dossier public 5688



Andrée Bolduc¹, Roger Côté² et Michael Furlong³

¹ *Commission géologique du Canada, Québec, QC*

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

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



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA

DOSSIER PUBLIC 5688

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

Andrée Bolduc, Roger Côté, Michael Furlong

2008

©Sa Majesté la Reine du chef du Canada 2008

En vente à l'endroit suivant :

Commission géologique du Canada

601, rue Booth

Ottawa (Ontario) K1A 0E8

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

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

Table des matières

Personnel	3
Remerciements	3
Introduction	4
Objectifs des levés	4
Journal quotidien	6
Résultats préliminaires	15
Sommaire technique	16
<i>Navire de recherche hydrographique</i> :	16
<i>Système multifaisceaux, EM1002 (SIMRAD)</i>	16
Acquisition et traitement des données	17
<i>Profileur de sous-surface Knudsen 320 M</i>	18
Acquisition des données	19
Problèmes rencontrés	19
<i>Magnétomètre marin SeaSpy</i>	20
Procédure de déploiement	21
Installation de SeaLINK et configuration du logiciel du magnétomètre	23
Problèmes rencontrés	23
<i>Station de base magnétique à Forillon</i>	24
Références	25

Personnel

NRCan-RNCan

Andrée Bolduc	Chercheuse scientifique, chef de projet	22 juin – 4 juillet
Michael Furlong	Technologue, données géospatiales	23 juin – 4 juillet

CHS-SHC

Roger Côté	Hydrographe, chargé de projet	22 juin – 4 juillet
------------	-------------------------------	---------------------

Université Laval

Maude Audet-Morin	Stagiaire	28 juin – 4 juillet
-------------------	-----------	---------------------

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. Merci à Benoit St-Louis (Laboratoire de géomagnétique, RNCan, Ottawa) pour le prêt d'une station de base magnétique. Nous désirons également remercier le personnel du Parc national du Canada de Forillon qui nous a permis et favorisé l'installation de cette station 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, par le programme *Les géosciences pour la gestion des océans* du *Secteur des sciences de la Terre* et par le *Plan d'action du Canada pour les océans I*. Nous remercions également Mathieu Duchesne (CGC-Québec) pour la révision critique de ce dossier public. Ses nombreux commentaires et suggestions ont grandement amélioré le document.

Nous tenons à exprimer aux habitants de Rivière-au-Renard toute notre empathie suite aux inondations du 9 août 2007.



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, l'exploration pour les hydrocarbures étant une des activités à y être insérée.

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 le gaz et le pétrole 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. Le détroit d'Honguedo, entre l'île d'Anticosti et la Gaspésie, est un tel terrain. Les levés permettront entre autres de 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.*, en prép.) et peuvent affecter toutes infrastructures qui pourraient être présentes.

Objectifs des levés

Le présent levé est le premier levé multifaisceaux dans le détroit d'Honguedo directement lié au programme PRDE. Les objectifs sont de couvrir la partie aval de la zone d'étude à partir de Rivière-au-Renard en remontant vers l'amont et en s'attachant aux levés déjà existants. Les levés existants sont ceux acquis par le Service

hydrographique du Canada pour le compte de divers projets de la direction des Sciences du Ministère Pêches et Océans Canada. La mission a permis de récolter 2213 km² de bathymétrie multifaisceaux (Figure 2) et d'intensité de la rétrodiffusion. Le long des lignes de sondage, un profil magnétique et un profil de sous-surface ont également été acquis.

