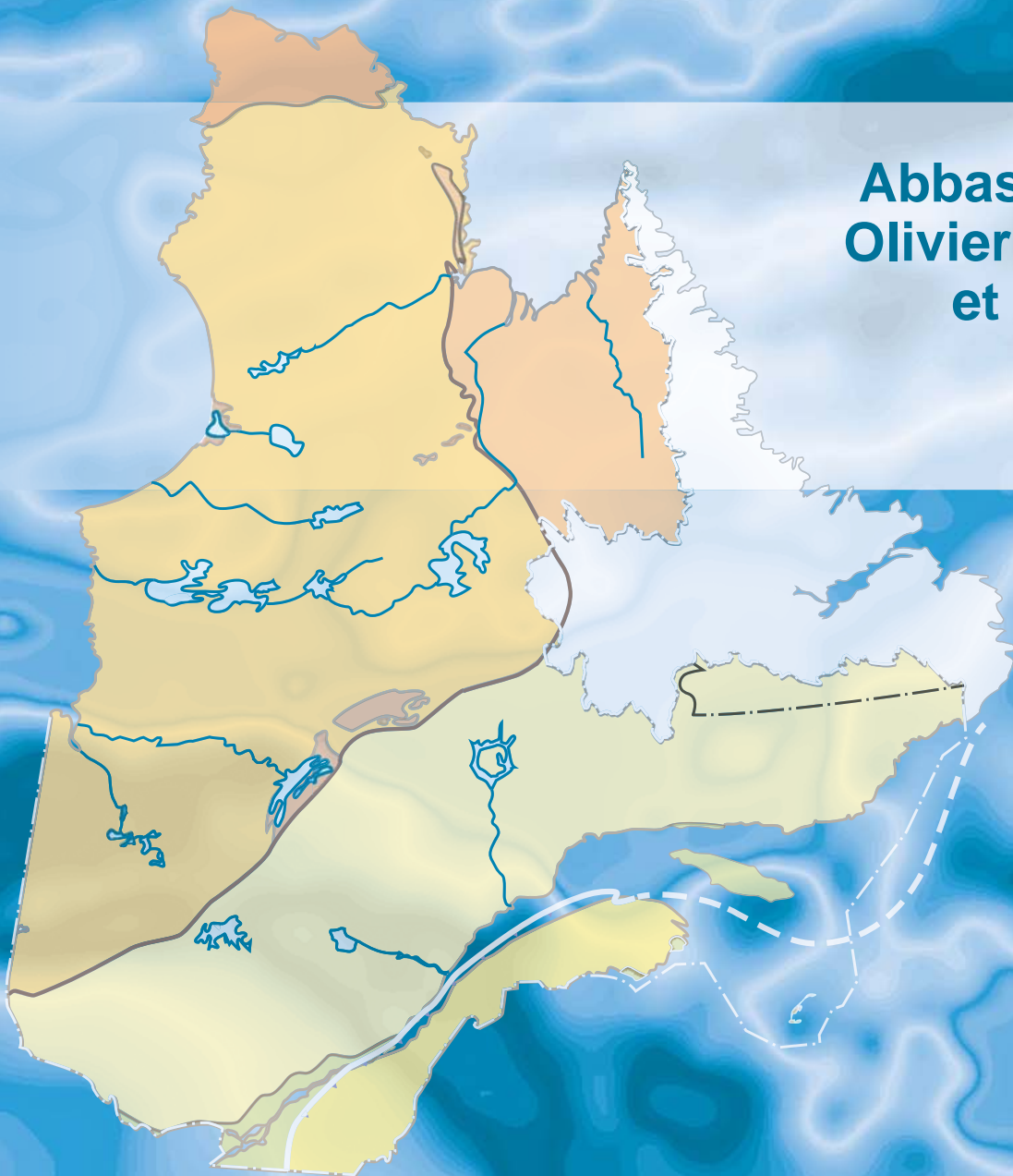


Levés magnétiques aéroportés de haute résolution dans les régions des Basses-terres du Saint-Laurent et du Bas-Saint-Laurent

Abbas Moussaoui
Olivier Létourneau
et Réjean Paul

DP 2021-07



Levés magnétiques aéroportés de haute résolution dans les régions des Basses-terres du Saint-Laurent et du Bas-Saint-Laurent

Abbas Moussaoui (EON Géosciences Inc.), Olivier Létourneau et Réjean Paul (Géophysique GPR International Inc.)

DP 2021-07

INTRODUCTION

Géologie Québec publie les données magnétiques de levés réalisés entre 2009 et 2010 par le Secteur de l'énergie du Ministère dans l'objectif de permettre aux compagnies d'exploration pétrolière et gazière de mieux cibler l'emplacement de leurs futurs travaux, et ainsi de mieux évaluer le potentiel en hydrocarbure des régions des Basses-terres du Saint-Laurent et du Bas-Saint-Laurent. Les données numériques, incluant les mailles, les bases de données en format Geosoft® ainsi que les images PDF et GeoTIFF, sont offertes dans le dossier « Autres données numériques » de ce document, lequel est disponible en annexe de ce rapport dans le fonds documentaire EXAMINE à l'adresse suivante : http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1102_examine?l=F.

Le premier levé magnétique aéroporté de haute résolution (numéro 2009GA006) a été exécuté par EON Géosciences Inc. entre le 13 octobre 2009 et le 20 mars 2010 et couvre la totalité du bloc des Basses-Terres du Saint-Laurent situé entre Montmagny (limite nord) et la frontière des États-Unis (limite sud). Un total de 116 105 km linéaires a été nécessaire afin de couvrir la totalité de ce bloc.

Le second levé magnétique aéroporté du même type (numéro 2009GF004) a été produit par Géophysique GPR International Inc. entre le 2 décembre 2009 et le 10 mars 2010. Ce levé couvre le secteur entre Québec et Mont-Joli, dans la région du Bas-Saint-Laurent. Un total de 73 955 km linéaires a été nécessaire pour couvrir le secteur.

Les deux levés ont été réalisés avec un espacement entre les lignes et une hauteur de vol de 300 m respectivement.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE

**LEVÉ MAGNÉTIQUE AÉROPORTÉ DANS LA RÉGION DES
BASSES-TERRES DU SAINT-LAURENT, QUÉBEC**

Numéro : 2009GA006

RAPPORT FINAL

Préparé par:



Montréal, Québec

30 septembre 2010

Table des matières

| | | |
|---------|--|----|
| 1. | Introduction | 4 |
| 2. | Spécifications du levé | 5 |
| 2.1. | Localisation du levé | 5 |
| 2.2. | Topographie de la zone des travaux..... | 6 |
| 2.3. | Spécifications de vol | 6 |
| 2.3.1. | Plan de vol..... | 6 |
| 2.3.2. | Altitude de vol..... | 7 |
| 2.4. | Spécifications techniques | 7 |
| 2.4.1. | Variations diurnes..... | 7 |
| 2.4.2. | Niveau de bruit sur les données magnétiques | 7 |
| 3. | Équipements utilisés | 8 |
| 3.1. | Avions | 8 |
| 3.2. | Systèmes aéroportés | 9 |
| 3.2.1. | Magnétomètre | 9 |
| 3.2.2. | Système d'acquisition de données et compensateur | 9 |
| 3.2.3. | Système de navigation | 9 |
| 3.2.4. | Altimètre radar | 10 |
| 3.2.5. | Altimètre barométrique | 10 |
| 3.2.6. | Caméra vidéo | 10 |
| 3.3. | Stations de contrôle au sol..... | 11 |
| 3.3.1. | Station GPS..... | 11 |
| 3.3.2. | Magnétomètres | 11 |
| 3.4. | Système utilisé pour le contrôle de la qualité..... | 11 |
| 4. | Personnel..... | 12 |
| 5. | Opérations de terrain | 13 |
| 5.1. | Base des opérations | 13 |
| 5.2. | Calendrier | 13 |
| 5.3. | Défis opérationnels | 14 |
| 5.4. | Tests et calibrations | 15 |
| 6. | Traitement des données | 16 |
| 6.1. | Traitement des données sur le terrain et contrôle de la qualité | 16 |
| 6.2. | Données de positionnement | 16 |
| 6.3. | Données altimétriques et modèle numérique de terrain | 17 |
| 6.3.1. | Altitude radar et modèle numérique de terrain | 17 |
| 6.3.2. | Altitude barométrique | 17 |
| 6.4. | Données aéromagnétiques et diurnes | 17 |
| 6.4.1. | Compensation et délai | 18 |
| 6.4.2. | Édition des données aéromagnétiques..... | 18 |
| 6.4.3. | Résiduelle IGRF..... | 18 |
| 6.4.4. | Stations de base magnétiques et correction diurne | 19 |
| 6.4.5. | Nivèlement préliminaire des données aéromagnétiques (avant déculture) | 20 |
| 6.4.6. | Suppression des anomalies culturelles (déculture)..... | 21 |
| 6.4.7. | Sélection finale des lignes de vol | 33 |
| 6.4.8. | Nivèlement final des données aéromagnétiques déculturées et sélectionnées..... | 35 |
| 6.4.9. | Micro-nivèlement et champ magnétique résiduel final | 35 |
| 6.4.10. | Données maillées..... | 36 |

| | | |
|--|---|----|
| 7. | Produits finaux | 37 |
| 7.1. | Particularités de la compilation | 37 |
| 7.2. | Cartes finales | 37 |
| 7.3. | Données numériques | 38 |
| 7.4. | Autres produits | 38 |
| 8. | Conclusion | 39 |
| Annexe A – Résultats des tests et calibrations | | 40 |
| A.1. | “Figure of Merit” (FOM) | 40 |
| A.2. | Étalonnage du magnétomètre (Bourget)..... | 44 |
| A.3. | Étalonnage de l’altimètre | 47 |
| A.4. | Test de parallaxe (lag) | 51 |
| Annexe B – Résultats finaux | | 53 |
| B.1. | Composante résiduelle du champ magnétique total | 53 |
| B.2. | Dérivée première verticale du champ magnétique | 54 |
| B.3. | Dérivée seconde verticale du champ magnétique | 55 |
| Annexe C – Description des champs de la base de données finale | | 56 |
| Annexe D – Rapports quotidiens | | 57 |

Liste des figures

| | | |
|------------|--|----|
| Figure 1 : | Localisation du levé magnétique aéroporté – Bloc Basses-terres | 5 |
| Figure 2 : | Topographie du levé magnétique aéroporté – Bloc Basses-Terres (SRTM 90m) | 6 |
| Figure 3 : | Avion (C-FEON) utilisé pour l’exécution du levé aéromagnétique – Bloc Basses-Terres..... | 8 |
| Figure 4 : | Zones de déculiture | 22 |
| Figure 5 : | Différences d’élévation aux intersections | 34 |
| Figure 6 : | Index des cartes finales | 37 |

Liste des tableaux

| | | |
|-------------|---|----|
| Tableau 1 : | Coordonnées de la zone des travaux (WGS84) – Bloc Basses-Terres | 5 |
| Tableau 2 : | Spécifications du plan de vol – Bloc Basses-Terres..... | 6 |
| Tableau 3 : | Personnel impliqué dans le projet..... | 12 |
| Tableau 4 : | Calendrier des étapes du projet..... | 13 |
| Tableau 5 : | Détails du nivellement final du champ magnétique résiduel | 20 |
| Tableau 6 : | Codes de confirmation et identification des anomalies culturelles | 24 |
| Tableau 7 : | Statistiques des kilométrages volés, rejetés, acceptés et de sélection finale | 34 |

1. Introduction

Le **Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF)** désire mettre en œuvre des levés géophysiques permettant aux compagnies d'exploration pétrolière et gazière de mieux cibler l'emplacement de leurs futurs travaux, et ainsi de mieux évaluer le potentiel gazier de la région.

