

LABORATOIRE DE GÉOSCIENCES APPLIQUÉES (LGA)

Responsable :
Professeur Marc Richer-LaFlèche, géo., Ph.D.



Institut national
de la recherche
scientifique

Le LGA intervient dans des domaines de recherche appliquée pour plusieurs intervenants socio-économiques du Québec :

Industries

- Industrie minière (métaux de base, Au, PGM, Cr, Fe)
- Industries gazière et pétrolière

Gouvernements

- Ressources naturelles
- Sécurité publique
- Transports
- Santé publique

Municipalités et MRC

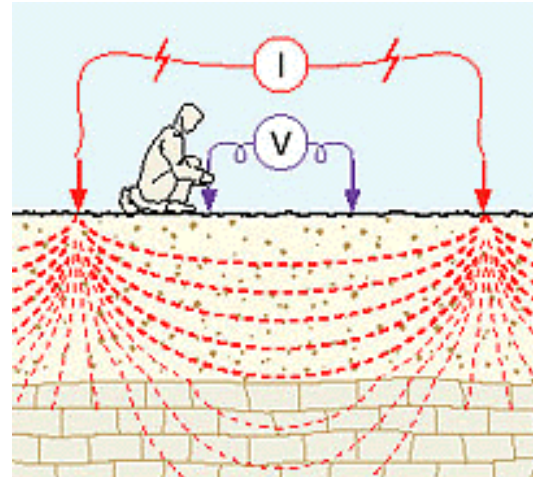
Géophysique appliquée

	<u>Page</u>
• Tomographie géoélectrique	4
• Levé audiomagnétotellurique	10
• Induction électromagnétique	15
• Levés gravimétriques	18
• Levés magnétométriques	22
• Levés radiométriques	27
• Levés aquatiques	29
• Logistique de terrain	37

Tomographie géoélectrique (ERT)

Imagerie du Quaternaire et du socle rocheux jusqu'à 800 m de profondeur (0-100 m, 0-400 m et 0-800 m)

- Résistivité électrique normale, complexe ou spectrale, polarisation induite (discrimination graphite vs sulfures vs oxydes de fer)
- ABEM Terrameter SAS 4000 (0-100 m)
- ABEM Terrameter LS (0-400 m)
- Zonge GDP-32 – Mux-ERT 15 amp (0-800 m)
- Génératrice Diesel Zonge 30 kW



Levé d'imagerie géoélectrique (ABEM Terrameter LS)



- Système ABEM Terrameter LS (8 canaux)
- Câbles terrestres multi-électrodes (2000 m)
- Câbles terrestres multi-électrodes (400 m)
- Câbles marins (aquatiques)
- Génératrice