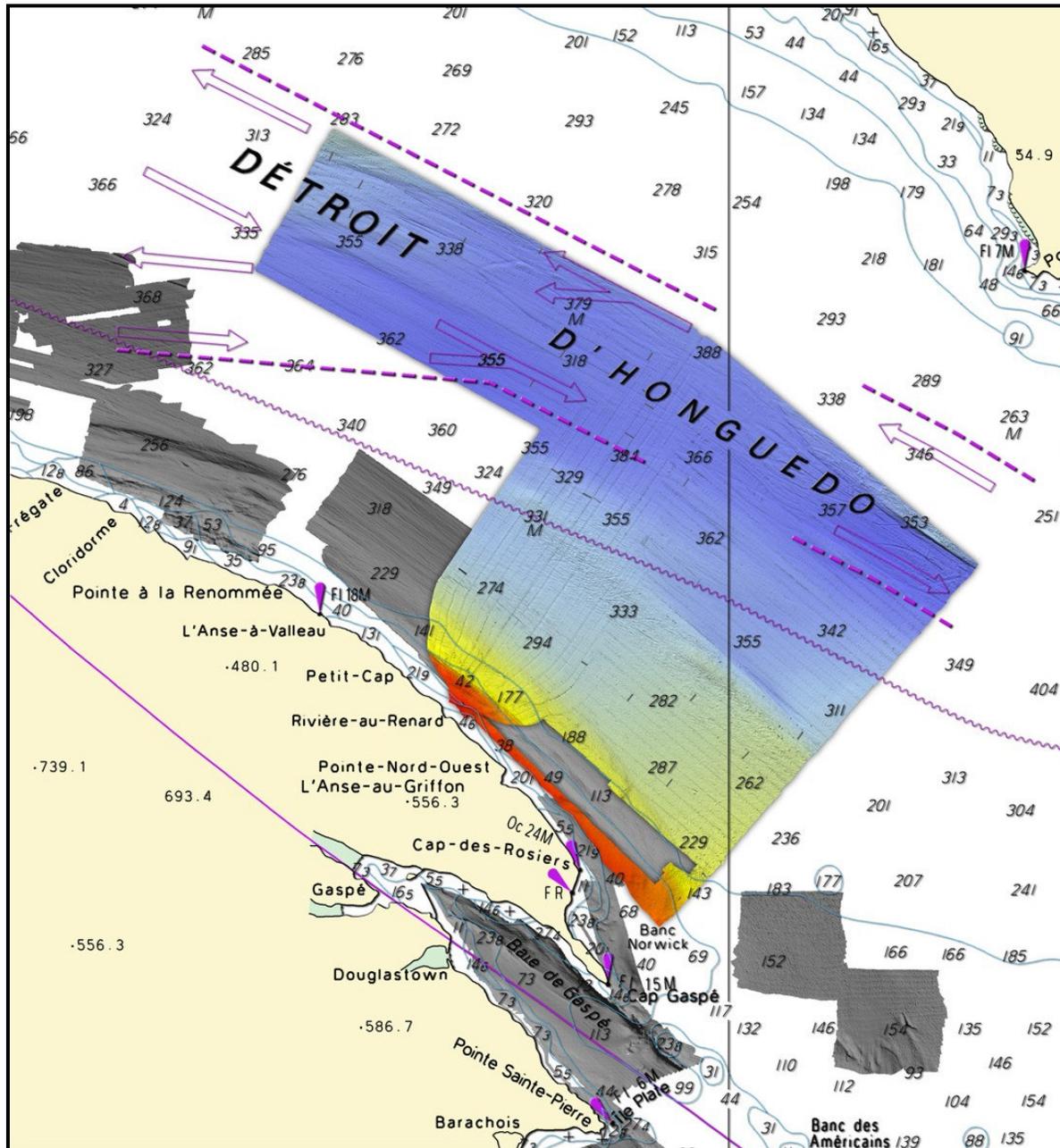


Figure 2- Image en relief ombragé de la couverture multifaisceaux du détroit d'Honguedo. Les régions en grisé correspondent à l'acquisition des données avant 2007. La région en couleur correspond à la couverture acquise lors du présent levé.

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.

Note 1: La partie II de l'expédition est consacrée à un levé financé par le programme PRDE dans le détroit d'Honguedo. Le début officiel du levé est le 22 juin et est en continuité directe du levé décrit dans Bolduc *et al.* (2007). C'est pourquoi la mission porte le même numéro. Toutes les heures sont en heure avancée de l'Est, sauf si indiqué autrement.

Note 2 : On traite les données acquises pendant la partie précédente du levé. Les données du détroit d'Honguedo sont idéales pour utiliser le module « CUBE » de HIPS-SIS. C'est l'hydrographe qui s'en occupe et met à jour la carte de façon journalière.

Note 3 – 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	Coordinated Universal Time	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 173, Vendredi 22 juin 2007

Transit Matane - Rivière-au-Renard, aucune ligne de sondage aujourd'hui

- Départ à 0735 de Matane, heure estimée d'arrivée à Rivière-au-Renard 1830.
- Roger Côté et Andrée Bolduc partent en voiture pour installer une deuxième station de base pour le magnétomètre.
- Le magnétomètre fourni par le Laboratoire géomagnétique de Ressources Naturelles Canada (Ottawa) est un modèle différent et requiert une installation différente (Figure 3) de celle de Mont-Joli. La station est installée dans une maison non-occupée du Parc national du Canada de Forillon.
- Mike Furlong rejoint l'équipe.
- Début du projet PRDE – Détroit d'Honguedo



Figure 3. Installation de la station de base au Parc national du Canada de Forillon. À gauche, le senseur magnétique a été installé en hauteur parce que le câble le reliant au récepteur (à droite) n'était pas assez long pour éloigner le senseur dans un champ ouvert. L'ordinateur portable a permis l'enregistrement en continu des données.

JJ 174, Samedi 23 juin 2007

Lignes de sondage 001 – 023

- Départ à 0630. Les instruments sont mis à l'eau à la sortie du port. Le magnétomètre doit être reparti plusieurs fois avant de finalement communiquer correctement.
- Profil de vitesse à 0730 ; 0800 ; 0915.
- La premier maître fait une familiarisation du navire pour Mike Furlong, puisque sa dernière présence à bord remonte à plus de 6 mois.

- Après vérification, le profileur de sous-surface Knudsen (Chirp) avait bien été démarré, mais l'enregistrement non. Aucune donnée de sous-surface pour le levé d'aujourd'hui.
- Retour à Rivière-au-Renard pour 1830. C'est l'anniversaire du commandant, un petit souper spécial est prévu.
- Un membre de l'équipe rapporte se sentir malade depuis quelques jours. Il croyait que ce n'était qu'une migraine due au voyage, mais sa condition s'est détériorée. Le commandant lui demande de passer à l'hôpital pour évaluation. À son retour vers 0130, il informe le chef de mission qu'il s'agit d'une infection virale hautement contagieuse. Le médecin demande 48 heures éloigné du navire. Si sa condition s'améliore, il pourra embarquer mardi matin, sinon, il devra retourner à l'hôpital.