EON Géosciences Inc. a répondu à la demande du **MRNF** par l'exécution d'un levé magnétique aéroporté de haute résolution couvrant la totalité du **bloc Basses-Terres**, situé dans la vallée du Saint-Laurent, entre Montmagny (limite nord) et la frontière des États-Unis (limite sud).

Cette région a été le lieu d'une importante découverte de gaz naturel dans les shales ordoviciens du Groupe d'Utica, annoncée en avril 2008 par la compagnie Forest Oil.

En incluant les tests et calibrations préparatoires et l'acquisition des données, la réalisation du levé magnétique aéroporté s'est échelonnée du 13 octobre 2009 au 20 mars 2010. Un total de 116 105 km linéaires a été nécessaire afin de couvrir la totalité du bloc Basses-Terres, d'une superficie d'environ 28 000 km².

Ce rapport décrit en détail les opérations de terrain ainsi que toutes les étapes d'acquisition, de vérification et de traitement nécessaires pour l'obtention de données finales de haute qualité.

2. Spécifications du levé

2.1. Localisation du levé

Le levé magnétique aéroporté du bloc Basses-Terres, dont fait mention le présent rapport, est situé dans la vallée du Saint-Laurent, entre Montmagny (limite nord) et la frontière des États-Unis (limite sud) et couvre une superficie d'environ 28 000 km² (Figure 1).

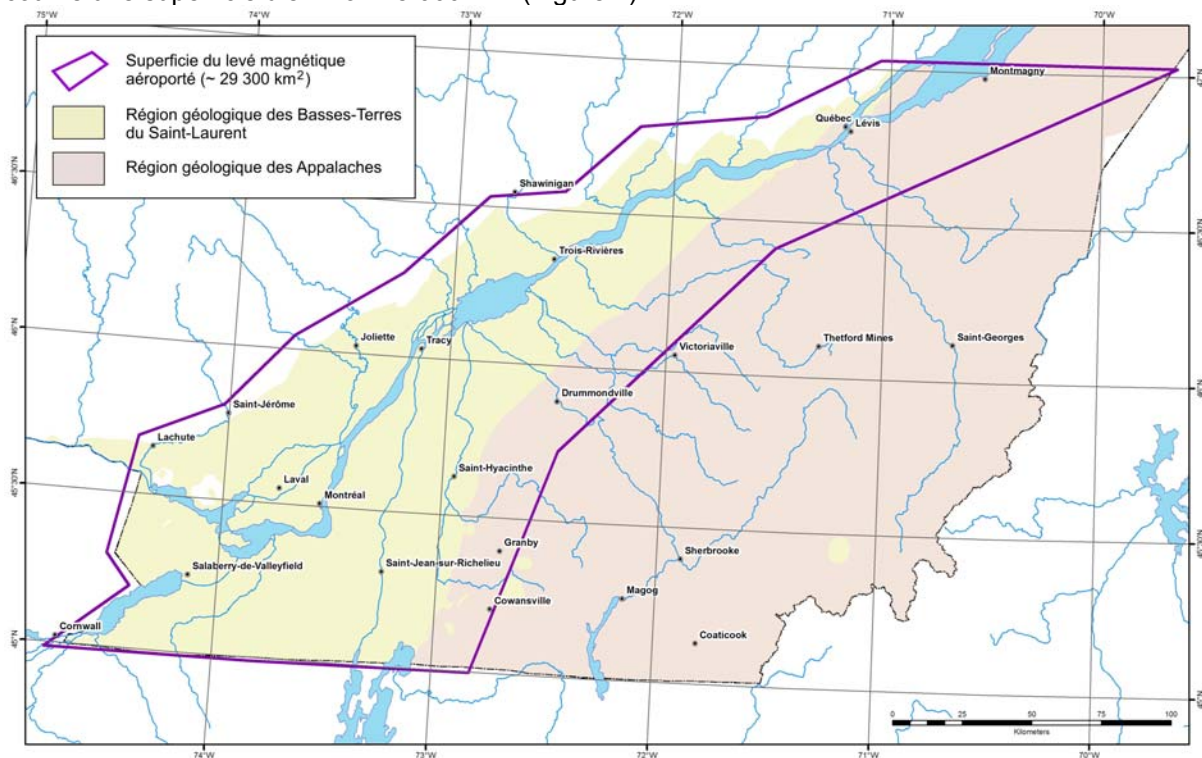


Figure 1 : Localisation du levé magnétique aéroporté – Bloc Basses-terres

Les limites du bloc Basses-Terres sont définies par les coordonnées suivantes et sont représentées sur la Figure 2.

| Coordonnées du périmètre du levé | | | | | |
|----------------------------------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| Coin No. | Latitude | Longitude | Coin No. | Latitude | Longitude |
| 1 | 47,026 | -69,648 | 10 | 45,686 | -74,407 |
| 2 | 47,030 | -71,049 | 11 | 45,302 | -74,511 |
| 3 | 46,836 | -71,579 | 12 | 45,202 | -74,396 |
| 4 | 46,785 | -72,170 | 13 | 44,986 | -74,761 |
| 5 | 46,563 | -72,506 | 14 | 44,990 | -73,815 |
| 6 | 46,533 | -72,857 | 15 | 44,999 | -72,828 |
| 7 | 46,270 | -73,239 | 16 | 45,726 | -72,477 |
| 8 | 46,045 | -73,723 | 17 | 46,412 | -71,513 |
| 9 | 45,807 | -74,024 | | | |

Tableau 1 : Coordonnées de la zone des travaux (WGS84) – Bloc Basses-Terres

2.2. Topographie de la zone des travaux

Le relief dans la région du levé est plutôt modéré. Plus spécifiquement, à l'intérieur des limites du levé, des valeurs topographiques qui varient entre 0 m et 690 m sont observées (Figure 2).

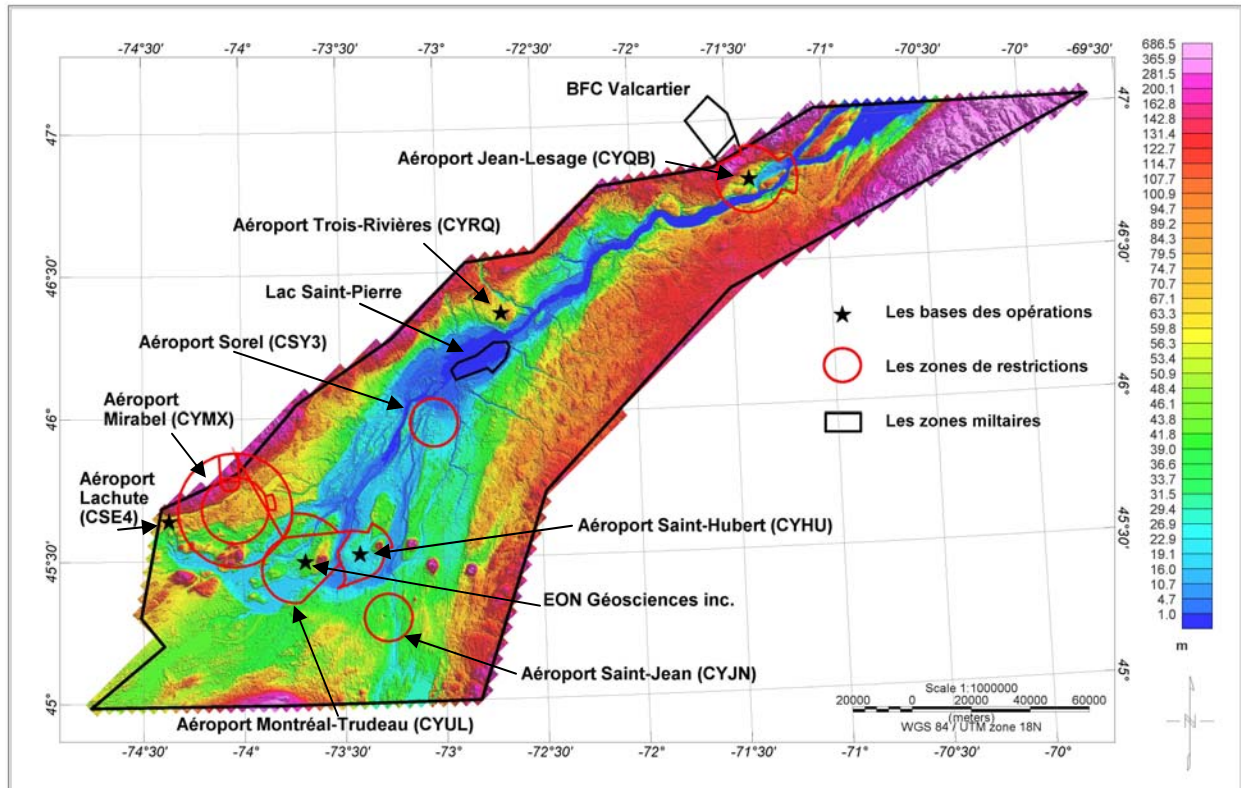


Figure 2 : Topographie du levé magnétique aéroporté – Bloc Basses-Terres (SRTM 90m)

2.3. Spécifications de vol

2.3.1. Plan de vol

Selon les spécifications du plan de vol présentées au Tableau 2, 105 229 km de traverses et 10 876 km de lignes de contrôle ont été enregistrées pour un total de 116 105 km de lignes.

| | Traverses | Lignes de contrôle | Total |
|-----------------------|------------|--------------------|-------------------|
| Espacement des lignes | 300 m | 3 000 m | |
| Direction des lignes | N 135° E | N 45° E | |
| Kilométrage | 105 229 km | 10 876 km | 116 105 km |

Tableau 2 : Spécifications du plan de vol – Bloc Basses-Terres

Les déviations du plan de vol par rapport au plan de vol théorique (fichier d'entrée pour la navigation) ont été analysées afin d'éliminer les portions de ligne pour lesquelles l'espacement entre deux lignes adjacentes était inférieur à 250 m ou supérieur à 350 m.

Les portions de lignes devant faire de nouveau l'objet d'un vol ont été revolées en prenant soin de respecter les exigences minimales de chevauchement telles que décrites dans les spécifications de vol du contrat.

2.3.2. Altitude de vol

Le levé magnétique aéroporté a été réalisé avec une altitude théorique de 305 m.

Afin d'assurer une différence d'altitude minimale aux intersections entre les traverses et les lignes de contrôle, et par le fait même assurer une meilleure qualité des données nivelées, une surface moulant le relief topographique a été utilisée pour la navigation. Cette surface a été calculée en considérant le relief topographique et une pente de 5%. Les données topographiques SRTM disponible via le logiciel Geosoft Oasis Montaj (« Geosoft DAP System ») furent utilisées pour le calcul de la surface de vol.

Les tolérances d'altitude ont été limitées à +/- 15 m de différence aux points d'intersection entre les traverses et les lignes de contrôle. De plus, cette limite de tolérance de +/- 15 m fut conservée afin d'évaluer les endroits où la déviation verticale entre l'élévation GPS de l'avion et la surface de vol calculée dépassait les normes acceptables et semblait affecter les données en maille.

2.4. Spécifications techniques

Lors du contrôle de la qualité effectué quotidiennement, les spécifications techniques suivantes, telles que définies dans le devis spécifique, en plus des spécifications de vol, ont été considérées pour la sélection des lignes ou des parties de ligne à revoler ainsi que pour l'acceptation finales des données.

2.4.1. Variations diurnes

Pour chaque station de base, la déviation maximale tolérée sur une longueur de corde d'une minute fut de 3,0 nT (crête à crête). De plus, afin d'éliminer l'effet des micro-pulsations, les déviations sur une longueur de corde de 15 secondes supérieures à 0,5 nT (crête à crête) furent aussi considérées.

2.4.2. Niveau de bruit sur les données magnétiques

En tout temps, la 4^{ième} différence fut utilisée pour détecter et évaluer la présence de bruit sur les données magnétiques. Une enveloppe de bruit de 0,1 nT fut prise en compte pour l'acceptation finale des données.