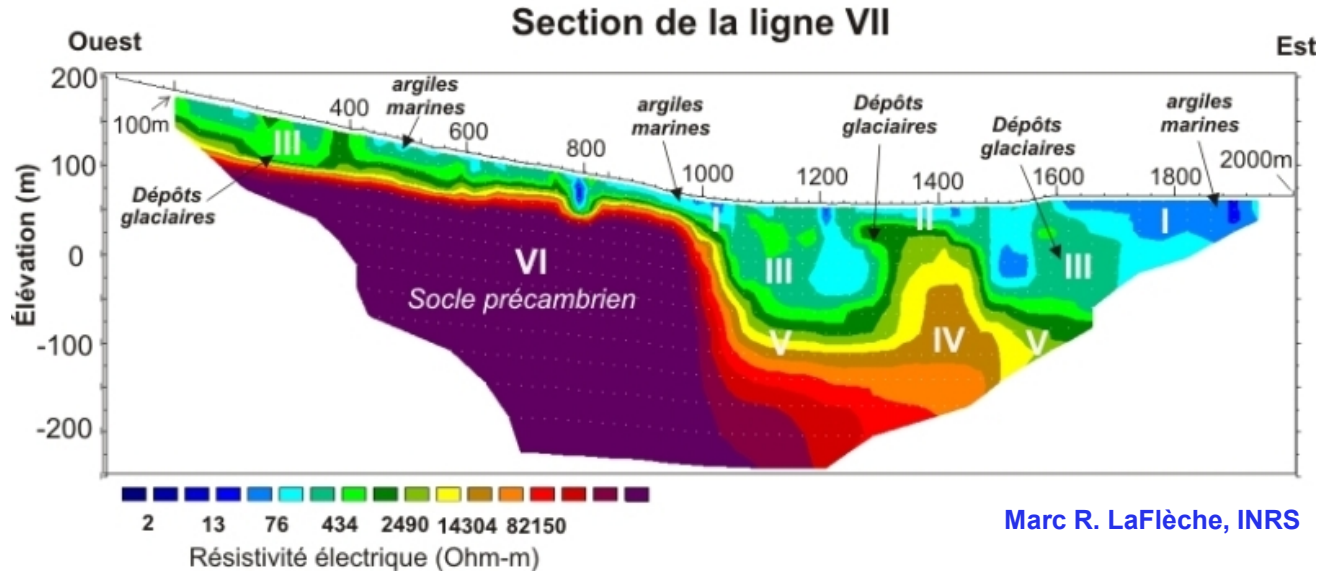


Systeme Terrameter LS



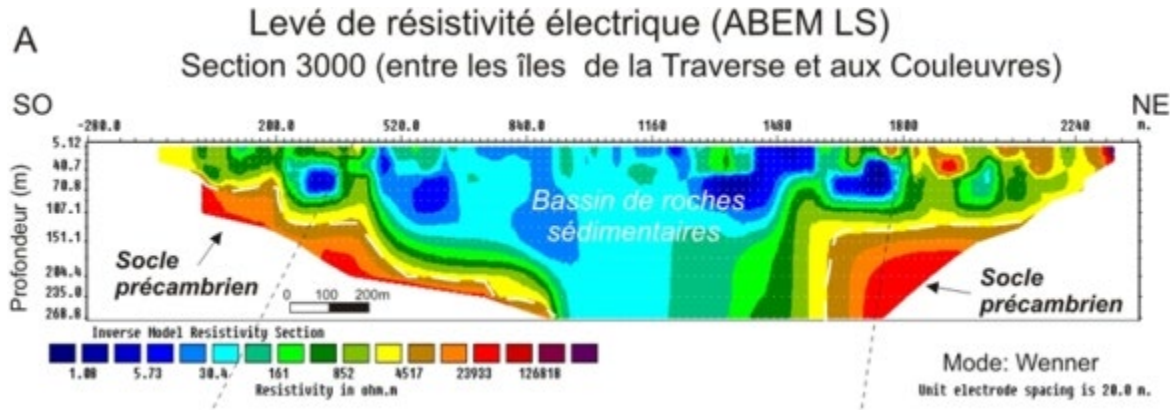
Imagerie tomographique de la résistivité électrique

Vallée du Gouffre, Charlevoix



- Pénétration verticale jusqu'à 300 m et plus (en mode dipôle-dipôle)
- Identification des anorthosites (socle), des roches ordoviciennes et des dépôts quaternaires glaciaires et marins

Imagerie tomographique géoélectrique (lac St-Jean, hiver 2011)

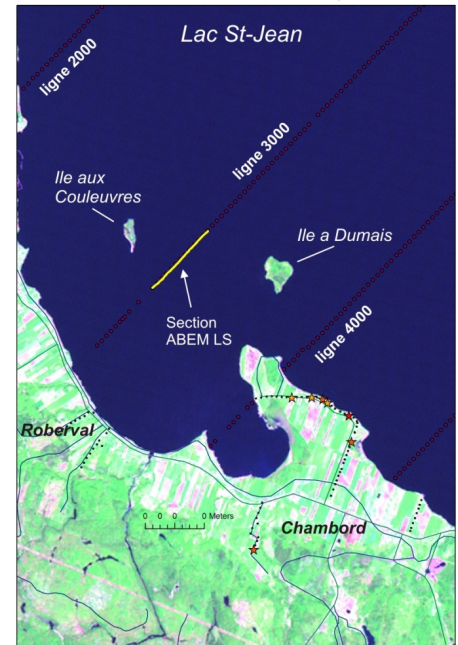


L'évaluation de la géologie du substrat rocheux sous les sédiments quaternaires et lacustres du lac St-Jean est possible grâce aux contrastes des valeurs de résistivité électrique des différentes unités.

Des structures de graben sont observées dans la partie SO de la section. Le centre de la section est dominé par les roches ordoviciennes (shales et calcaires).

- Méthodologie :
- Système Terrameter LS
 - Génératrice et tarières à glace
 - Électrodes sous la glace
 - 2000 m de câbles multi-connecteurs
 - Sonar
 - DGPS

Localisation du levé de résistivité électrique ABEM LS



Marc R. LaFlèche, INRS

Système ERT de haute puissance

Imagerie tomographique :

- Résistivité électrique
- Polarisation induite
- Signature électromagnétique rémanente (REM)
- Résistivité électrique spectrale et complexe
- Génératrice diesel 30 kW