JJ 175, Dimanche 24 juin 2007

Lignes de sondage 024 – 050

- Départ à 0645, mise à l'eau des instruments à la sortie du port. Début des lignes.
- Profil de vitesse à 0930.
- 1400 : le Chirp a été arrêté pour une période indéterminée et une cause inconnue, peut-être un clic de souris au moment du grand nettoyage. Reparti à 1357.
- 1445 : une anomalie très forte sur le magnétomètre (18 :27 :03 UTC) pourrait correspondre à une tache très claire sur la rétrodiffusion, à environ 400 m à tribord et 400 m de fond. Sera localisée lors de la prochaine ligne.
- 1630, de retour sur l'anomalie à 7 nœuds. Aucune réaction du magnétomètre. Une deuxième anomalie à la rétrodiffusion semble être un événement (Figure 4) sur le Chirp.
- Le magnétomètre réagit à quelque chose à 12 nœuds, mais pas à 7 nœuds, on repasse à 9 nœuds pour voir si le Chirp va voir quelque chose.
- 1735 : 14 nœuds pour changer de ligne, le magnétomètre fait des pointes intenses, trop rapide pour le Chirp, on n'a pas de réflecteurs. Sera vérifié demain.
- Le magnétomètre continue à faire des pointes, Surtout à 14 nœuds. Lorsque le poisson a été sorti de l'eau, des algues marines étaient accrochées aux nageoires, ayant peut-être causées les anomalies.
- L'équipier malade communique avec le chef de mission pour lui confirmer qu'il va un peu mieux, mais est encore affaibli. La décision est prise avec le commandant qu'il ne reviendra pas à bord avant mardi soir.
- Retour à Rivière-au-Renard à 2045.
- Vérification de la station de base à Forillon. Tout semble fonctionner normalement et le signal semble très stable.

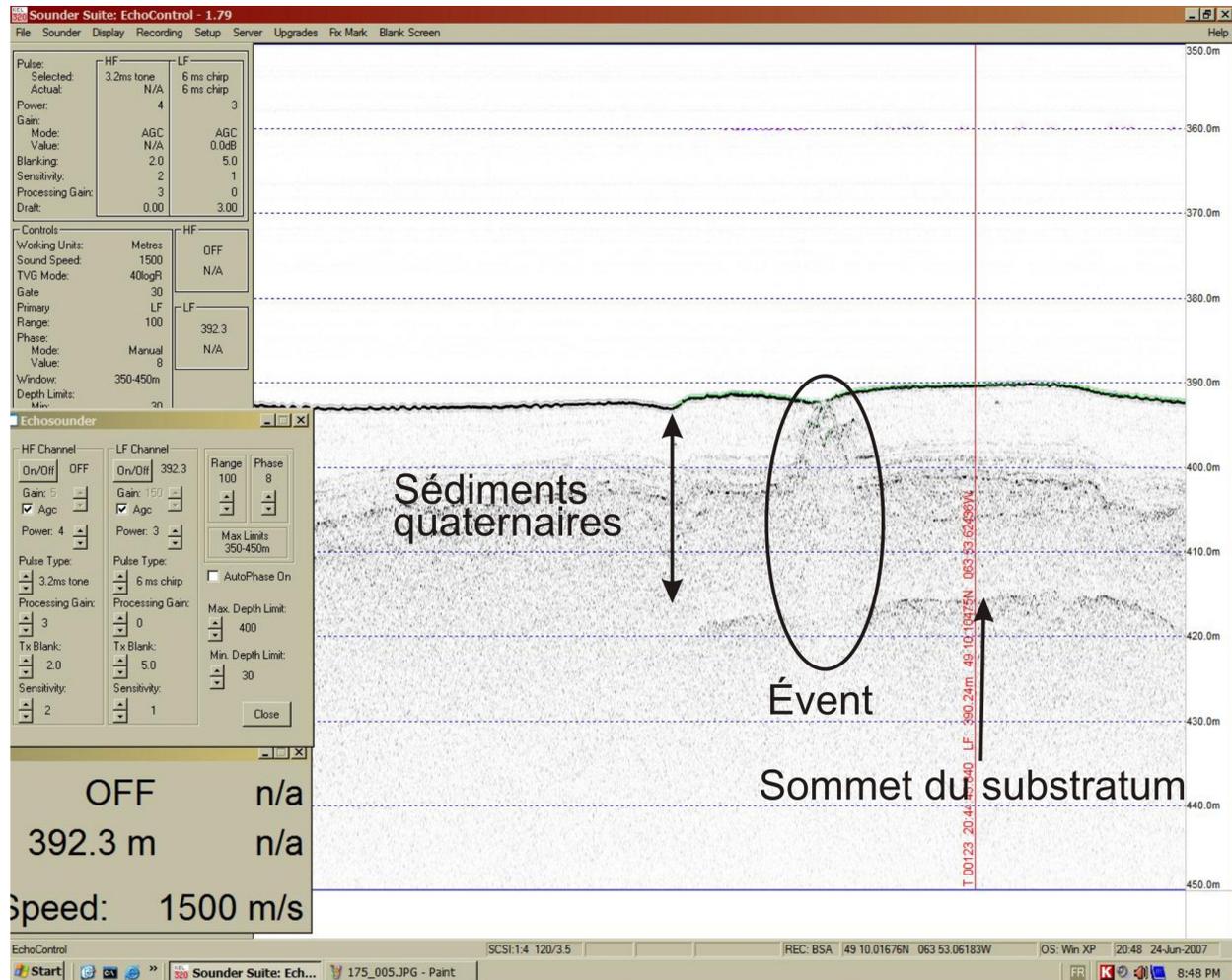


Figure 4. Capture d'écran du profileur de sous-surface qui pourrait correspondre à une tache claire sur la rétrodiffusion.

JJ 176, Lundi 25 juin 2007

Lignes de sondage 051 – 070

- Départ à 0700, mise à l'eau du magnétomètre, démarrage du Chirp. Début des lignes.
- Le magnétomètre fait encore des variations brusques, mais moins fréquemment qu'hier. À surveiller.
- Profil de vitesse à 0910.
- Le poisson du MVP est sorti de l'eau pour entretien et remplacement de certaines pièces (Figure 5).
- 1620, on a perdu la défense arrière, on ramène le magnétomètre pour aller la récupérer.
- Retour à Rivière-au-Renard à 1910.
- Il y aurait eu une panne d'électricité majeure à Gaspé ce matin. Une vérification de la station de base devra être effectuée pour s'assurer de son bon fonctionnement.