3. Équipements utilisés

3.1. Avions

Trois avions "Piper Navajo", immatriculations C-FUMN, C-GPVN, et C-FEON, ont été utilisés pour ce projet (Figure 3). Ces avions sont équipés d'un rostre installé à la queue de l'avion d'une longueur de 3,65 mètres permettant l'installation du capteur magnétique.

Les caractéristiques des avions utilisés sont les suivantes:

| | |
|---------------------------------|--|
| Immatriculations : | C-FUMN / C-GPVN / C-FEON |
| Autonomie (km) : | 2 000 |
| Vitesse de levé (m/s) : | Moyenne de 80 (varie de 65 à 95) |
| Taux de montée : | 10% |
| Essence : | Avgas |
| Consommation d'essence (L/hr) : | 125 |
| Valeur pour le FOM (nT) : | 1.435 (C-FUMN) 1.468 (C-GPVN) 1.479 (C-FEON) |



Figure 3 : Avion (C-FEON) utilisé pour l'exécution du levé aéromagnétique – Bloc Basses-Terres

3.2. Systèmes aéroportés

Pour l'exécution des ses levés aéromagnétiques de haute résolution, **EON** utilise des équipements à la fine pointe de la technologie tel que décrit dans les sections suivantes.

3.2.1. Magnétomètre

Un senseur "Geometrics G822A" combiné à un compteur de haute résolution a été utilisé pour mesurer les variations du champ magnétique total. Les spécifications de ce type de magnétomètre sont les suivantes :

| | |
|--------------------------------------|------------------|
| Manufacturier : | Geometrics |
| Type et Modèle : | Césium G822A |
| Plage ambiante (nT) : | 20 000 – 100 000 |
| Sensibilité (nT) : | $\pm 0,0005$ |
| Précision absolue (nT) : | ± 3 |
| Enveloppe de bruit (nT) : | $< 0,01$ |
| Intervalle d'échantillonnage (sec) : | 0,1 |
| Effet de cap (nT) : | $< 0,15$ |

3.2.2. Système d'acquisition de données et compensateur

Le système d'acquisition et de compensation "Airborne Data Acquisition & Adaptive Aeromagnetic Real-Time Compensation (DAARC500)" de RMS Instruments a été utilisé par **EON**. Ce système permet un taux d'échantillonnage de 10 Hz (0,1 sec) et utilise un magnétomètre « fluxgate » à trois axes afin de suivre la position et les mouvements de l'avion par rapport au champ magnétique ambiant et de calibrer selon une série de manœuvres standards de « roll », « pitch », et « yaw » dans les directions du levé.

Les entrées analogues et sérielles sont échantillonnées au même taux (ou à un sous-multiple) que les données du magnétomètre. Les données géophysiques et les données de positionnement GPS brutes sont enregistrées dans des fichiers binaires avec des marqueurs de temps et d'événement de début qui permettent une corrélation simple avec les autres données et le signal PPS du récepteur GPS. Le système d'acquisition est synchronisé au temps GPS par un signal GPS d'une seconde. Puisque la position GPS et l'UTC sont liés au « pulse » GPS, une corrélation précise est maintenue.

Ce système fournit une sortie graphique de haute résolution à un écran couleur intégré qui permet le suivi en temps réel de l'acquisition des données par l'opérateur en vol.

3.2.3. Système de navigation

Le tableau suivant décrit le système de navigation ainsi que le système GPS différentiel aéroporté utilisés pour la navigation en temps réel et l'enregistrement des trajectoires de vol :

| | |
|--|-----------|
| Système GPS différentiel aéroporté | |
| Manufacturier : | NovAtel |
| Modèle : | ProPak-V3 |
| Système différentiel temps-réel : CDGPS/WAAS | |
| Système différentiel post-mission : Waypoint & station de base | |
| Fréquences : | L1-L2 |
| Précision (m) : | ± 1 |
| Nombre de canaux : | 72 |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Système de navigation : | Ag-Nav Linav |
| Affichage pour pilote : | ACL avec indicateurs «up/down» et «left/right» |
| Intervalle d'échantillonnage (sec) : | 1 |

Les principales caractéristiques du système de navigation sont les suivantes:

- 1) Affichage graphique du plan et de la trajectoire de vol à partir des données GPS différentielles en temps réel;
- 2) Navigation verticale utilisant une surface mouvant le relief topographique (LiNav-3D);
- 3) Indicateurs d'écarts par rapport à la ligne suivie et indicateurs de distance effectuée et à faire;
- 4) Modes d'opération en carte, points de destination «way-point» ou selon des lignes planifiées;
- 5) Enregistrement des données GPS brutes pour traitement post-mission.

3.2.4. Altimètre radar

Les principales caractéristiques des altimètres radar installés dans les avions sont les suivantes:

| | | | |
|--------------------------------------|--|---|--|
| Manufacturier : | Honeywell | King | FreeFlight Systems |
| Modèle : | HG7710AA01 | KRA-10A | TRA-3500 |
| Avion : | C-FEON | C-GPVN | C-FUMN |
| Plage (pi) : | 0 – 10 000 | 20 – 2 500 | 0 – 2 500 |
| Précision : | ± 3 pi (0-100 pi) ± 3% (100-10000 pi) | ± 5 pi (50-100 pi) ± 5% (100-500 pi) | ± 5 pi (0-100 pi) ± 5% (100-500 pi) ± 7% (500-2500 pi) |
| Intervalle d'échantillonnage (sec) : | 0.1 | 0.1 | 0.1 |

3.2.5. Altimètre barométrique

Le tableau suivant décrit les caractéristiques de l'altimètre barométrique utilisé pour ce levé :

| | | |
|--------------------------------------|-----------------|------------|
| Manufacturier : | Vaisala | Honeywell |
| Modèle : | PTB110 & HMP155 | PPT |
| Avion : | C-FUMN & C-GPVN | C-FEON |
| Précision: | ± 0.03 kPa | ± 0.05% FS |
| Intervalle d'échantillonnage (sec) : | 0.1 | 0.1 |

3.2.6. Caméra vidéo

Trois caméras vidéo digitales Panasonic HR 1/3 CCD, possédant les caractéristiques décrites ci-dessous, furent utilisées en permanence durant l'acquisition des données magnétiques. L'image vidéo enregistrée présente, en plus de l'image du terrain, un affichage de données alphanumériques en temps réel dans la partie supérieure de l'image. Ces données incluent le fiduciel, en dixièmes de seconde après minuit, ainsi que les données de position GPS (latitude et longitude) en temps réel.

| | |
|-------------------|------------------|
| Manufacturier : | Panasonic |
| Modèle : | HR 1/3 CCD |
| Montage : | Vertical |
| Format : | MPEG4 |
| Résolution : | 640x480 |
| Angle de vision : | 38° - 72° |
| Plage de focus : | 0,5 m à l'infini |

3.3. Stations de contrôle au sol

3.3.1. Station GPS

Le tableau suivant décrit la station de base GPS mise en place au bureau d'EON à Montréal, pour la durée du projet.

| | |
|--------------------------------------|---------|
| Manufacturier : | NovAtel |
| Modèle : | DL-V3 |
| Précision (m) : | 1 |
| Intervalle d'échantillonnage (sec) : | 1 |

3.3.2. Magnétomètres

Deux stations de contrôle au sol du champ magnétique (voir les caractéristiques ci-dessous) furent installées afin d'enregistrer sans interruption les variations diurnes.

| | |
|--------------------------------------|------------------|
| Manufacturier : | GEM Systems |
| Type : | Overhauser |
| Modèle : | GSM-19 |
| Plage dynamique (nT) : | 15 000 – 120 000 |
| Sensibilité (nT) : | ± 0,001 |
| Précision absolue (nT) : | ± 0,1 |
| Intervalle d'échantillonnage (sec) : | 1 |
| Niveau de bruit (nT) : | < 0,1 nT |

Au commencement du levé, une première station de base (base principale – base A) fut mise en place à l'aéroport CYRQ Trois Rivières, et une deuxième base (base secondaire – base B) fut ensuite installée à 29 m à l'ouest de la base principale le 5 décembre 2009 (Figure 2).

3.4. Système utilisé pour le contrôle de la qualité

Durant les opérations de terrain, la vérification quotidienne des données, provenant des tests et calibrations ou du levé magnétique, a été réalisée en utilisant les composantes suivantes.

| | |
|---------------------------|--|
| Ordinateurs portables: | Pentium PCs |
| Logiciels: | Geosoft Oasis montaj Waypoint GrafNav/GrafNet |
| Transmission des données: | Site FTP |

4. Personnel

Le personnel d'**EON** ayant participé au bon déroulement du projet est présenté dans le Tableau 3 ci-dessous :

| Opérations de terrain | |
|---|--|
| Gestionnaire de projet | Khaled Moussaoui Abbas Moussaoui |
| Gestionnaire de terrain/Géophysicien Contrôleur de la qualité sur le terrain | Gérard Tessier Khaled Moussaoui Rebecca Bodger |
| Pilotes | Phillipe Allaire François Gravel (C-FUMN) Simon Laquerre |
| | Walter Fiesel Dany Lanthier Brian Irvine (C-GPVN) Robert Olds Sean Brousson Thomas Sornasse |
| | Vincent Moreau Dany Lanthier Brian Irvine Mathieu Lévesque (C-FEON) Thomas. Sornasse Ahmed Ibn-Lahoucine Louis-Olivier La Rochelle |
| Responsables des instruments/Copilotes | Syed Shah Paul Beaubien Gregory Roman Ahmed Ibn-Lahoucine Louis-Olivier La Rochelle Olivier Ayotte Mathieu Lévesque |
| Ingénieur de l'entretien | Exact Air (C-FUMN) Brucelandair International (C-FEON & C-GPVN) |
| Traitement des données | |
| Traitement des données finales | Gérard Tessier Rebecca Bodger Khaled Moussaoui Marc Richard |
| Produits finaux | |
| Préparation des cartes | Marc Richard |
| Rapport final | Rebecca Bodger Gérard Tessier Khaled Moussaoui |

Tableau 3 : Personnel impliqué dans le projet

5. Opérations de terrain

5.1. Base des opérations

Tel qu'illustré sur la Figure 2, le bureau d'**EON** à Montréal fut utilisé comme base des opérations principale. De plus, C-FUMN a utilisé les aéroports de Trois-Rivières, Jean-Lesage, et Saint-Hubert comme base d'opération; C-GPVN a utilisé les aéroports de Lachute et Saint-Hubert comme base d'opération; et C-FEON a utilisé l'aéroport de Saint-Hubert comme base d'opération.