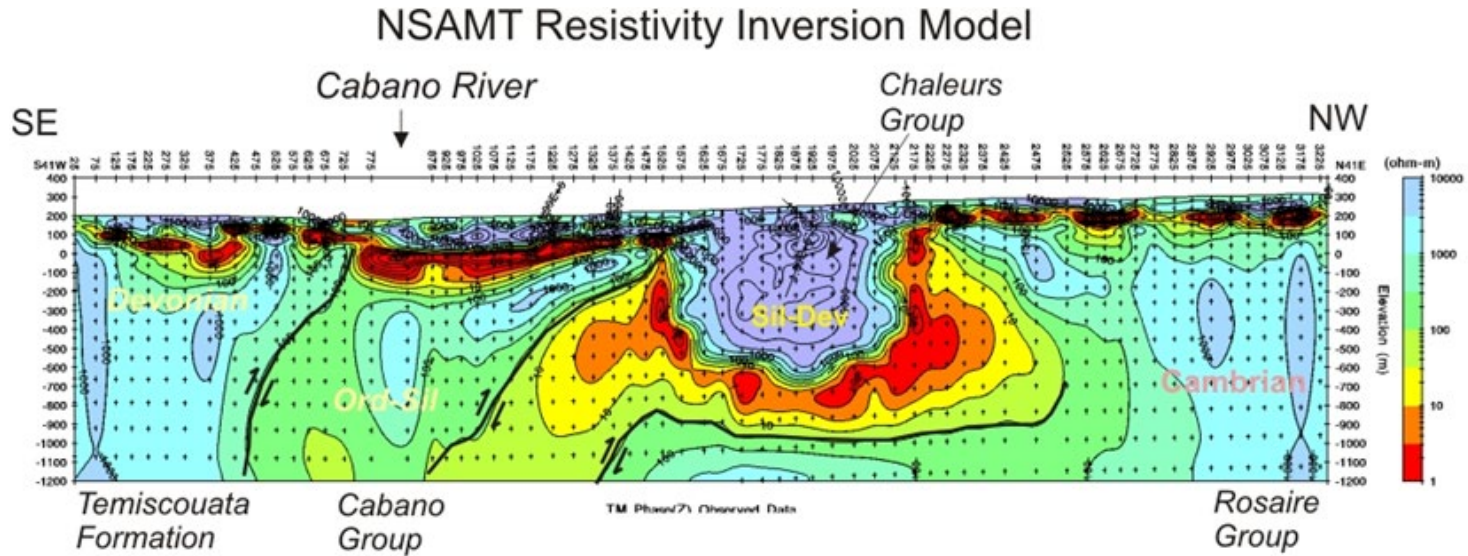


Levé audiomagnétotellurique

Imagerie géoélectrique du socle rocheux jusqu'à 2000 m de profondeur

- Mesures de la résistivité électrique
- Système AMT-MT de Zonge (GDP-32)





Marc R. LaFlèche, INRS

Levé AMT réalisé de part et d'autre de la faille régionale du Témiscouata

- Localisation de failles de chevauchement
- Imagerie précise des unités de roches sédimentaires (Cambrien à Dévonien)
- Section verticale de plus de 1500 m de profondeur

Levé audiomagnétotellurique à source contrôlée (CSAMT)

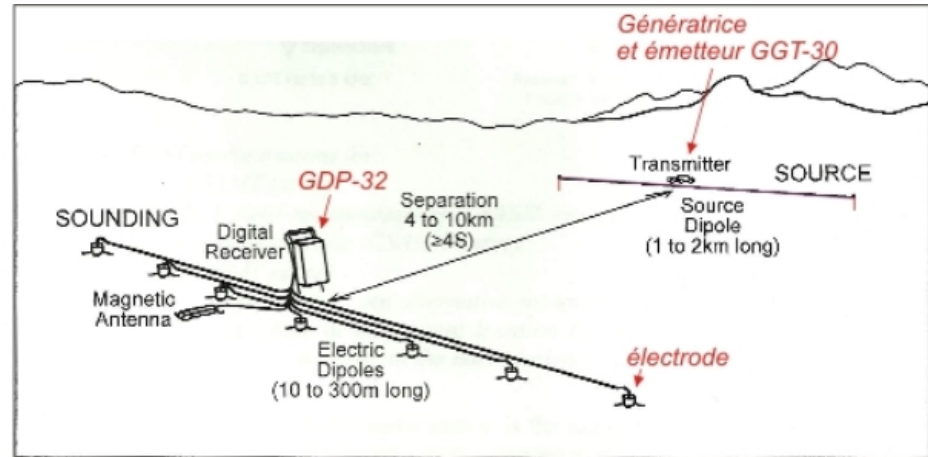
Lac St-Jean, 2011



Marc R. LaFlèche, INRS

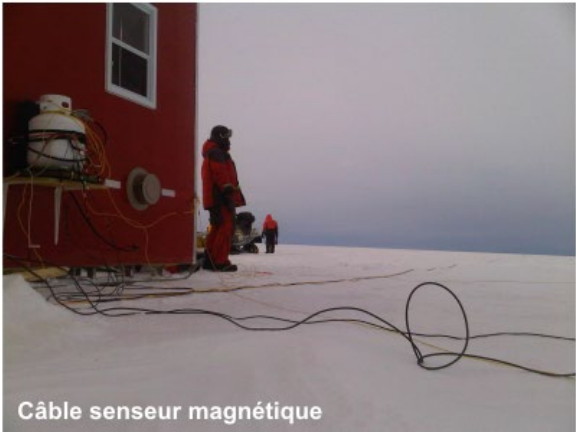
Systeme Zonge

- GDP32 II -10 canaux
- Antennes AMT (ANT-6)
- Câbles (8*50 m /8*100 m /8*200 m)
- Génératrice diesel (30 kW)
- Émetteur GGT-30

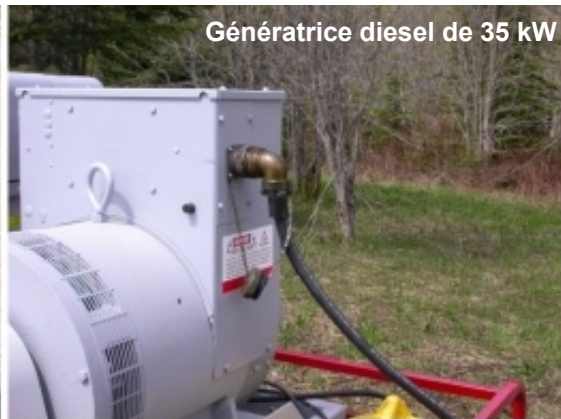
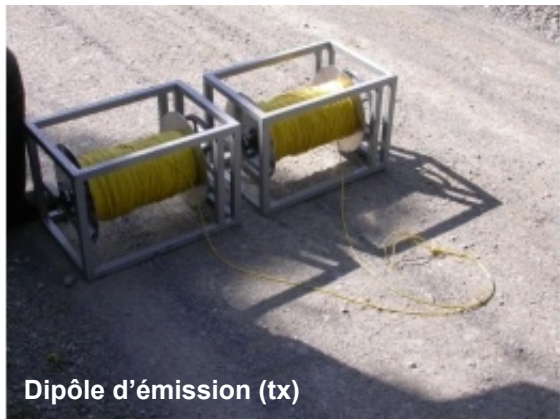


Dispositif CSAMT de type scalaire (reconnaissance)

Levés audiomagnétotelluriques à source naturelle ou contrôlée



Levé CSAMT



Le CSAMT est une méthode audiomagnétotellurique à source contrôlée par un émetteur dipolaire kilométrique de très haute puissance.