Figure 5- Entretien du poisson du MVP.

JJ 177, Mardi 26 juin 2007

Lignes de sondage 071 – 091

- Départ à 0610, mise à l'eau du magnétomètre, démarrage du Chirp. Début des lignes.
- Profil de vitesse à 0920.
- Aucun pic sur le magnétomètre aujourd'hui.
- 1130, on a une série de pics au magnétomètre, même patron qu'hier.
- L'éditeur SWATH ne semble pas avoir été appliqué sur toutes les lignes de Malbaie.
- 1630. L'équipier communique avec le chef de mission pour l'informer qu'il va beaucoup mieux. Il rejoindra le navire ce soir.
- Retour à Rivière-au-Renard pour 1830.

JJ 178, Mercredi 27 juin 2007

Changement d'équipage. Aucun sondage aujourd'hui.

- Traitement de données toute la journée.
- Le commandant doit être transporté à l'hôpital pour une blessure mineure.
- Le traitement des données Honguedo montre un artéfact sur les faisceaux gauches qui devrait pouvoir être corrigé grâce à un nouveau paramètre. Les faisceaux droits tombent toujours un peu, mais devrait être grandement corrigé en post-traitement. L'effet papillon des faisceaux externes ne peut pas vraiment être corrigé, mais peut être atténué selon l'illumination.
- La relève arrive vers 1200. Une stagiaire, Maude Audet-Morin de l'Université Laval passera le reste de la mission à bord du Creed.

- Des différences d'un mètre sont parfois observées dans les données de Malbaie pour des lignes contigües. Après vérifications de plusieurs paramètres, il s'agit probablement d'un problème lié à l'application de la marée prédite plutôt que de la marée réelle. Roger Côté va faire venir les fichiers de marée réelle. En attendant, on arrête le traitement de Malbaie pour passer à la vérification d'Estuaire.
- Vérification de la station de base du magnétomètre et sauvegarde des données. Tout fonctionne normalement.

JJ 179, Jeudi 28 juin 2007

Lignes de sondage 092 – 111

- Départ à 0620. Mise à l'eau du magnétomètre, démarrage du Chirp.
- Une rustine qui devait corriger un problème sur les faisceaux bâbords a empiré l'acquisition. Les paramètres originaux sont réappliqués.
- Profils de vitesse à 0730 ; 0800. Un profil arrêté à 0845.
- 1130. On aurait accroché un débris avec le magnétomètre. Tout fonctionne normalement.
- 1430. On vient de tourner vers le NW, les données du Chirp sont soudainement très mauvaises.
- 1545, Le Chirp était revenu à la normale, mais on vient encore de perdre la qualité du signal.
- La rustine est réessayée après validation de la structure du fichier. La qualité des données est améliorée.
- Retour au quai pour 1850.

JJ 180, Vendredi 29 juin 2007

Lignes de sondage 112 – 133

- Départ à 0600. Mise à l'eau du magnétomètre, démarrage du Chirp.
- Les vents passent de 10-15 nœuds à 25 nœuds avec une forte houle (2 m+). Le commandant prend la décision de retourner au port à 0930.
- 1030. Près de la côte, les conditions sont meilleures, Nous sonderons entre la ligne de 30 m et un sondage antérieur. Le Chirp est changé à puissance 2 pour le reste de la journée.
- 1400. Il y a beaucoup de variations d'intensité au magnétomètre. Depuis qu'on est en zone peu profonde, la qualité des données du Chirp est pauvre, très bruité.
- Entre Cap des Rosiers et l'Anse au Griffon, le magnétomètre fait beaucoup de pics.
- Retour au quai à 1815.
- Vérification de la station de base du magnétomètre. Tout fonctionne normalement. Sauvegarde des données.

JJ 181, Samedi 30 juin 2007

Lignes de sondage 134 – 166

- Départ à 0615. Mise à l'eau du magnétomètre, démarrage du Chirp.

- Le signal du Chirp est bruité en milieu peu profond, et devient progressivement plus clair avec la profondeur (Figure 6). En phase 6 ou 7, le signal est très clair.
- Pas de pics sur le magnétomètre, jusqu'à ce qu'on fasse notre premier tournant à l'aval du bloc. Les pics commencent au moment du tournant.
- 1300. La ligne est faite à 11 nœuds à cause de la houle et du vent. Les données du Chirp sont un peu meilleures, mais il semble y avoir peu de réflecteurs.
- On fait 2 transects à travers un gros évent, la puissance est augmentée à 3 sur le Chirp, mais le bruit est assez fort, on ne voit pas un aussi beau patron de réflexions que d'habitude. Rien au magnétomètre.
- Les pertes apparentes de signal du Chirp pourraient être dues à la vitesse. Lorsqu'on effectue des tournants serrés, ou lorsqu'on accélère pour passer d'une ligne à l'autre.
- Le bloc aval est terminé, y compris les 2 sections dans la zone moins profonde.
- Retour au quai à 1900.