5.2. Calendrier

Le Tableau 4 qui suit, présente le déroulement des différentes étapes du projet incluant les tests et les calibrations ainsi que la mobilisation et démobilisation. L'acquisition des données fut complétée le 19 mars 2010, pour un total de 116 105 km.

| Avion | Date | Description |
|--------------------------|------------------|--|
| Piper Navajo (C-FUMN) | 13 octobre 2009 | Mobilisation à l'aéroport de Trois-Rivières (CYRQ) |
| | 16 octobre 2009 | Étalonnage de l'altimètre radar |
| | 19 octobre 2009 | "Figure of Merit" FOM-005 |
| | 20 octobre 2009 | Étalonnage du magnétomètre (Test de Bourget) |
| | 21 octobre 2009 | Test de parallaxe et installation de la base GPS |
| | 22 octobre 2009 | Installation de la station de base magnétique principale à CYRQ |
| | 29 octobre 2009 | Début de l'acquisition des données |
| | 5 décembre 2009 | Base secondaire installée à CYRQ (Base B) |
| | 13 janvier 2010 | Remobilisation à l'aéroport de Québec (CYQB) |
| | 18 février 2010 | Remobilisation à l'aéroport de St-Hubert (CYHU) |
| | 4 mars 2010 | Remobilisation à l'aéroport de Québec (CYQB) |
| | 7 mars 2010 | Remobilisation à l'aéroport de St-Hubert (CYHU) |
| | 19 mars 2010 | Fin de l'acquisition des données |
| | 20 mars 2010 | Démobilisation |
| Piper Navajo (C-GPVN) | 25 novembre 2009 | Mobilisation à l'aéroport de St-Hubert (CYHU) |
| | 5 décembre 2009 | Étalonnage de l'altimètre radar |
| | 7 décembre 2009 | Test de parallaxe |
| | 12 décembre 2009 | "Figure of Merit" FOM-207 et mobilisation à l'aéroport de Lachute (CSE4) |
| | 17 décembre 2009 | Étalonnage du magnétomètre (Test de Bourget) et début de l'acquisition des données |
| | 1 mars 2010 | "Figure of Merit" FOM-249 |
| | 7 mars 2010 | Démobilisation |
| Piper Navajo (C-FEON) | 18 décembre 2009 | Mobilisation à l'aéroport de St-Hubert (CYHU) |
| | 22 janvier 2010 | "Figure of Merit" FOM-405 |
| | 23 janvier 2010 | Étalonnage du magnétomètre (Test de Bourget) et début de l'acquisition des données |
| | 27 février 2010 | Démobilisation |

Tableau 4 : Calendrier des étapes du projet

5.3. Défis opérationnels

Étant donné l'immense complexité de la région du levé, du point de vue du vol aérien, le plan de vol et la surface de vol (*drape*) ont dû être constamment révisés pour tenir compte des zones de vol restreintes (aéroports, bases militaires, Lac Saint-Pierre, etc.), les édifices et structures élevés en altitude (surtout dans la région métropolitaine de Montréal), l'impossibilité de voler les lignes de contrôle en entier, et autres limitations de vol. Ces révisions se sont traduites en des découpages systématiques des traverses et des lignes de contrôle. Ces découpages ont créé des complications dans le nivellement des données; en effet, il y a eu un très grand nombre de chevauchements de lignes à vérifier et analyser en profondeur afin de faire les coupures adéquates. De surcroît, la région de Montréal a nécessité des vols de nuit à cause de l'espace aérien très achalandé. Malgré la confirmation par les autorités aériennes de pouvoir les effectuer, plusieurs de ces vols de nuit ont été écourtés ou tout simplement annulés par les tours de contrôle.

L'acquisition des données magnétiques du bloc Basses-Terres fut interrompue principalement par des conditions météorologiques difficiles dans la région des Basses-Terres du Saint-Laurent. En effet, tel qu'identifié dans les rapports quotidiens, environ 62 jours de mauvais temps, dû aux abondantes chutes de pluie et neige, aux plafonds bas et à la mauvaise visibilité, ont ralenti considérablement la production du levé.

C-FUMN :

- Approximativement 62 jours de mauvaise météo.
- Plus de 14 jours d'entretien sur l'avion (maintenance exécutée à St-Honoré).
- Une pré-planification extensive fut nécessaire pour assurer la couverture complète au-dessus des régions restreintes, afin qu'elles soient volées aux moments propices de la journée (fins de semaine pour le Lac Saint-Pierre et nuits pour les aéroports et le centre-ville de Montréal).
- Le tremblement de terre en Haïti a causé des longs délais dans le ravitaillement de l'avion à Québec; par conséquent, des arrêts de ravitaillement additionnels en milieu de journée à Trois-Rivières pendant la complétion de la portion nord du bloc près de Québec.

C-GPVN :

- Approximativement 55 jours de mauvaise météo.
- Plus de 14 jours d'entretien sur l'avion.
- Le senseur magnétique a atteint la fin de sa vie et a été remplacé le 10 février 2010.
- Les mêmes défis organisationnels en planification de vols dans les régions restreintes, ainsi qu'en communications avec les tours de contrôle pour coordonner les vols dans les zones denses en trafic aérien.

C-FEON

- Approximativement 30 jours de mauvaise météo.
- Il y a eu des longs délais pour recevoir les pièces nécessaires pour compléter l'isolation des alternateurs afin de magnétiquement nettoyer l'avion et obtenir un FOM acceptable.
- Dès que les opérations furent reprises après l'isolation des alternateurs, une fissure fut découverte dans la coque du moteur droit, qui a engendré des travaux de maintenance additionnels sur l'avion.
- Encore les mêmes défis organisationnels en planification de vols dans les régions restreintes, spécialement au-dessus de Montréal.

Tous ces problèmes sont détaillés dans les rapports quotidiens présentés en Annexe D.

5.4. Tests et calibrations

Avant de débiter l'acquisition des données magnétiques sur le bloc Basses-Terres, les tests et calibrations suivants ont été exécutés par chaque avion en utilisant l'équipement décrit à la section 3.

- "Figure of Merit" (FOM)
- Étalonnage du magnétomètre (Test de Bourget)
- Étalonnage des altimètres
- Test de parallaxe (lag)

Les résultats détaillés de ces tests sont présentés en Annexe A.

6. Traitement des données

L'objectif principal du levé était l'acquisition et le traitement des données aéromagnétiques. Le traitement des données fut entièrement exécuté avec le logiciel Oasis montaj de Geosoft. Le personnel était composé de G. Tessier, R. Bodger, K. Moussaoui et M. Richard.

6.1. Traitement des données sur le terrain et contrôle de la qualité

Le traitement sur le terrain des données en vol fut effectué du début de la période d'acquisition jusqu'au 8 avril 2010, selon les procédures décrites aux sections 6.2 à 6.4. Après chaque vol, les données acquises étaient copiées et sauvegardées sur une unité USB, et transférées aux géophysiciens afin qu'ils effectuent le contrôle de la qualité et le traitement des données comme suit.

En premier lieu, le traitement post-mission du positionnement était effectué (section 6.2) et la trajectoire de vol était vérifiée de façon à répertorier le kilométrage réalisé et s'assurer de la couverture complète de la portion volée. Par la suite, le traitement des canaux de données altimétriques (section 6.3), aéromagnétiques (sections 6.4.1 et 6.4.2, compensation, délai et bruit) et des bases magnétiques (section 6.4.4) était effectué. Chacun de ces canaux de données était affiché en profil, puis mis en maille, de façon à vérifier que les spécifications mentionnées aux sections 2.3 et 2.4 étaient respectées, et afin de détecter rapidement d'éventuels problèmes au niveau du système d'acquisition ou de l'instrumentation. Une analyse statistique était également faite afin d'identifier les valeurs erronées et compléter ainsi le contrôle de la qualité.

À ce stade, toute ligne ou segment de ligne pouvant nécessiter un revol était noté. Du nivellement et du micro-nivellement préliminaires (sections 6.4.5, 6.4.9) étaient régulièrement exécutés de façon à évaluer l'impact de ces segments de lignes sur la qualité générale du produit final. Un résumé des kilométrages volés et revolés se trouve en section 6.4.7.

Des bases de données et mailles préliminaires furent livrées au chargé de projet du MRNF, pour évaluation, les 13 novembre 2009 (10,8%), 27 novembre 2009 (18,9%) et 22 février 2010 (57,6%). Des mailles après nivellement préliminaire (section 6.4.5), avec couverture complète de la zone du levé, furent livrées le 23 avril 2010.

6.2. Données de positionnement

Les données de positionnement RT-DGPS étaient transmises en temps réel à partir de l'unité GPS ProPak-V3 (NovAtel) vers le système d'acquisition RMS pour synchronisation, enregistrement et navigation horizontale/verticale. Les corrections différentielles captées en temps réel par l'unité ProPak-V3 provenaient des systèmes CDGPS (primaire) ou WAAS (secondaire). Un contrôle quotidien de la qualité des données RT-DGPS (canaux *xrt*, *yrt*, *zrt*) était effectué de façon à s'assurer que leur précision demeurerait appropriée pour fins de navigation (<5m). Un total de 37 sec de données RT-DGPS, sur 3 traverses, étaient manquantes dû à des erreurs de transmission sérielles.

Pour réaliser le traitement post-mission du positionnement (PP-DGPS), les données GPS brutes L1-L2 étaient enregistrées en vol par le système RMS, ainsi qu'en simultanément sur une base GPS fixe utilisant une unité DL-V3 (NovAtel), à une fréquence de 1Hz. Le traitement post-mission, effectué au moyen du logiciel Waypoint GrafNav, fut réalisé pour la totalité des données au cours de la période d'acquisition (canaux *x*, *y*, *z*, *lon*, *lat*, *x_nad27*, *y_nad27*). Le contrôle de la qualité final du GPS incluait l'inspection des profils de vitesse PP-DGPS ainsi qu'une comparaison avec les données RT-DGPS et d'altitude barométrique, de façon à s'assurer de l'amélioration de la précision en PP-DGPS (<1m). Les données PP-DGPS furent complètes et de haute qualité.

Les données de positionnement finales sont toutes de type PP-DGPS. Elles furent utilisées pour le contrôle final du suivi de la trajectoire de vol planifiée, pour le contrôle de la qualité et l'édition des données radar par calcul d'un modèle numérique de terrain, ainsi que pour le calcul des différences d'altitude aux intersections. Cette procédure a permis un contrôle additionnel du GPS, des données radar plus fiables, ainsi qu'une détection précise des segments de ligne présentant des déviations excessives justifiant le revol.

6.3. Données altimétriques et modèle numérique de terrain

Le traitement des données radar et barométriques, ainsi que la vérification du modèle numérique de terrain, furent effectuées du début de la période d'acquisition jusqu'au 8 avril 2010, et finalisés le 12 mai 2010.

6.3.1. Altitude radar et modèle numérique de terrain

Tel que mentionné à la section précédente, le contrôle de la qualité sur le site et la correction finale des données radar ont été réalisés et validés à partir du calcul d'un modèle numérique de terrain utilisant l'altitude finale PP-DGPS, et étaient basés sur l'analyse de sa différence avec le modèle topographique SRTM.

L'édition des profils radar bruts (*raltf*) incluent principalement la correction de données ponctuelles erronées (*spikes*), de sauts et de dérives (*drift*). Ces problèmes tendent à être observés à l'aplomb des plans d'eau, des surfaces glacées ou enneigées, de reliefs très accidentés, en hautes altitudes (levé effectué à 305 m AGL), en milieux fortement culturels (secteur sud du bloc), ainsi qu'en présence de signaux parasites. Par la suite, l'application d'un filtre non-linéaire et d'un filtre passe-bas ($\leq 0,6$ sec) sur les données en profil a permis d'éliminer le bruit résiduel présent sur les données.

La finalisation des canaux radar (*raltlc2*, *raltlc1*) et du modèle numérique de terrain (*DTMc2*) a consisté en l'ajout de corrections radar obtenues par micro-nivèlement de la différence entre les modèles topographiques de terrain et SRTM ($\pm 2,5$ m), ainsi qu'au moyen d'une application de détection des plans d'eau permettant d'améliorer l'élimination de sauts.

Il faut noter que le calcul du modèle numérique de terrain tient compte de la hauteur de 2,5m de l'antenne GPS par rapport au senseur radar ($DTMc2 = z - 2,5 - raltlc2$).

6.3.2. Altitude barométrique

L'altitude barométrique brute (*baltf*) fut calculée à partir des données de pression et de température enregistrées à bord de l'avion. Les données de température furent vérifiées et comparées avec les observations notées dans le journal de bord par le personnel en vol et ajustées, si nécessaire, avant le calcul de l'altitude barométrique.

L'altitude barométrique finale (*baltlc*) fut ensuite obtenue par la correction de données ponctuelles erronées (*spikes*), de sauts et de dérives (*drift*), basée sur l'analyse de sa différence par rapport à l'altitude finale PP-DGPS.

6.4. Données aéromagnétiques et diurnes

Cette section inclut une description détaillée de chacune des étapes du traitement final des données aéromagnétiques. La plupart des étapes d'édition de données ont été effectuées sur une base quotidienne durant la période d'acquisition et jusqu'au 8 avril 2010, tel que décrit aux sections 6.1 à 6.3, et ont été revérifiées avant de procéder avec les étapes plus avancées.