Cette méthode permet la réalisation de levés dans des secteurs bruités par la présence de lignes électriques ou de zones habitées.

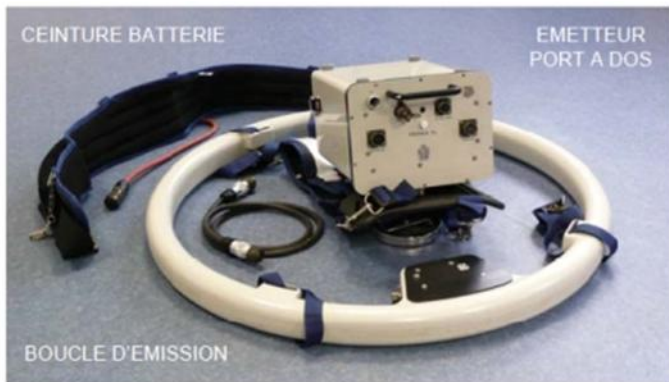
Essais mai 2010
(ch. de la Réserve, St-Eusèbe, Témiscouata)

Méthodes d'induction électromagnétique

Mesures de la conductivité électrique (ou RE) et de la susceptibilité magnétique.

Détection de sulfures massifs, de formations de fer, de graphite.

- **Promis-10** (Iris Instruments) câbles de 20, 50, 100, 200 et 400 m. Émetteur haute puissance. (profondeur d'investigation de 1-400 m)
- **GEM-2** (Geophex) sonde couplée à un DGPS pour cartographie rapide du terrain (profondeur d'investigation de 0-30 m)
- **Sonde EM-31** (profondeur d'investigation de 0-6 m)



EMETTEUR



RECEPTEUR

Système Promis-10
(photos : Iris Instruments, France)



Système GEM2 (Geophex)



Système EM31 (Geonics)



Levé mobile de conductivité électrique et de susceptibilité magnétique GEM2 avec GDPS (Charlevoix, 2009)

Levé gravimétrique

Levés gravimétriques régionaux terrestres ou sur glace

- Cartographie géologique
 - Prospection de sulfures massifs, formations de fer
 - Localisation de failles
 - Exploration gazière et pétrolière
- Gravimètre Scintrex CG5
 - GPS RTK (résolution centimétrique)
 - Station de base RTK et répétières radios Pacific Crest