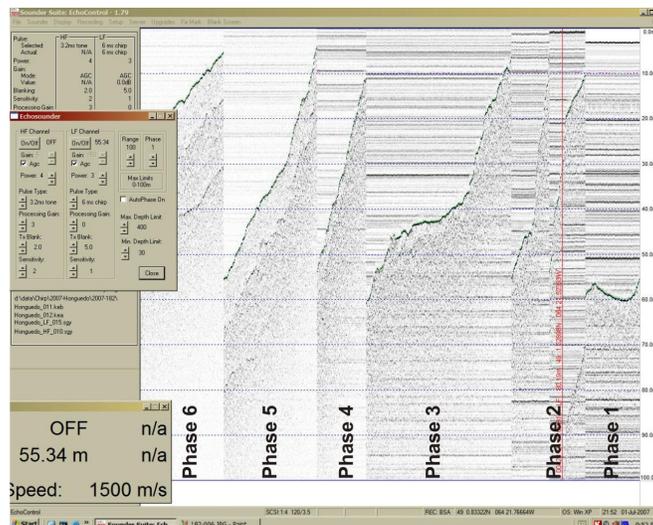


Figure 6- Détérioration du signal du Chirp de la phase 6 (250-350m de profondeur) à la phase 1 (0-100 m de profondeur).

JJ 182, Dimanche 1^{er} juillet 2007

Lignes de sondage 167 – 190

- Départ à 0640. Le vent est un peu plus fort que prévu, mais les conditions sont encore acceptables. Le magnétomètre ne démarre pas convenablement. Reprise après le déjeuner, tout fonctionne normalement à partir de 0740.
- On commence le bloc en amont du précédent, entre Rivière-au-Renard et Cloridorme.
- Le magnétomètre a beaucoup de variations d'intensité sur la ligne transversale. Moins important sur la ligne longitudinale.
- On doit refaire le profil de vitesse à quelques reprises, le poisson se remplit d'algues et n'envoie plus de signal. En après-midi, aucune pointe sur le magnétomètre, même sur la ligne transversale.

- On obtient une pénétration d'environ 40 m dans certains secteurs avec le Chirp.
- Retour au quai pour 1800.

JJ 183, Lundi 2 juillet 2007

Lignes de sondage 191-214

- Départ à 0620. Mise à l'eau des instruments. Démarrage du Chirp.
- 0930. Après 2 profils de vitesse en marche, on en fait un arrêté. Toutefois, parce que la mer est miroir, on remarque une fuite d'huile. Après inspection du MVP, il est constaté que plusieurs des connections suintent, probablement depuis quelques jours. Aucune fuite majeure n'est détectée. On fait le profil arrêté. Les suintements seront surveillés jusqu'à ce qu'un entretien puisse être fait et des produits absorbants sont installés pour prévenir un déversement en mer.
- Le magnétomètre avait été arrêté pendant l'inspection, il repart après 2-3 tentatives.
- Le commandant s'informe sur la possibilité d'isoler le Chirp, dont le bruit est agaçant. Un appel sera fait à diverses personnes pour trouver une solution.
- 1120. Perte d'intensité du signal du Chirp.
- 1220. On arrête les instruments pour descendre une caméra et vérifier l'hélice tribord (Figure 7). Il y a une vibration constante anormale. Aucune anomalie n'a été détectée à la caméra.
- 1235. Le magnétomètre est remis à l'eau, mais a de la difficulté à repartir. Le Chirp est reparti.
- Les données magnétiques sont très régulières. À peine un petit pic une fois de temps en temps.
- Retour au quai pour 1830.



Figure 7- Inspection de l'hélice tribord à l'aide d'une caméra sous-marine.

JJ 184, Mardi 3 juillet 2007

Lignes de sondage 215 - 241

- Départ à 0615. Mise à l'eau du magnétomètre, démarrage du Chirp. Le magnétomètre ne démarre pas correctement ce matin. Le problème principal semble être que le magnétomètre communique avec l'ordinateur pour quelques secondes, la synchronisation avec l'horloge du GPS se fait, mais on ne reçoit plus de données du magnétomètre.
- Le magnétomètre fait beaucoup de variations d'intensité encore aujourd'hui.
- Profil de vitesse. Le MVP ne descend pas correctement. Il doit être réinitialisé plusieurs fois.
- 1100. Les données du Chirp sont très mauvaises depuis qu'on a commencé la ligne vers le NW, qui est un peu plus agitée à cause des vents de face.
- Le magnétomètre fait des pics sur les lignes nord-ouest, ce qui pourrait vouloir dire qu'un régime de moteur particulier induit un bruit dans les données. Après vérification, lorsque le régime du moteur est à 1600 rpm, la vitesse du poisson dans l'eau est probablement beaucoup plus grande et le poisson est régulièrement hors de l'eau, au-dessus des vagues. À 1100 rpm, la vitesse dans l'eau est réduite, ce qui permet au poisson d'être toujours dans l'eau et de donner un signal beaucoup plus constant.
- Retour au quai à 1900.
- Le nez du magnétomètre est démonté pour vérifier le bon état et l'étanchéité des connections. Tout est normal.

JJ 185, Mercredi 4 juillet 2007

Lignes de sondage 242 – 2xx

- Départ à 0615. Mise à l'eau du magnétomètre, démarrage du Chirp. Le magnétomètre démarre plus rapidement, mais essentiellement les mêmes problèmes sont rencontrés.
- Le MVP ne répond pas ce matin. On utilise les profils d'hier.
- Toutes les connections du MVP sont vérifiées, une des prises est débranchées sous la table du lab. Le MVP re-fonctionne normalement.
- Excellente journée, retour au quai plus tôt, à 1700, en vue de la démobilisation.
- Fin du levé 2007 – Honguedo

JJ 186, Jeudi 5 juillet 2007

Transit Rivière-au-Renard – Rimouski

- L'équipe scientifique quitte le navire à 0600. Roger Côté, Andrée Bolduc et Maude Audet-Morin repartent en fourgonnette vers Rimouski, tandis que Mike Furlong repart de son côté pour Halifax, et l'équipage ramène le Creed à Rimouski.
- Démantèlement de la station de base magnétique à Forillon.
- Andrée Bolduc continue vers Québec. Fin de la mission.