Des mailles préliminaires, avec couverture complète de la zone du levé, ont été livrées au client, pour évaluation :

- 23 avril 2010 (passe 5/6 du nivellement préliminaire, section 6.4.5);
- 29 juin 2010 (après déculture des zones de Bécancour, Deschambault, Grondines, Laval, Montréal et Longueuil, sections 6.4.6.3 et 6.4.6.5);
- 23 août 2010 (déculture préliminaire de toutes les traverses du levé).

6.4.1. Compensation et délai

La correction du champ magnétique mesuré pour élimination des signaux dû à la direction et aux manœuvres de l'avion fut effectuée durant l'acquisition via la compensation en temps réel, utilisant les coefficients déterminés lors des FOM effectués par chaque avion. La compensation en temps réel permet également le contrôle de la qualité des données par l'opérateur, lui permettant ainsi d'établir si les turbulences ou autres conditions de vol sont nuisibles à la qualité des données et par le fait même, déterminer si l'arrêt du vol en cours est nécessaire.

Après application de la correction de délai (*lag*), déterminé pour chaque système, sur les données du champ magnétique total non-compensées et compensées (*m3l*), les données en profil furent vérifiées sur une base quotidienne afin d'évaluer l'efficacité de la compensation.

6.4.2. Édition des données aéromagnétiques

En premier lieu, des corrections manuelles ont été effectuées dans les cas de données ponctuelles erronées (*spikes*) et de sauts, repérés par un examen détaillé des profils du champ magnétique (*m3l*) et de sa quatrième différence. La plupart de ces sauts étaient dus à de très fréquentes communications radio, notées par les opérateurs. Ceci fut inévitable lors des vols de nuit dans la région de Montréal et dans les zones contrôlées (fréquentes interventions de la tour de contrôle), ainsi que dans les cas, également fréquents, de trafic en conflit. Pour trois zones, indiquées par des ombragés sur la Figure 4, le bruit enlevé était d'origine culturelle. Ce fut le cas à Bécancour (courtes anomalies de -49017 à +1655 nT), pour un périmètre de 2,5 km autour de la ligne électrique DC de Grondines (niveau de bruit jusqu'à $\pm 0,4$ nT), et au nord de l'île de Montréal (série de « *spikes* » répétitifs à proximité de l'IREQ). Finalement des corrections manuelles, faites par filtrage local, furent également requises en cas de compensation insuffisante, occasionnellement observée en conditions de fortes turbulences, et aux « *strobe lights* » laissés en fonction pour une courte période en début de vol.

En second lieu, un filtre passe-bas de 3 sec, dont l'amplitude était contrôlée en fonction du rapport signal/bruit afin d'éviter l'élimination d'anomalies valides, fut appliqué aux données, pour obtenir le champ magnétique édité (*maglc*). L'amplitude et l'efficacité de la correction obtenue suite à l'application du filtre ont alors été vérifiées, en maille et en profil, afin de noter tout revol éventuel.

6.4.3. Résiduelle IGRF

Le champ géomagnétique de référence (*migrfz*) fut calculé selon le modèle IGRF-2010 en utilisant la date et la position d'acquisition 3D (*date_arc*, *lon*, *lat* et *z*), suivi de l'application d'un filtre passe-bas de 3 sec. Le champ magnétique résiduel IGRF (*mreslc*) fut obtenu par la soustraction du champ géomagnétique de référence du champ magnétique total édité (*maglc*). Cette correction fut également utile pour compenser les corrugations dues aux déviations verticales de l'aéronef, et ainsi minimiser l'amplitude de la correction de micro-nivellement. Cette étape fut finalisée le 8 avril 2010.

6.4.4. Stations de base magnétiques et correction diurne

L'édition des données de base magnétique fut effectuée du début de la période d'acquisition jusqu'au 8 avril 2010 (R. Bodger, G. Tessier). Le calcul de la correction diurne fut finalisé le 8 avril 2010.

6.4.4.1. Édition des données de base magnétique

Deux stations de base, principale (*baseAo*, *baseA*) et secondaire (*baseBo*, *baseB*), ont été mise en place à l'aéroport de Trois-Rivières (CYRQ). Notons que la base secondaire fut installée le 5 décembre 2009, et donc indisponible pour les vols 8 à 43. Les données magnétiques provenant des stations de base au sol étaient analysées quotidiennement afin d'effectuer toutes corrections requises et de vérifier si des données en vol ont été enregistrées durant des périodes présentant des micro-pulsations ou de l'activité diurne excédant les spécifications.

La différence entre les canaux *baseAo* et *baseBo* était d'abord analysée afin de détecter et corriger tout cas de données ponctuelles erronées (*spikes*) ou de sauts, d'origine électronique ou culturelle. La distance séparant les deux unités était suffisante pour identifier tout signal d'origine culturelle, ces signaux étant asynchrones. Un filtre passe-bas (6 sec) fut ensuite appliqué pour éliminer tout bruit de haute fréquence, de façon à obtenir les données de base éditées *baseA* et *baseB*.

Dans les cas où les données de la base principale étaient manquantes, les données de la base secondaire furent substituées. Dû à une maintenance inopinément effectuée en cours d'acquisition, les données des deux bases étaient manquantes pour les vols 75 (fin de T30353), 106 (L23420-23450), 219 (complet) et 258 (T30330, T30340). Dans ces cas, les données de la base INTERMAGNET d'Ottawa (OTT) furent ajustées à celles de la base principale, en utilisant un temps d'enregistrement commun, généralement en-dedans de 1 à 2 heures du début ou de la fin du vol. Ces données furent acceptées car l'activité diurne y était calme et aucun problème ne fut observé en nivellement préliminaire.

Des données de base en excès des spécifications furent observées pour de courtes sections réparties sur 32 lignes de vol. L'excès était cependant marginal pour les spécifications diurne (<3,34 nT/min) et de micro-pulsation (0,76 à 1,28 nT/15sec pour un total de 353 sec). Les données furent acceptées suivant un nivellement préliminaire.

6.4.4.2. Calcul et application de la correction diurne

Dans le but d'éliminer les variations diurnes des profils de données magnétiques enregistrées en vol, une correction diurne fut calculée en utilisant les profils édités du canal *baseA*. La correction diurne fut obtenue par la soustraction de trois valeurs moyennes (voir plus bas) et par l'application d'un filtre spatial passe-bas de 6 000m. Les moyennes, ainsi que la longueur du filtre, furent déterminés selon l'espacement entre les lignes de contrôle et l'amélioration apportée par la correction sur les différences du champ magnétique aux intersections. Cette correction fut alors appliquée au champ magnétique résiduel IGRF (*mreslc*) pour l'obtention d'un nouveau champ (*mreslcb*).

Probablement dû aux opérations saisonnières de CYRQ, trois (3) moyennes furent utilisées, soit :

- 54907,014 nT, 29 octobre au 19 novembre 2009, vols 8-30;
- 54900,500 nT, 20 novembre au 24 décembre 2009, vols 31-59, 209-217;
- 54893,000 nT, 25 décembre 2009 au 19 mars 2010, vols 60-120, 218-259, 407-431.

6.4.5. Nivellement préliminaire des données aéromagnétiques (avant déculture)

Le champ magnétique total nivelé par l'utilisation des lignes de contrôle (*mreslv*) fut obtenu à partir du canal *mreslcb*, soit après édition et corrections IGRF et diurnes. La correction de nivellement finale est obtenue au moyen de 9 passes itératives, chacune modélisant les erreurs de *mreslcb* aux intersections traverses-contrôle au moyen de filtres de longueur d'onde décroissante (polynomiale, filtres spatiaux, *splines*). Les détails du plan complet pour nivellement final peuvent être consultés au Tableau 5.

Afin d'obtenir des mailles de qualité suffisante permettant de procéder adéquatement aux traitements de déculture, un nivellement préliminaire, ou partiel, fut effectué, du 9 avril au 3 mai 2010, incluant les passes 1/9 à 6/9 du plan final, ainsi que la conception de la phase 1 de micro-nivellement (section 6.4.9). À cette fin, tout kilométrage accepté (voir section 6.4.7) a été utilisé, soit 118 681 km sur 1 962 lignes, incluant tous les chevauchements (*overlaps*).

Une méthode spéciale, impliquant 12 itérations, a dû être employée pour la passe 1, de façon à éviter une distorsion de 24nT entre le centre et les extrémités de la zone du levé. Ceci était causé par le fait que le réseau de lignes de contrôle a dû être découpé en trois (3) zones : sud, centre et nord. La passe 1 a donc débuté en utilisant uniquement les lignes du groupe centre. Des lignes des zones sud et nord furent ensuite ajoutées après quelques itérations, et ainsi de suite, par ajout progressif de lignes de plus en plus périphériques, forçant celles-ci à s'ajuster sur le groupe centre uniquement.

Dans le cas des passes 2-6 (et 7-9 en final), le modèle de nivellement fut avancé de 1 à 2 passes sur certains segments de lignes, surtout situés en zone de haut-gradient (Grenville, Montérégiennes), ou, à un moindre degré, en cas de diurnes actives. Ceci était effectué seulement si l'ajustement supplémentaire correspondait à la correction de micro-nivellement de phase 1 (mise à jour suivant chaque passe), et si aucune corrélation n'était observée avec la correction de nivellement des lignes adjacentes. Le but était d'obtenir un nivellement préliminaire quasi-final, de façon à ce que les interpolations requises en déculture ne soient pas affectées par des corrugations excessives.

Des mailles préliminaires pour la passe 5/6 du nivellement préliminaire ont été livrées au client le 23 avril 2010.

Le plan de nivellement final fut complété (section 6.4.8) pour les passes 7-9 après les traitements de déculture (section 6.4.6) et de sélection finale des lignes de vol (6.4.7).

| Nivellement préliminaire du champ magnétique (CM) original (1 962 lignes acceptées, 118 681 km) | | | | | |
|--|------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Étape | Itérations | Lignes de contrôle | | Traverses | |
| | | Modèle normal | (modèles avancés) | Modèle normal | (modèles avancés) |
| Passe 1 | 12 | Polynomial degré 0 | | Polynomial degré 0 | |
| Passe 2 | 2 | Polynomial degré 1 (degré 2-5) | | Polynomial degré 0 (degré 1-5) | |
| Passe 3 | 1 | Butterworth 132 km (60 km, 24 km) | | Polynomial degré 1 (degré 2-6) | |
| Passe 4 | 1 | Butterworth 60 km (24 km, 9 km) | | Butterworth 66 km (33 km, 18 km) | |
| Passe 5 | 1 | Butterworth 24 km (9 km, 4,5 km) | | Butterworth 33 km (18 km, 12 km) | |
| Passe 6 | 1 | Butterworth 9 km (4,5 km, 1,8 km) | | Butterworth 18 km (12 km, 9 km, 6 km) | |
| Passe 6k, modifications de la correction de nivellement en zone déculturée (section 6.4.6.1.f) | | | | | |
| Sélection finale des lignes (section 6.4.7) | | | | | |
| Nivellement final du CM déculturé (1 948 lignes en sélection finale, 116 105 km, section 6.4.8) | | | | | |
| Passe 7k | 1 | Butterworth 4,5 km (1,8 km, 1,2 km) | | Butterworth 12 km (9 km, 6 km) | |
| Passe 8k | 1 | Butterworth 1,8 km (1,2 km, 0,9 km) | | Butterworth 9 km (6 km, 3 km) | |
| Passe 9k | 1 | Butterworth 1,2 km (0,9 km, 0,6 km) | | Butterworth 6 km (3 km, spline) | |

Tableau 5 : Détails du nivellement final du champ magnétique résiduel

6.4.6. Suppression des anomalies culturelles (déculature)

La zone du levé Basses-Terres comprenait une très grande quantité d'anomalies culturelles, avec 11 507 points détectés et confirmés, regroupés en 1 469 zones de déculature, et affectant 15,6% de la surface du levé (18 112 km). Cette proportion passe à 19,7% pour la moitié sud, où la géologie est aussi la plus complexe. Un nombre considérable de ces zones présentaient une très forte densité d'anomalies culturelles, avec plus de 70 agglomérations urbaines, parcs industriels et/ou aéroports majeurs, ces anomalies étant fréquemment superposées les unes sur les autres avec peu de discontinuités. Par exemple, la zone de l'île de Montréal (37km par 14km) comprenait 1 978 détections, soit 17,2% du total. Ces anomalies étaient aussi fréquemment superposées à des anomalies géologiques complexes (régions du Grenville ou au sud-est des Montérégiennes), rendant leur détection et suppression particulièrement difficiles.