Levé gravimétrique

Gravimètre Scintrex CG5



Gravimètre CG5

Marc R. LaFlèche, INRS

RTK Astech Magellan Pro-Mark 500

Antennes Pacific Crest et radio



GPS RTK Pro-Mark 500
Station Pacific Crest

Marc R. LaFlèche, INRS

Levé gravimétrique sur terre et sur glace

Charlevoix, 2009

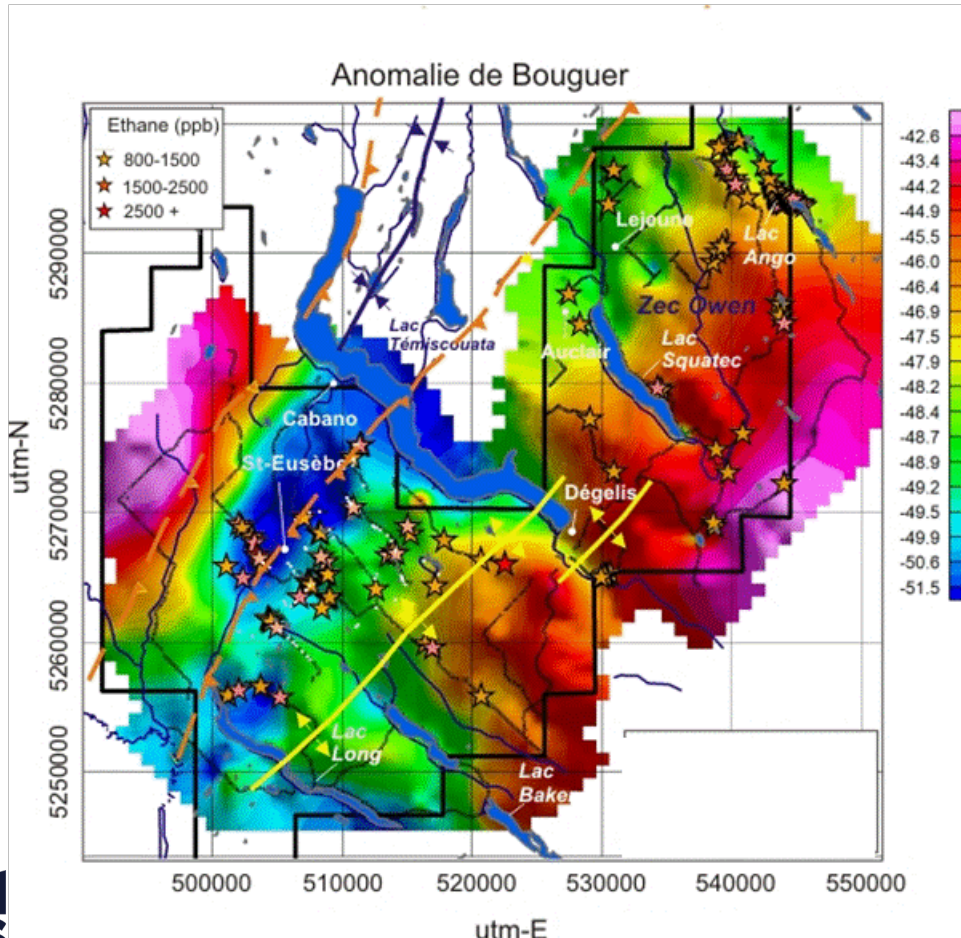


Marc R. LaFlèche, INRS

Lac St-Jean, 2010



Marc R. LaFlèche, INRS

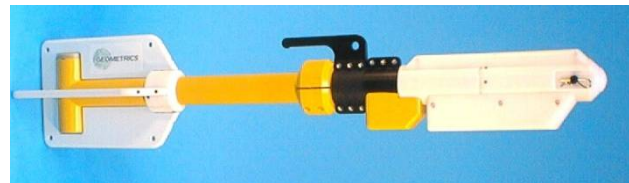


Exemple d'un levé gravimétrique de plus de 3000 stations réalisé par l'INRS dans la région du lac Temiscouata (pour les Mines JAG Ltée)

Levés magnétométriques

Levés magnétométriques régionaux terrestres ou aquatiques

- Cartographie géologique
 - Prospection de gîtes de sulfures massifs, formations de fer
 - Localisation de failles
 - Exploration diamantifère
 - Exploration gazière et pétrolière
 - Détection sous-marine
-
- **Magnétomètre GSM19** (mag et grad) et CDGPS métrique (jusqu'à 5 mesures/sec)
 - **Station de base GSM19**
 - **Magnétomètre subaquatique Geometrics 882** (10 mesures/sec) avec sonar et altimètre



Levés magnétométriques mobiles



Remorques de géophysique pour levés magnétométrique et de conductivité électrique mobiles