Résultats préliminaires

La prochaine section rapporte les résultats préliminaires du levé multifaisceaux, du levé magnétique et du levé de profileur de sous-surface (Figures 2, 8 et 9).

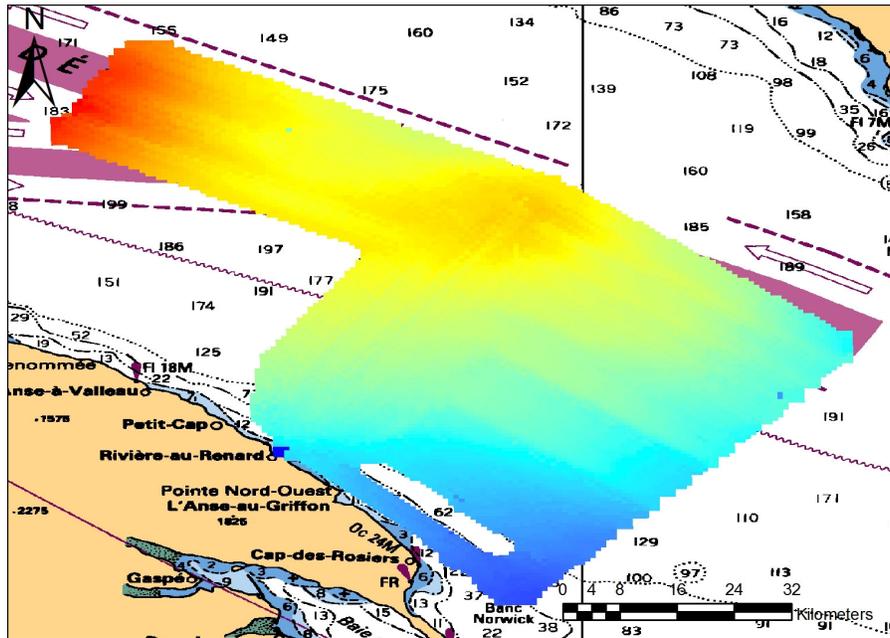


Figure 8- Image des données du magnétomètre marin tracté le long des lignes de sondage. Les couleurs chaudes indiquent des valeurs plus élevées et les couleurs froides indiquent des valeurs plus basses.

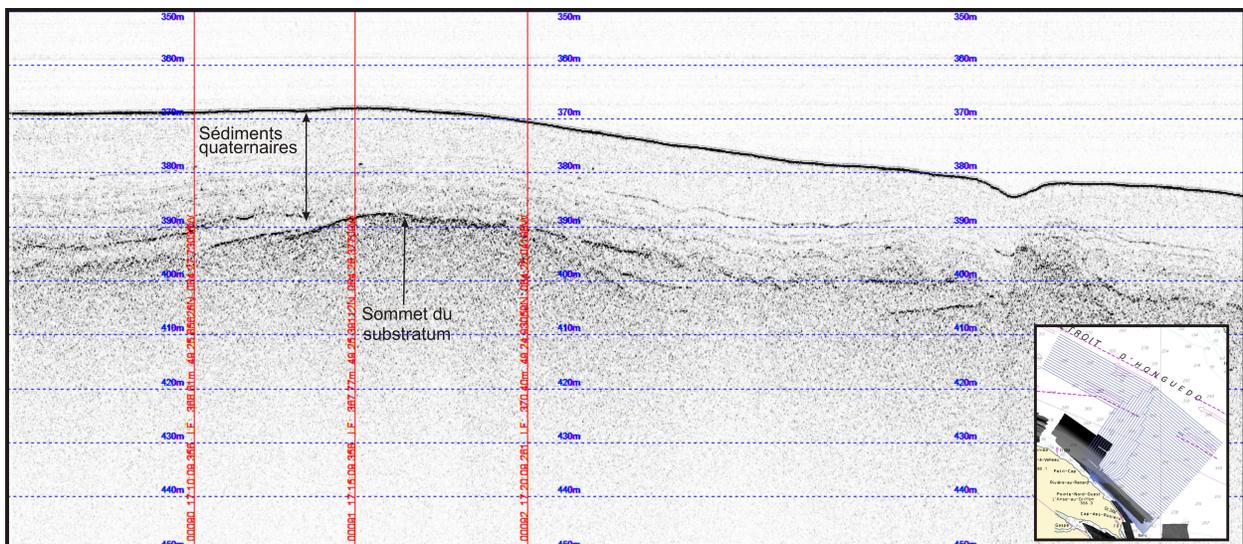


Figure 9- Image des données du profileur de sous-surface. En médaillon, localisation des lignes de navigation.

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, premier maître et cuisinier). 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 10). 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, 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.