Cette situation a donc nécessité le développement et la mise en œuvre de méthodologies de détection, de confirmation et de suppression complexes, dépassant la simple annulation et interpolation en profil d'anomalies isolées qu'il était pratiquement impossible à appliquer pour la grande majorité des cas. Cette déculature a également exigé beaucoup de temps (du 4 mai au 8 septembre 2010, incluant le développement) et de personnel (G. Tessier, K. Moussaoui, R. Bodger, M. Richard).

La section 6.4.6.1 consiste en une description de la méthodologie générale de déculature commune à toutes les zones traitées, tandis que les sections 6.4.6.2 à 6.4.6.7 suivent la chronologie effective du traitement, la déculature ayant été effectuée en quatre phases successives, selon le type d'anomalies et la méthodologie spécifique utilisée pour chacune de ces étapes. Se référer à la Figure 4 pour un résumé des zones et de la séquence de déculature.

Il est important de noter que :

- le traitement de déculature a été appliqué sur la résiduelle IGRF du champ magnétique avec nivellement préliminaire, tel que décrit à la section précédente (6.4.5), et auquel il sera référé comme au champ magnétique original (non-déculaturé);
- des mailles de la 1^{ière} dérivée du champ magnétique furent utilisées comme référence pour toutes les étapes de détection et d'établissement des zones de suppression des anomalies culturelles, ainsi que pour le contrôle de qualité de la déculature;
- pour les trois zones de Bécancour, Grondines et Montréal-nord indiquées en Figure 4, du bruit d'origine culturelle fut préalablement enlevé lors de l'obtention du champ magnétique édité (section 6.4.2);
- les étapes de détection et de calcul des modèles de substitution ont été effectuées en utilisant seulement les traverses. Le traitement des lignes de contrôle (section 6.4.6.7), en quatrième et dernière étape, était basé sur l'utilisation du champ magnétique déculaturé obtenu pour les traverses, à l'exception de trois anomalies supplémentaires détectées sur ce type de lignes seulement;
- les résultats de la déculature sont archivés dans la base de données finale dans les canaux suivants :
 - *eKULT*, signal culturel soustrait du champ magnétique original (section 6.4.6.1.f);
 - *Kconfirm*, code de confirmation (type d'artéfact, section 6.4.6.1.b);
 - *mreslvdK*, champ magnétique nivelé, micro-nivelé et déculaturé (sections 6.4.8, 6.4.9).

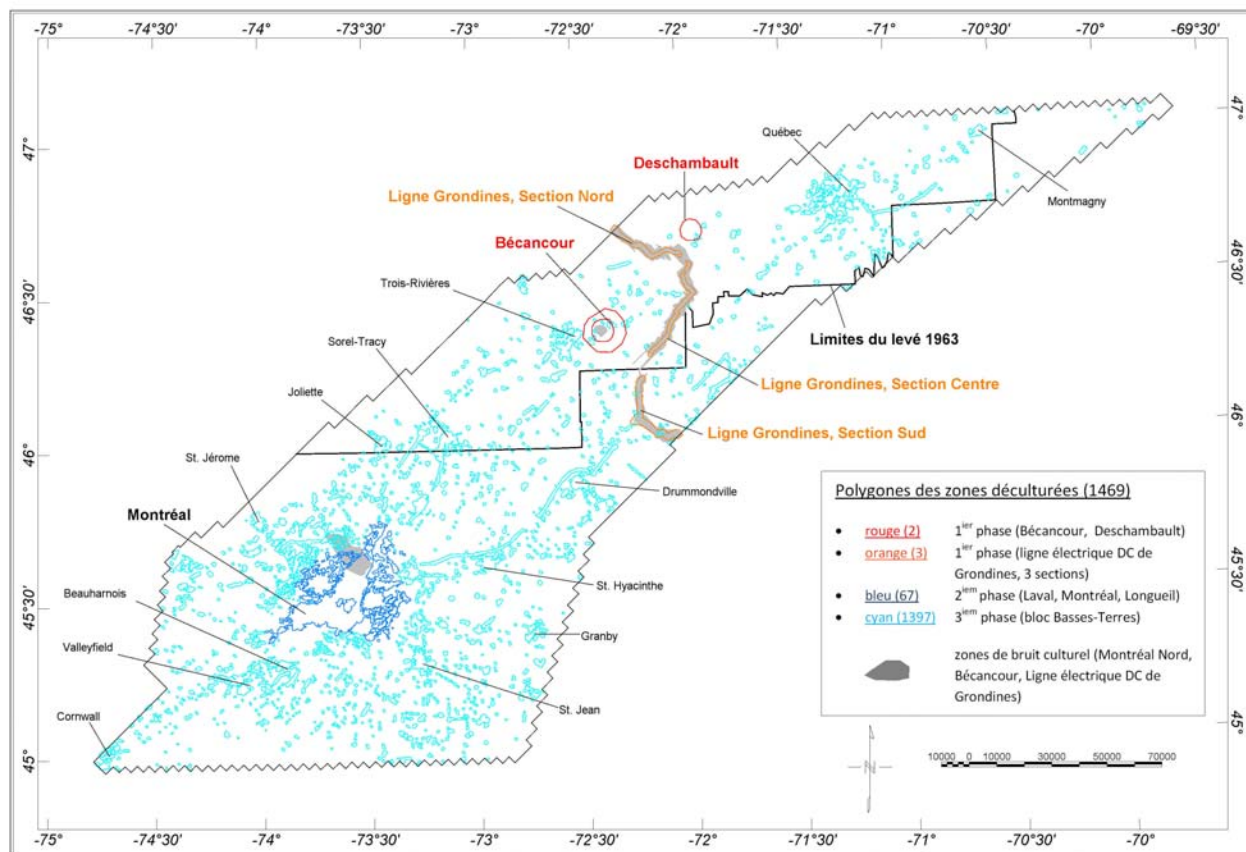


Figure 4 : Zones de déculture

6.4.6.1. Méthodologie générale

a) Détection d'anomalies potentiellement culturelles

La première étape de déculture a consisté en la détection d'anomalies culturelles potentielles, basée sur le signal analytique du champ magnétique original en maille (2D) et en profil (1D), puis sur l'utilisation de l'information topographique NRCan en fichiers SHP, de l'imagerie satellite LANDSAT-7 (2003-2010, 1:50 000, couleur, résolution de 15,0 m/pixel) et de mailles du champ magnétique de levés antérieurs (1958-1963, voir section 6.4.6.2).

La première phase de détection était automatique, suivant une procédure visant à limiter le plus possible l'inclusion d'anomalies géologiques, tout particulièrement dans les zones à haut-gradient comme le Grenville, comme suit :

- application d'un filtre passe-haut de 30 sec sur le signal analytique 2D;
- application d'un filtre de seconde différence sur le signal analytique 2D;
- application d'un filtre passe-haut de 30 sec sur le signal analytique 1D;
- sommation des 3 valeurs précédentes et localisation dans un canal de détection (résolution de 0,1 sec) des pics excédant une valeur seuil de 0,005.

La seconde phase était manuelle et consistait en une inspection systématique, sur toute la zone du levé, de la 1^{ière} dérivée verticale (VG1) du champ magnétique original, de la topographie NRCan, de l'imagerie LANDSAT-7 ainsi que des mailles VG1 des levés antérieurs. Cette inspection visait à la sélection d'un groupe de points de détection potentiels à confirmer (section 6.4.6.1.b), comme suit :

- élimination des points de 1^{ière} phase qui étaient considérés comme correspondant à des anomalies géologiques, en l'absence de tout artéfact (topographie, LANDSAT), et, si possible, sur confirmation du VG1 des levés antérieurs;
- ajout de points correspondant à tout artéfact susceptible de causer une anomalie, observés sur la topographie et l'imagerie LANDSAT-7, et correspondant à une anomalie du champ magnétique original, incluant, entre autres, villes et villages, parcs industriels, ports et aéroports, routes, voies ferrées et maritimes, lignes et installations électriques, structures individuelles, fortes anomalies de faible diamètre localisées sur des plan d'eau et zones isolées (bateaux, machinerie lourde), toute anomalie de forme et d'amplitude jugées suspects, etc.;
- la localisation précise des nouveaux points ajoutés manuellement était toujours faite sur des pics locaux du signal analytique (ou de l'un de ses dérivés passe-haut).

L'exécution de cette phase de détection a été réalisée par G. Tessier, du 13 mai au 7 juin 2010, plus l'ajout occasionnel de quelques points repérés durant les phases de déculture subséquentes. Les zones les plus difficiles et ambiguës étaient situées le long des bordures sud et ouest du levé (Grenville), ainsi que pour toute la moitié sud (géologie complexe). Un total de **12 797 détections potentielles** a ainsi été sélectionné et soumis une confirmation, qui suit.

b) Confirmation et identification des anomalies culturelles

Les 12 797 détections potentielles furent ensuite soumises à une confirmation, effectuée du 26 mai au 30 juin 2010 (M. Richard et K. Moussaoui). Cette étape visait à établir la présence ou l'absence d'artéfacts pouvant causer une anomalie, ainsi que la nature des artéfacts confirmés. Les sources additionnelles d'information utilisées furent :

- **imagerie SPOT 4/5** (2005-2010), noir et blanc, couverture 85-90%, résolution 10,0 m/pixel;
- **imagerie Google Earth** (2010, SPOT/CNES), couleur, résolution estimée à 0,2 m;
- **enregistrements vidéo** sur DVD effectués en cours de vol.

Chacun des points de détection potentiels précédemment sélectionnés (section 6.4.6.1.a) a d'abord été réexaminé sur imagerie satellite SPOT et Google Earth. Dans les cas où aucun artéfact concluant ne fut repéré sur ces sources, un examen attentif des vidéos fut réalisé pour l'obtention d'un verdict final, comme la présence d'un artéfact peut être temporaire (bateau ou train par exemple). Selon la nature de l'objet, un code de détection potentiel (initialement de valeur 1) était attribué (un des codes de confirmation/identification décrits au Tableau 6). Ces codes ont été intégrés à la base de données finale, sous forme interpolée, dans le canal *Kconfirm*.

Aucun point de détection ne fut éliminé à cette étape, quelque soit le résultat. L'élimination d'anomalies confirmées non-culturelles fut effectuée durant l'étape de déculture en maille (sections 6.4.6.1.c et 6.4.6.4).

| Code (Kconfirm) | Type d'artéfact repéré sur LANDSAT-7, SPOT 4/5, Google Earth et/ou vidéo |
|--------------------|---|
| -1 | Aucun artéfact repéré sur vidéo |
| 0 | Aucun artéfact sur imagerie satellite |
| 1 | Présence d'artéfact à confirmer |
| 10 | Réseau de distribution électrique (lignes et pylônes, postes de transformation, barrages) |
| 11 | Réseau routier (routes, ponts) |
| 12 | Réseau ferroviaire (voies ferrées, ponts, trains) |
| 13 | Réseau maritime (ports, écluses, bateaux) |
| 14 | Agglomérations urbaines (infrastructures majeures, gros bâtiments) |
| 15 | Zones industrielles majeures |
| 16 | Grosses structures (infrastructures, bâtiments, usines) |
| 17 | Petites structures (fermes, résidences) |
| 18 | Structures indéterminées |
| 20 | Anomalies régionales comportant un traitement spécial (Bécancour et Deschambault) |

Tableau 6 : Codes de confirmation et identification des anomalies culturelles

c) Modèles déculturés préliminaires en maille

Tel que mentionné en début de section, et en évidence sur la Figure 4, une grande partie des zones cultivées couvraient de grandes surfaces et comportaient une très forte densité d'anomalies, souvent superposées les unes avec les autres, ainsi qu'avec un signal géologique souvent complexe. Cette situation rendait aléatoire, sinon inapplicable, la procédure relativement simple et rapide d'annulation et d'interpolation de ces anomalies en profil.