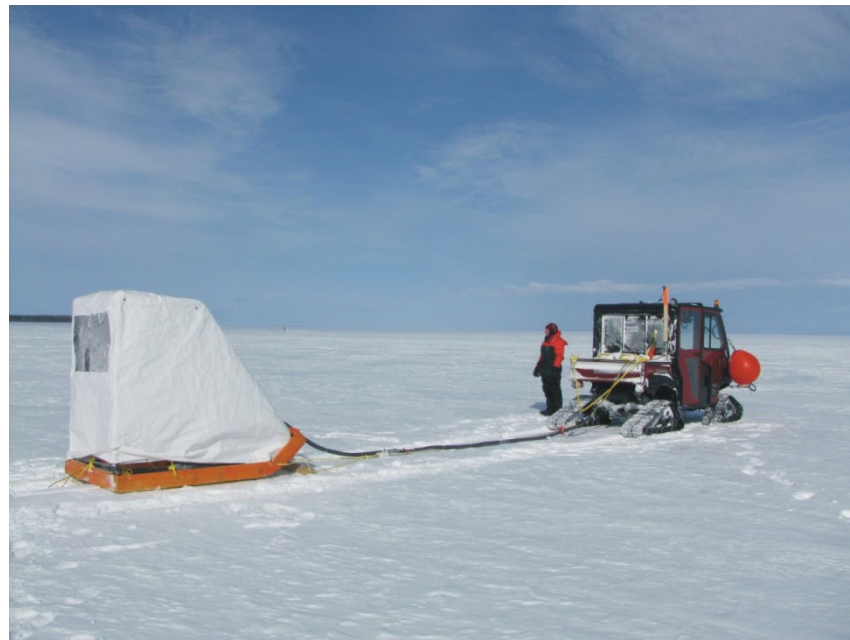
Levés magnétométriques mobiles

Charlevoix, 2008

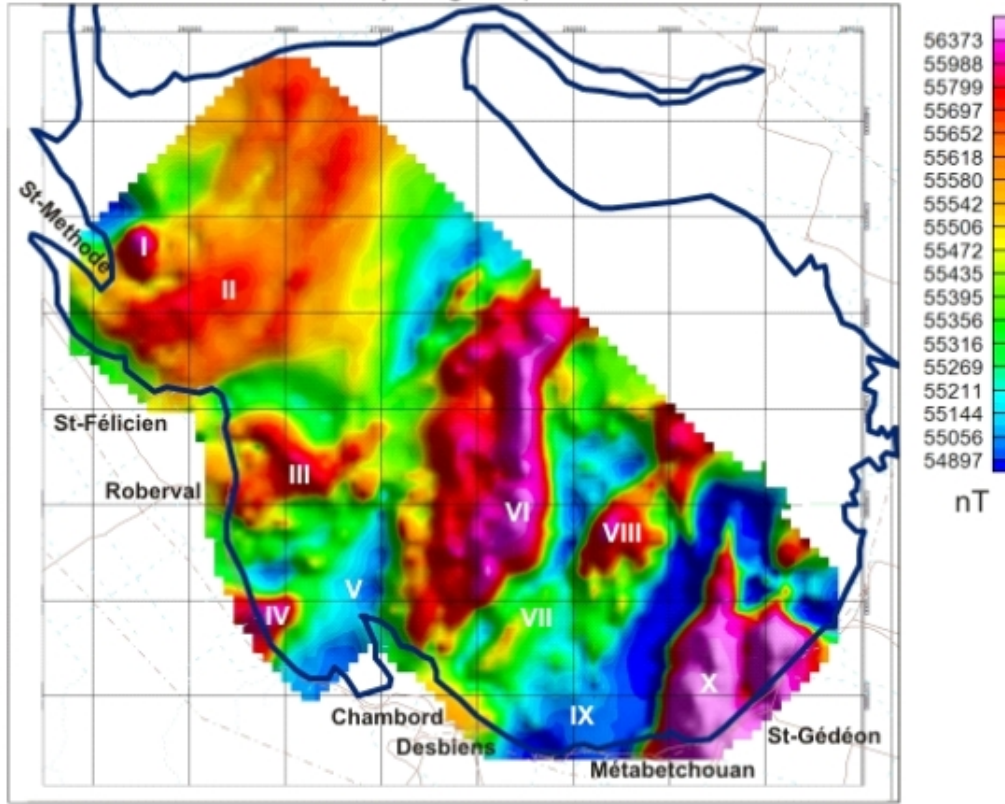


Remorque en aluminium (non magnétique)
Magnétomètre GSM19 (WG) et CDGPS

Lac St-Jean, 2009



Levé magnétométrique Lac St-Jean
Champ magnétique total



Levé magnétométrique sub-aquatique réalisé sur le lac St-Jean en 2010 (pour Les Mines JAG Ltée)

- Bateaux utilisés : Pélican et Cormoran
- Magnétomètres : Geometrics G882 et GSM19 (Base)

Levé radiométrique mobile



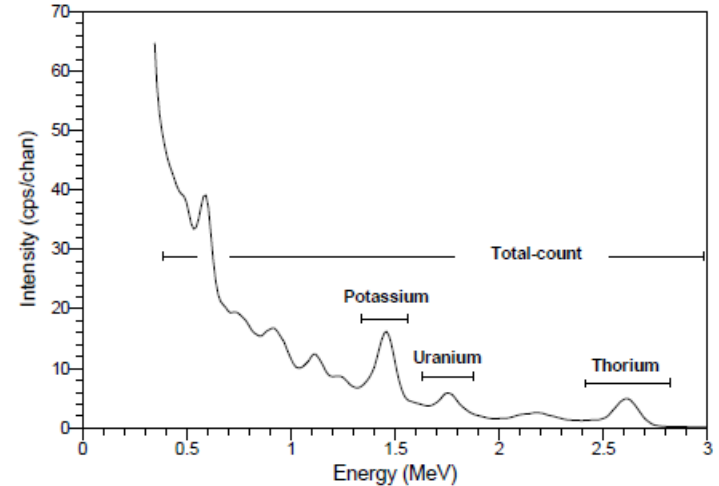
Détecteurs : 2 cristaux NaI de 10 litres

Spectromètre radiométrique gamma

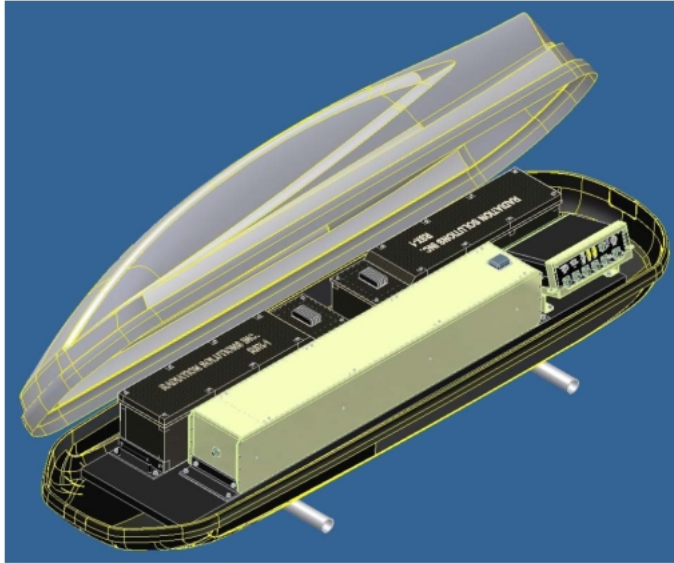
DGPS : Trimble

Applications :

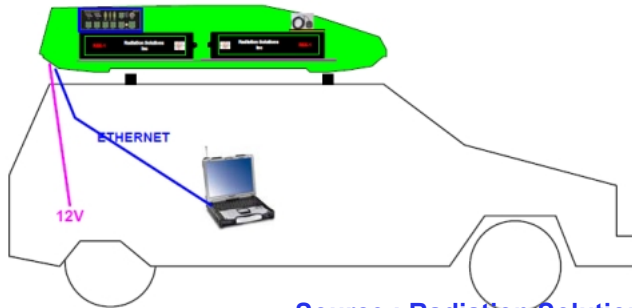
- Cartographie altération potassique (VMS, Or)
- Cartographie géologique (K, eTh, eU)
- Exploration pour l'uranium et le thorium
- Détection de pegmatites
- Détection d'halos d'altération (*soil gas*)
- Exploration carbonatites, Nb, Ta, terres rares
- Agronomie de précision