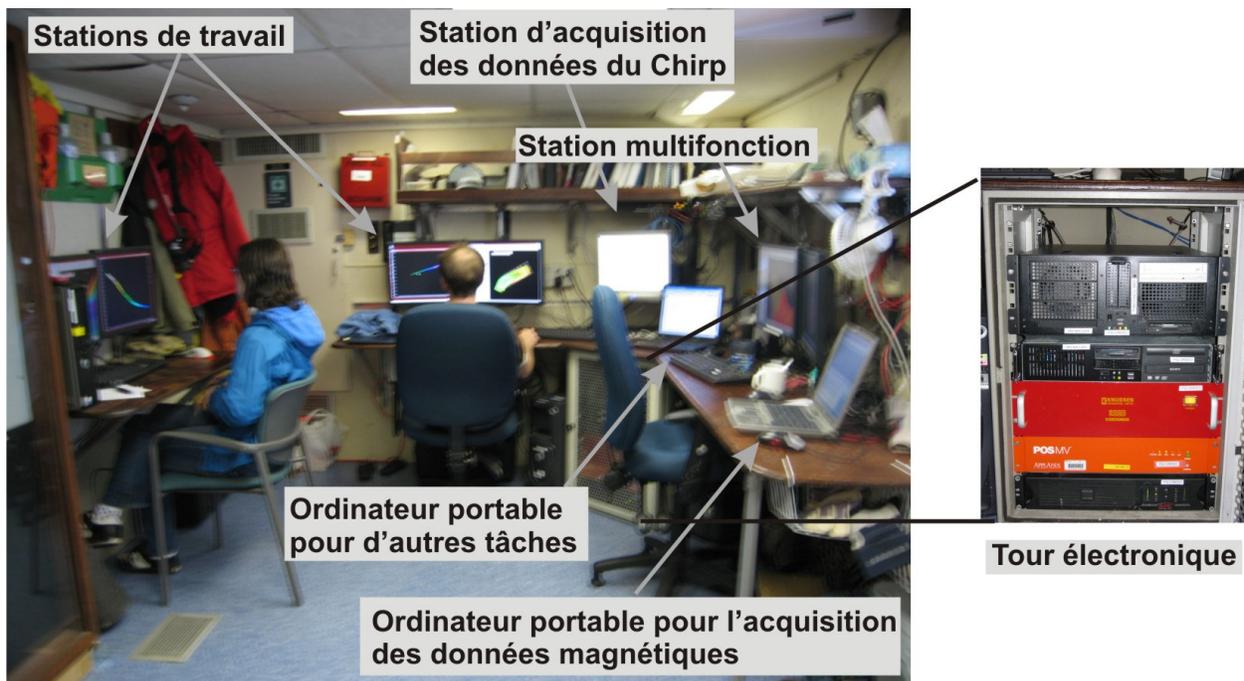


Figure 10- Laboratoire de traitement des données à l'arrière du pont principal.

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 est 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 aller 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 stabilisée 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 était 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 du marégraphe de Rivière-au-Renard (station du réseau permanent SINECO). Les données de ce marégraphe 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 11). 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 10), il y a une station de travail primaire (« multifonction ») et deux stations de travail secondaires pour le traitement des données, qui sont transférées de la station d'acquisition à la station multifonction via au réseau 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 11. 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 « multifonctions » 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.
11. Éditer la réfraction. Lorsque nécessaire, cet éditeur est utilisé pour enlever 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. 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 plutôt de bonne qualité (Figure 9) lorsque la vitesse d'acquisition était inférieure à 12 nœuds et que la colonne d'eau était de 200 m et plus.

Acquisition des données

L'acquisition des données de l'échosondeur est contrôlée à partir du laboratoire (Figure 10). 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, 6 ms, puissance 2, 'range' 100, 'autophase off', profondeur maximale à 500 m
4. Démarrage l'enregistrement
5. Enregistrement périodique de captures d'écran au besoin
6. Fin de l'enregistrement, éteindre le 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.
- Le 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.

- Perte momentanée de la force du signal (Figure 12). Aucune solution, le problème semble se résorber par lui-même, mais pourrait être dû à des périodes de vitesse accrue.

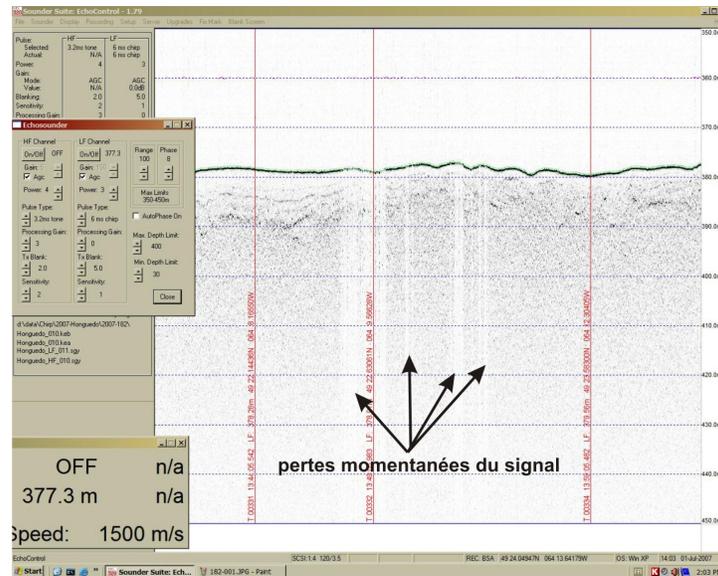


Figure 12. Exemples de perte d'intensité du signal du Chirp qui peuvent durer quelques secondes à quelques minutes.

Magnétomètre marin SeaSpy:

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 13). 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 13. Déploiement du magnétomètre.

Procédure de déploiement

1. Point de traction sur le poisson : on a mesuré 60 m de câble sur le quai (3 fois la longueur du navire). Les points de traction ont été créés avec une corde tressée Samson fixée à l'aide de ruban gommé fort.
2. Point de traction sur le navire : 1 m de corde tressée Samson a été attaché au garde-fou du pont arrière à l'aide d'une manille à relâchement rapide (Figure 14).