Il fut donc nécessaire d'effectuer, en étape préliminaire, la suppression complète des anomalies culturelles en maille (2D), tout en veillant à préserver un maximum du champ magnétique original pour interpolation, ainsi que de pouvoir en faire un certain contrôle de qualité. Le tout de façon à obtenir des modèles déculturés préliminaires 2D de fiabilité suffisante pour leur utilisation subséquente comme base des modèles de substitution lors de la suppression finale en profil (section. 6.4.6.1.e).

Pour ce faire, deux types de modèles déculturés en maille ont été établis, DAP (compilation de levés antérieurs) et GAUSS (obtenu par traitement du champ magnétique original et des points de détection).

Le modèle DAP consiste en une maille compilée à partir de données provenant de levés antérieurs, principalement effectués dans les années 1952 à 1963, d'où est absent une importante portion du signal culturel actuellement observé. Tous les détails concernant la préparation de ce modèle se trouvent en section 6.4.6.2. Il fut utilisé, en première phase de déculturation, comme modèle de substitution pour les zones de Bécancour et Deschambault, qui auraient probablement dues être occultées si ces données n'avaient pas été disponibles, ainsi que pour deux (2) sections de la ligne électrique DC de Grondines (voir section 6.4.6.3).

Le modèle DAP fut cependant employé essentiellement pour la détermination de la nature géologique ou culturelle des anomalies, ainsi que pour la validation et le contrôle de qualité du modèle de substitution principal GAUSS.

Le modèle GAUSS provient d'une déculturation préliminaire, en maille (2D), basée sur une procédure d'annulation du champ magnétique original aux points de détection (originaux et ajoutés), ré-interpolation, et filtrage régional GAUSS, décrite en détail en section 6.4.6.4. Il a été utilisé comme modèle de substitution principal pour la déculture finale en profil pour 1 464 des 1 469 zones ciblées (voir sections 6.4.6.5 et 6.4.6.6).

La collection de points de détection obtenue lors de la construction du modèle GAUSS, composée des points originaux confirmés (section 6.4.6.1.b) et de ceux qui furent ajoutés pour obtenir une suppression complète du signal culturel en maille (section 6.6.4.4), a servi de base à l'établissement des zones culturelles, dont la description suit.

d) Détermination des zones culturelles pour suppression en profil

Les points de détection (originaux et ajoutés pour déculture complète sur le modèle GAUSS), furent regroupés selon 1 469 zones de déculture. Ces zones furent provisoirement délimitées par des polygones, dont la localisation est indiquée en Figure 4, chacun correspondant à des agglomérations urbaines ou industrielles, lignes électriques, routes, structures isolées, etc. Ces polygones contenaient de 1 à 1 978 (Ile de Montréal) points de détection.

Le tracé de ces polygones devait demeurer aussi près que possible des points de détection et délimiter une surface minimale, pour préservation du champ magnétique original, mais devait également englober la surface entière de l'anomalie culturelle ciblée, utilisant comme référence la maille de la 1^{ière} dérivée du champ magnétique original.

Les polygones furent ensuite transférés sur profil pour initialiser un canal de suppression à une valeur de 0,0 à l'extérieur des polygones, indiquant un signal d'origine géologique, et de 1,0 à l'intérieur, déterminant sur chacune des traverses, de façon préliminaire, les zones de suppression des anomalies culturelles.

Ce profil fut ensuite édité de façon à subdiviser la zone de suppression comme suit :

- zone de substitution, de valeur 1,0, où le champ magnétique original sera totalement remplacé par un modèle de substitution déculturé;
- zone de transition, de valeur nulle (*dummy*), de part et d'autre de la zone de substitution, où sera effectué un passage graduel (*merge, meshing*) du champ magnétique original, hors de la zone de suppression, jusqu'au modèle déculturé, dans la zone de substitution.

Un profil de la résiduelle du modèle GAUSS (champ magnétique original – modèle GAUSS) est utilisé comme référence lors de l'édition. Le premier objectif est de minimiser la zone de substitution, même de la subdiviser si possible, de façon à n'y inclure que le signal culturel, et à exclure tout signal géologique. Le second est de localiser la zone de transition sur une section adéquate du profil de la résiduelle GAUSS, de valeur proche de zéro, ou du moins aussi lisse que possible. Ceci s'est souvent avéré difficile dans quelques zones de haut-gradient ou à géologie complexe. La localisation inadéquate des zones de transition/substitution causait souvent des artéfacts sur les mailles déculturées, dont la détection et la correction était l'un des objectifs du contrôle de qualité de la déculture (section 6.4.6.1.e).

e) Suppression en profil des anomalies culturelles

La première étape est le calcul du modèle de substitution en profil, où la transition, selon le canal de suppression (section 6.4.6.1.d), du champ magnétique original au champ magnétique déculturé est effectuée, préalablement initialisé sur une des options suivantes :

- modèle déculturé en maille GAUSS ou DAP;
- modèle déculturé en maille GAUSS ou DAP, ajusté sur le champ magnétique original aux extrémités de la zone de suppression;
- annulation du champ magnétique original dans la zone de suppression, possiblement locale, et interpolation à courbature minimale (*MINCURV*);
- annulation du champ magnétique original dans la zone de suppression, possiblement locale, pour ré-interpolation par maillage à l'étape suivante.

Le modèle de suppression final en profil est ensuite calculé, comme suit :

- maillage du modèle de substitution, permettant une ré-interpolation 2D des zones annulées;
- application d'un micro-nivèlement visant à compenser toute corrugation pouvant résulter d'un ajustement du modèle déculturé, ou tout artéfact possiblement généré en ré-interpolation :
 - filtre directionnel passe-bas 1 200 m appliqué à la maille du modèle de substitution;
 - échantillonnage en profil de la maille decorrugée et calcul de la correction brute;
 - limitation d'amplitude de ± 1 nT, filtre passe-bas spatial de 600m;
 - remaillage du profil micro-nivelé;
- échantillonnage en profil de la maille micro-nivelée vers le modèle de suppression brut;
- application d'un filtre passe-bas de 3 sec sur le modèle de suppression brut;
- transition du champ magnétique original au modèle de suppression final, selon le canal de suppression;
- maillage du modèle de suppression final et calcul de sa 1^{ière} dérivée verticale.

Il y a finalement un contrôle de qualité de la maille de la 1^{ière} dérivée verticale du modèle de suppression final ainsi obtenu, visant à repérer les possibles problèmes qui suivent :

- artéfacts causés par une zone de suppression inadéquate;
- modèle de substitution s'avérant insatisfaisant ou dommageable au signal géologique.

Le cas échéant, les mesures correctives appropriées sont apportées au canal de suppression et/ou au choix du modèle de substitution, et le calcul du modèle de suppression final est répété jusqu'à l'obtention d'une déculture adéquate de toutes les zones ciblées.

f) Calcul du signal culturel et ajustement du nivèlement préliminaire

Le canal de signal culturel soustrait (*eKULT*) est initialisé selon le modèle de suppression final (section 6.4.6.1.e) :

- $eKULT = (\text{champ magnétique original}) - (\text{modèle de suppression final})$

Une inspection est ensuite effectuée et, au besoin, un ajustement de la correction de nivèlement préliminaire (section 6.4.5), et ce strictement dans les zones de suppression et pour les zones immédiatement adjacentes. L'objectif est de repérer tout cas de très fortes corrections de nivèlement, qui constituent en fait un ajustement sur du signal culturel présent sur les lignes intersectées. Le cas échéant, le correctif suivant est appliqué (nivèlement en passe 6k du Tableau 5) :

- lissage approprié de la correction de nivèlement visant à éliminer l'influence des intersections affectées par du signal culturel, en autant que la correction ainsi obtenue, à proximité immédiate de la zone de suppression, corresponde au micro-nivèlement préliminaire de phase 1 (section 6.4.9), et donc résulte en une decorrugation souhaitable;
- transfert du signal haute-fréquence ainsi retiré au signal culturel (*eKULT*), selon le canal de suppression (transition graduelle d'une correction zéro au signal culturel modifié);
- mise à jour du champ magnétique déculturé.

Un contrôle de la quatrième différence du champ magnétique déculturé est également effectué, résultant occasionnellement en l'édition de quelques artéfacts (*spikes*) en zones de très haut-gradient.

g) Sauvegarde au système permanent et micro-nivèlement préliminaire

Comme le traitement de déculture fut effectué en plusieurs phases, deux groupes de canaux de déculture parallèles ont en fait été utilisés, soit un premier dit « de travail », avec lequel s'est effectué le processus de suppression, et un second dit « permanent », où les résultats du premier sont sauvegardés.

À la fin d'une phase de déculture, tous les canaux de travail sont utilisés pour la mise à jour, par sommation, des canaux permanents. Les canaux de travail sont ensuite remis à zéro pour procéder à une nouvelle phase de déculture, où le champ magnétique déculturé de la phase précédente est maintenant considéré comme étant le champ magnétique original.

Comme contrôle final de la phase de déculture sauvegardée, et en tant que référence pour la prochaine phase, un micro-nivèlement de phase 1 (section 6.4.9) est effectué pour obtenir les mailles préliminaires du champ magnétique déculturé et de ses 1^{ière} et 2^{nde} dérivées verticales, présentées au client après inspection.

6.4.6.2. Modèle déculturé en maille DAP basé sur des données de levés antérieurs

Un des éléments essentiels du traitement de déculture a consisté en l'utilisation de données provenant de levés antérieurs, comme outil de suppression mais surtout de validation. De telles données sont disponibles sur le serveur DAP de Geosoft, sous les rubriques \Données Géoscientifiques, \Magnétiques, \Compilations, \Canada 200m, \Composante résiduelle. Pour la zone du levé, la compilation est surtout composée de levés au 400-800m effectués de 1952 à 1963, soit dans une période où le développement urbain et industriel était beaucoup plus limité.

La qualité de cette compilation est très variable, quelquefois inutilisable, mais le levé de 1963 (#14), indiqué sur la Figure 4, de très bonne qualité, s'est révélé des plus utiles. Les anomalies culturelles les plus étendues de Bécancour, Deschambault et Grondines (voir section 6.4.6.3), ainsi que, par exemple, le pont de Trois-Rivières (construit à partir de 1964) y sont absents, ce qui constitue la forme idéale de déculturation.

Les données originales sur serveur DAP furent téléchargées et évaluées le 6 mai 2010, lors de la conception de la méthodologie de déculture. Une préparation du modèle déculturé en maille DAP fut faite à partir de cette compilation, du 8 au 9 juin 2010. Un ajustement à basse-fréquence des données originales DAP sur le champ magnétique (CM) original, visant à faciliter son utilisation comme modèle de substitution, fut d'abord effectué de la façon suivante :

- maillage de la différence (CM original – CM DAP) brute;
- annulation des cellules dans un rayon de 175 m autour des points de détection confirmés;
- annulation des cellules à l'intérieur des cinq (5) polygones de Bécancour, Deschambault et Grondines;
- ré-interpolation en maille et application d'un filtre régional GAUSS de 3 000m;
- application en maille de l'ajustement (CM DAP = CM DAP original + différence filtrée);
- échantillonnage dans un canal pour utilisation comme modèle déculturé en maille;
- calcul de la 1^{ière} dérivée verticale du DAP ajusté comme outil de validation.