Système radiométrique RS 700

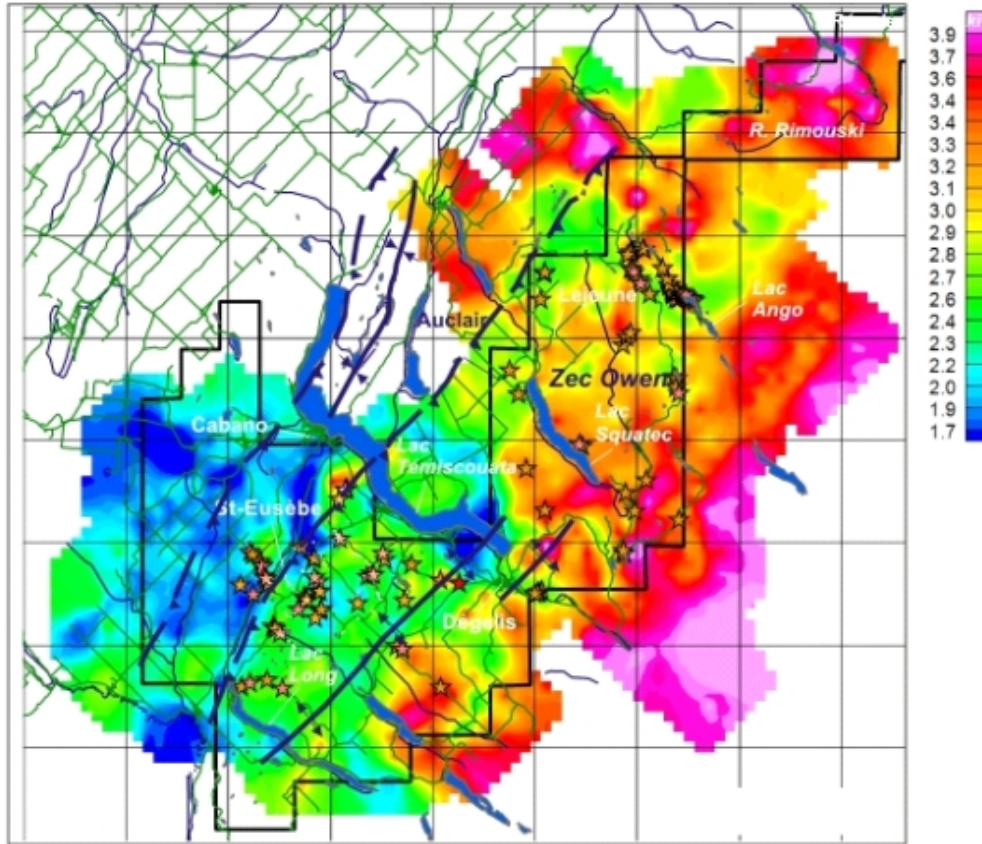


Système utilisé par l'INRS et pouvant être déployé sur terre (camion, VTT) ou en hélicoptère



Source : Radiation Solutions inc.

Distribution de l'uranium (eU ppm)



Exemple d'un levé radiométrique terrestre réalisé par l'INRS dans la région du lac Témiscouata (pour Les Mines JAG Ltée)

Levés aquatiques

Le Pélican



Marc R. LaFlèche, INRS



Le Pélican

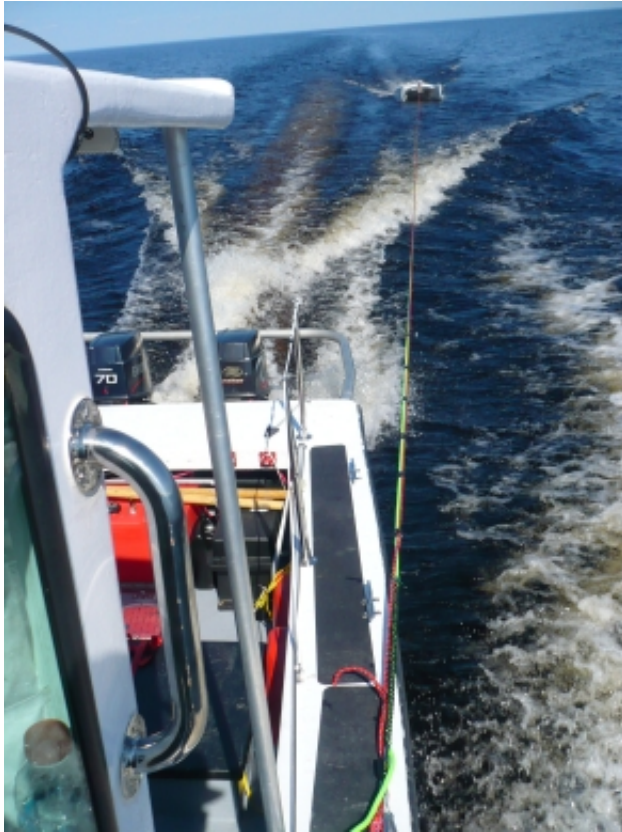
- Bateau marin de 26 pieds
- 2 moteurs 90 Hp (4 temps)
- Remorque pour la grande route
- GPS, DGPS et GPS RTK
- Radar, sonar
- Équipements de sauvetage SOLAS *offshore*
- Certification Transport Canada
 - Pilotes certifiés (Institut maritime du Québec)
 - Bateau avec équipage mobilisable en 48 h (mai à novembre)

Équipements de géophysique

- Profileur acoustique CHIRP (Bathy 2010P-Syqwest)
- Magnétomètre au césium avec sonde bathymétrique et altimètre (Geometrics G882)
- Câbles sub-aquatique ABEM pour levés de résistivité électrique (Terrameter LS) sur l'eau
- Systèmes sismiques aquatiques