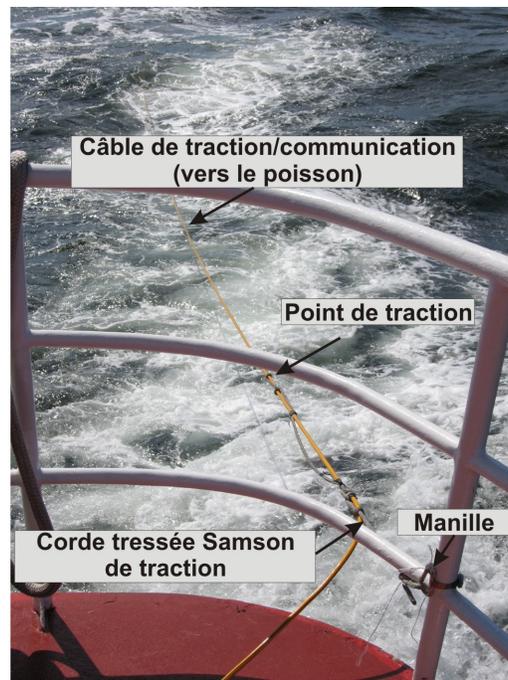


Figure 14. Points d'ancrage du magnétomètre.

3. Bobine de câble : environ 60 m de câble est lâchement enroulé autour des attaches bâbord (Figure 12). La bobine de bois est entreposée sur le pont-passerelle arrière. Le câble est relié au laboratoire par un conduit de ventilation jusqu'à un adaptateur, puis de l'adaptateur à une petite boîte noire d'entrée. La boîte noire d'entrée se sépare vers un port d'entrée parallèle et une source d'énergie (voir le manuel pour de plus amples informations).
4. Configuration de l'entrée GPS. Le logiciel requiert l'entrée des données de navigation selon le standard NMEA dans un port parallèle. Le baud, ou vitesse de connexion, et la parité, etc. doivent être précisés. Dans le cas présent, le baud est 4800 bits/sec et il n'y a pas de parité. La navigation est mise à jour au 10 Hz.
5. Détermination du décalage entre le poisson et l'antenne GPS du navire. Dans le cas présent, environ $3 \times \text{longueur du navire} + \text{le décalage navire} - \text{DGPS/RTK (7.5 m)} + \text{point d'ancrage (+1 m)} = 68 \text{ m}$.

6. Procédure de déploiement : 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 calculé. Le navire ralentit jusqu'à une vitesse de 2-4 nœuds. Le poisson est descendu sous le garde-fou, 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 12). Le point de traction sur la dernière boucle est manœuvré par la première personne pendant que la deuxième personne attache le point d'ancrage sur le câble à celui sur le garde-fou. 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 débiter l'enregistrement. Ramener la vitesse du navire à la vitesse d'acquisition (10-12 nœuds) (Figure 15).

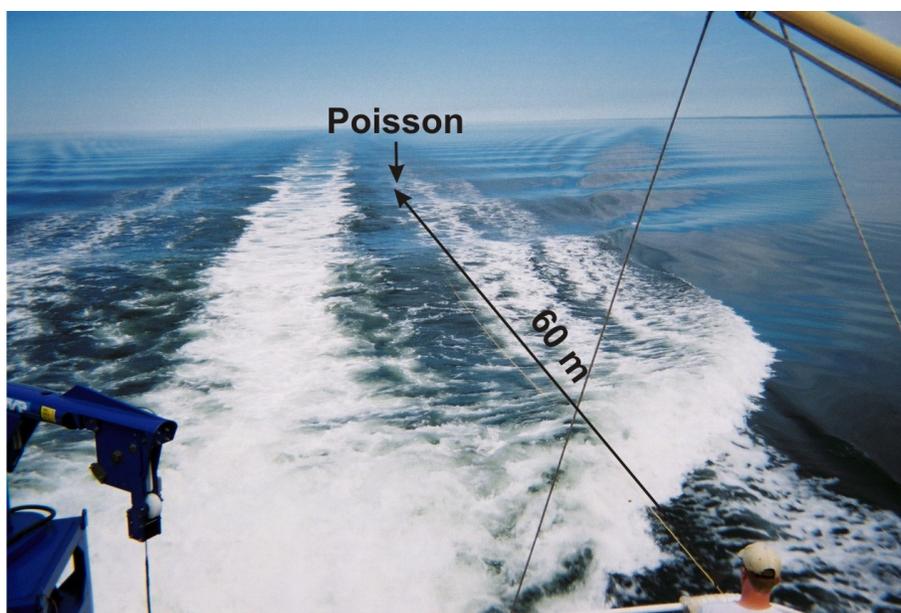


Figure 15. Traction du magnétomètre lors de l'acquisition des données.

7. Procédure de récupération : Diminuer la vitesse à 2-4 nœuds. La première personne récupère le poisson pendant que la deuxième personne replace 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 16). 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.



Figure 16. Remisage du magnétomètre sur le pont.

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

En plus de la station de base installée à l'IML (Bolduc *et al*, 2007), une autre station a été installée dans une maison non-occupée du Parc national du Canada de Forillon (Figure 16). Le capteur a été installé sur un mat temporaire à l'extérieur de la maison puisque le câble reliant le capteur à l'enregistreur était trop court pour permettre l'installation dans le champ gazonné à l'arrière de la maison (Figure 3). 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. Il n'a pas été possible de coupler un GPS à la station. La localisation de la maison provient d'une carte ... La synchronisation entre la station de base et le magnétomètre marin est interpolé par les horloges internes des ordinateurs portables. La dérive des horloges ne semble pas importante. La batterie interne du portable n'était pas fonctionnelle, la station a été vérifiée régulièrement pour s'assurer du bon fonctionnement des appareils électroniques.



Figure 16. Localisation de la station de base magnétique au Parc national du Canada de Forillon (étoile rouge).

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., 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., 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 Supplement, 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., 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>)