Échantillonnage de sédiments

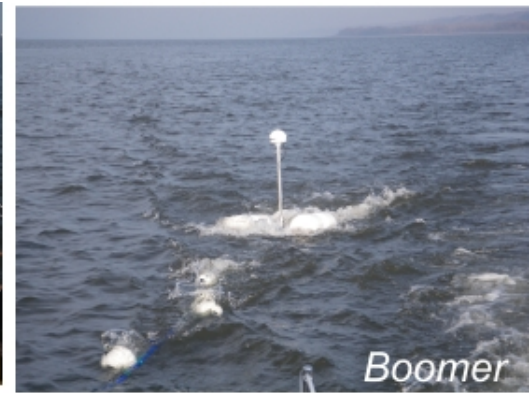
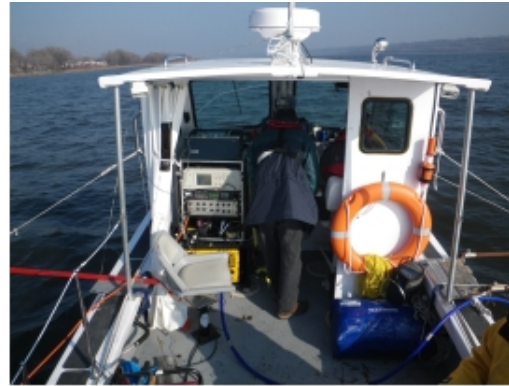
Levé magnétométrique aquatique (Geometrics G882)



- positionnement DGPS
- 10 mesures/seconde
- magnétomètre au césium



Levé sismique aquatique



Le Cormoran

- Bateau pneumatique Polaris marin de 21 pieds (coque rigide)
- 1 moteur 90 Hp (4 temps)
- 1 moteur 20 Hp (2 temps)
- Remorque pour la grande route
- GPS, DGPS et GPS RTK
- Radar, sonar
- Équipements de sauvetage SOLAS *offshore*
- Certification Transport Canada
 - Pilotes certifiés (Institut maritime du Québec)
 - Bateau avec équipage mobilisable en 24 h (mai à novembre)

Le Cormoran

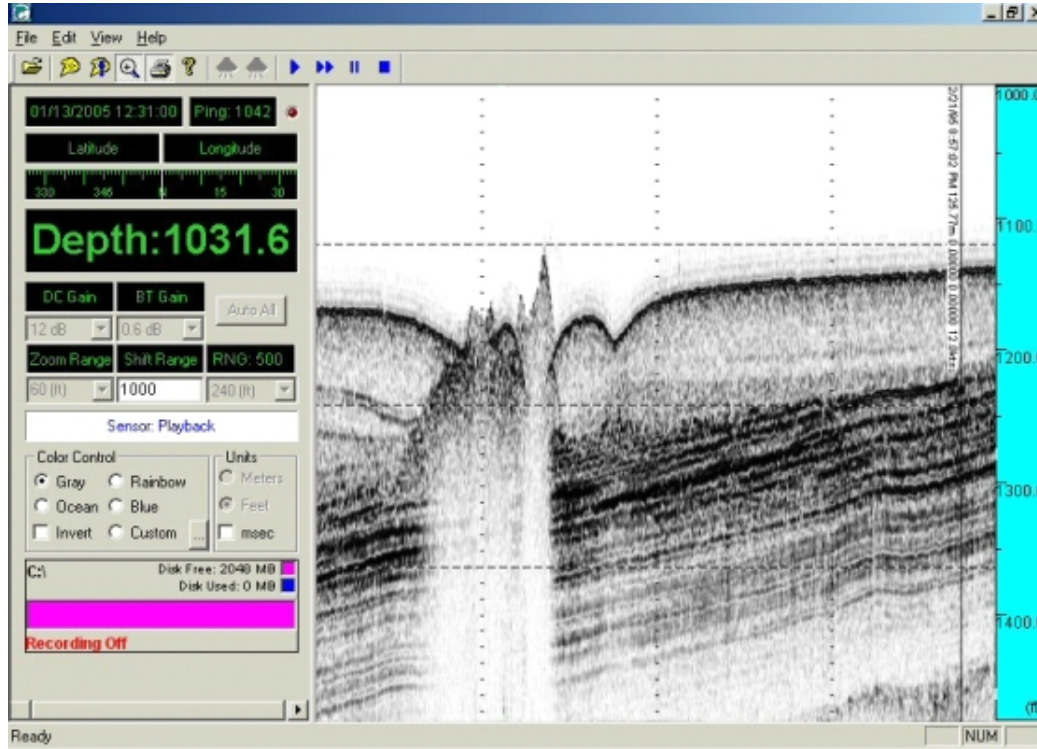


Profileur acoustique CHIRP (Bathy 2010P)



Source : Syqwest

Imagerie du fond marin



- Levé à une profondeur de 1031 pieds
- Résolution décimétrique

Logistique de terrain



Motoneiges de l'INRS, mule Kawasaki et laboratoire mobile sur ski (lac St-Jean, 2010)



VTT et ARGO de l'INRS
(Lac Ewart LG3, octobre 2011)

Logistique de terrain



Valcartier, 2011



Notre-Dame-du-Lac , 2010



Zec Owen, 2011



Lac aux Sables - Belleterre, 2011



Lac aux Sables - Belleterre, 2011



Baie St-Paul, 2010



Institut national
de la recherche
scientifique

490, rue de la Couronne
Québec, Qc
G1K 9A9

Pour information

Marc Richer-LaFlèche, géo, Ph.D.

INRS - Centre Eau Terre Environnement

marc.richer-lafleche@ete.inrs.ca

Tél. : 418 473-2046

INRS.CA