Le modèle DAP a été utilisé pour la déculture des anomalies de Bécancour, Deschambault et Grondines (section 6.4.6.3) et pour quatre (4) zones où le modèle principal GAUSS était insatisfaisant en bordure des secteurs à haut-gradient. Son utilisation principale fut comme outil de validation du modèle de substitution principal GAUSS (section 6.4.6.4).

6.4.6.3. Suppression des anomalies de Bécancour, Deschambault et Grondines

La 1^{ière} phase de déculture fut la suppression des anomalies de Bécancour, Deschambault et des trois sections de la ligne électrique DC de Grondines (voir Figure 4), comme ces cinq (5) zones étaient les plus étendues, et comportaient de très forts signaux qui interféraient avec toute forme de traitement FFT (utilisée entre autre pour la construction du modèle de substitution principal GAUSS, section 6.4.6.4).

Leur suppression fut généralement effectuée selon la méthodologie décrite en section 6.4.6.1. Les principales différences et particularités furent :

- les zones de Bécancour et Deschambault incluait d'autres anomalies culturelles secondaires, de dimension et amplitude normales, superposées à l'anomalie principale. Pour cette phase 1, la suppression de l'anomalie principale, ou régionale, a été uniquement effectuée. Le code de confirmation 20 (*Kconfirm*) fut utilisé pour ces anomalies dites régionales. La suppression des anomalies secondaires fut effectuée en phase 3 (section 6.4.6.6).
- la localisation ainsi que la nature culturelle de ces anomalies étant évidentes, les points de détection ne furent pas utilisés pour le tracé des cinq (5) polygones définissant la zone de suppression. Ceux-ci furent tracés directement à partir de la maille de la 1^{ière} dérivée du champ magnétique original.
- le modèle déculturé en maille DAP (données de levés antérieurs, section 6.4.6.2) a pu être utilisé en tant que base du modèle de substitution, comme toutes les anomalies (à l'exception de la section sud de Grondines) étaient situées à l'intérieur des limites du levé de plus haute qualité de 1963, où une bonne corrélation entre le modèle DAP et le champ magnétique original était généralement observée.
- d'autres particularités, spécifiques à chacune des anomalies, seront décrites plus bas.

L'anomalie de Grondines, section sud (amplitude de -90 à +14 nT, 39 km par 1,6 km) correspondait à une ligne électrique de type DC passant à proximité de St-Sylvere et Victoriaville. La suppression pour cette zone a été effectuée en tout premier lieu, du 6 au 11 mai 2010, comme cas-test en conception de la méthodologie de déculture. Comme il fut constaté que les données antérieures DAP étaient de très pauvre qualité pour ce secteur, les modèles de substitution employés furent :

- interpolation en profil du champ magnétique original dans la zone de suppression pour quelques traverses réparties sur toute la zone;
- annulation du champ magnétique original pour les autres traverses, ainsi que dans la zone de transition lors de l'étape de contrôle de qualité (ré-interpolation en maille) pour quelques cas d'artéfacts de maillage.

La suppression sur les quatre (4) zones localisées dans les limites du levé de 1963, basée sur l'utilisation du modèle déculturé en maille DAP, fut effectuée du 9 au 14 juin 2010.

L'anomalie de Deschambault, (amplitude de -4174 à +57470 nT sur un rayon de 3,7 km) était centrée dans un parc industriel. Comme quelques anomalies culturelles secondaires chevauchaient la limite de cette zone, les procédures suivantes furent employées :

- utilisation d'une zone de transition plus étendue englobant les anomalies secondaires à préserver jusqu'à leur déculture en phase 3;
- modèle de substitution initialisé sur modèle DAP, sans ajustement;
- annulation du modèle de substitution dans la zone de transition lors de l'étape de contrôle de qualité (ré-interpolation en maille) pour quelques cas d'artéfacts de maillage.

L'anomalie de Bécancour, (amplitude de -12 à +10769 nT sur un rayon de 7,5 km) était centrée dans une zone industrielle majeure incluant entre autres la centrale nucléaire de Gentilly. Le champ magnétique (CM) original dans la couronne extérieure de l'anomalie principale (de 4,2 à 7,5 km du centre, lobe négatif), comprenait une quantité de détails fins d'origine géologique, ainsi que de nombreuses anomalies culturelles secondaires (à éliminer en phase 3). Afin de préserver autant que possible ce signal fin superposé au lobe négatif de l'anomalie principale, ainsi que d'effectuer une suppression complète du lobe positif au centre, la procédure suivante fut utilisée pour obtenir le modèle de substitution :

- pour toute la zone, maillage de la différence (CM original micro-nivelé – CM DAP) brute;
- dans la couronne extérieure seulement :
 - annulation des cellules dans un rayon de 175 m autour des points de détection;
 - annulation locale des cellules pour le signal géologique de plus forte amplitude;
 - ré-interpolation en maille et application d'un filtre régional GAUSS de 1 000m;
- pour toute la zone, échantillonnage en canal de la différence modifiée en couronne;
- initialisation en profil (modèle de substitution = CM original – différence modifiée);
- annulation du modèle de substitution lors de l'étape de contrôle de qualité (ré-interpolation en maille) pour tout cas d'artéfacts générés durant ce processus.

L'anomalie de Grondines, section nord (amplitude de -161 à +167 nT, 30 km par 1,6 km) correspondait à une ligne électrique de type DC passant dans une zone de très haut-gradient jusqu'à Grondines. Afin d'optimiser, en haut-gradient, la transition du champ magnétique original au modèle de substitution, celui-ci fut initialisé de façon spéciale, comme suit :

- calcul d'une version plus ajustée du modèle déculturé DAP, établie pour cette zone selon la méthode décrite en 6.4.6.2, mais en employant un filtre régional GAUSS de 1 000m;
- annulation du modèle de substitution dans la zone de transition lors de l'étape de contrôle de qualité (ré-interpolation en maille) pour quelques cas d'artéfacts de maillage.

L'anomalie de Grondines, section centre (amplitude de -69 à +26 nT, 43 km par 1,6 km) correspondait à une ligne électrique de type DC passant à proximité de Ste-Marie-de-Blandford. Les modèles de substitution employés furent :

- initialisation du modèle de substitution sur modèle DAP ajusté sur le champ magnétique original aux extrémités de la zone de suppression;
- annulation du modèle de substitution dans la zone de transition lors de l'étape de contrôle de qualité (ré-interpolation en maille) pour quelques cas d'artéfacts de maillage.

6.4.6.4. Modèle déculturé basé sur filtrage régional GAUSS

Pour les raisons mentionnées en section 6.4.6.1.c, il s'est avéré nécessaire de débiter le processus de déculture par une première suppression, totale mais préliminaire, des anomalies culturelles confirmées, effectuée sur maille (2D) du champ magnétique original. Cette étape vise à obtenir un modèle déculturé en maille de qualité suffisante pour son utilisation subséquente, en tant que modèle de substitution, lors de la prochaine étape de suppression finale en profil (section. 6.4.6.1.e). Ce modèle déculturé en maille, basé sur filtrage régional GAUSS, constitue le modèle principal, à être utilisé pour le traitement de 1 464/1 469 zones culturées en phases 2-4 (sections 6.4.6.5 à 6.4.6.7).

La méthode de calcul de ce modèle se résume à ces étapes principales :

- 1) annulation du champ magnétique original dans un rayon autour des points de détection;
- 2) ré-interpolation par maillage du champ magnétique original conservé;
- 3) application d'un filtre régional GAUSS pour correction des reliquats culturels toujours présents, ainsi que de tout artéfact généré lors du processus d'interpolation par maillage;
- 4) inspection minutieuse du modèle déculturé ainsi obtenu pour :
 - a) efficacité de la suppression du signal culturel ciblé;
 - b) préservation maximale du signal géologique à proximité de la cible culturelle;
 - c) corrélation avec le modèle DAP (données antérieures, 6.4.6.2), pour validation;
- 5) ajout ou rejet de points de détection en fonction des résultats de l'inspection et de leur code;
- 6) reprise des étapes 1) à 5) jusqu'à élimination adéquate du signal culturel sur le modèle déculturé.

Le principe général de cette méthode consiste à obtenir une élimination complète des cibles culturelles identifiées, mais tout en conservant, dans une zone à déculter, autant de champ magnétique original (ou considéré principalement d'origine géologique avec faible contamination culturelle) que possible, de façon à obtenir une ré-interpolation adéquate du modèle déculteré.

Le processus d'annulation du champ magnétique original d'origine culturelle commence avec l'utilisation des points de détection originaux (6.4.6.1.b), localisés sur les pics de signal analytique au centre de la cible. Des points supplémentaires sont ensuite progressivement ajoutés, autour des points originaux, ciblant cette fois les lobes positifs et négatifs de l'anomalie culturelle. Ces ajouts doivent toujours être limités au strict minimum requis pour obtenir la suppression de la cible, et être aussi espacés que possible, de façon à préserver un maximum de segments avec signal original pour ré-interpolation. Certains points, originaux ou ajoutés, sont aussi rejetés, soit pour fins de préservation, soit en raison de leurs codes de confirmation (artéfact absent ou insuffisant), et si possible avec validation du modèle DAP (données antérieures).

Ce processus d'ajout/rejet de points de détection est effectué au cours d'un contrôle de qualité minutieux des mailles de 1^{ère} dérivée verticale de chaque modèle GAUSS obtenu. Le premier objectif est évidemment de confirmer l'oblitération complète des cibles culturelles. Autant que possible, il faut également procéder à une validation du modèle selon les critères d'un degré de corrélation qualitative raisonnable avec le modèle DAP dans la zone déculterée, ainsi que d'une conformité au contexte géologique observable en périphérie de la cible.

Le modèle déculteré en maille GAUSS final (1 000 m) fut obtenu de façon itérative. Chaque itération successive utilisait une quantité de points de détection et un rayon d'annulation de plus en plus grands, tandis que la longueur du filtre régional GAUSS était de plus en plus petite. Chaque itération était effectuée sur la résiduelle du modèle précédent, de façon à obtenir à chaque fois une meilleure résolution de la composante haute-fréquence du champ magnétique, permettant ainsi une distinction précise des éléments culturels et géologiques. Ce calcul fut effectué selon trois itérations principales :

- **Modèle grossier GAUSS 3 000 m :**
 - effectué sur le **champ magnétique (CM) original**;
 - rayon d'élimination de 150/175 m autour des 12 797 points de détection originaux;
 - modèle obtenu par ré-interpolation et filtrage régional GAUSS de 3 000 m;
 - (voir séquence détaillée de GAUSS 1 000 m, plus bas)
 - inspection et validation du modèle, ajout ou rejet de points de détection;
 - reprise jusqu'à oblitération complète du signal culturel.
- **Modèle intermédiaire GAUSS 2 000 m :**
 - effectué sur **résiduelle** (CM original – modèle GAUSS 3 000 m);
 - rayon d'élimination de 175/210 m, autour des nouveaux points de détection;
 - modèle obtenu par ré-interpolation et filtrage régional GAUSS de 2 000 m;
 - (voir séquence détaillée de GAUSS 1 000 m, plus bas)
 - inspection et validation du modèle, ajout ou rejet de points de détection;
 - reprise jusqu'à oblitération complète du signal culturel.
- **Modèle précis GAUSS 1 000 m :**
 - effectué sur **résiduelle** (CM original – modèle 3 000 m – modèle 2 000 m);
 - rayon d'élimination de 200/210 m, autour des nouveaux points de détection;
 - modèle obtenu par ré-interpolation et filtrage régional GAUSS de 1 000 m;
 - en profil, substitution d'un filtre spatial de 1 000m à 200m des détections;
 - maillage et annulation des cellules à 210 m des détections;
 - remaillage pour ré-interpolation et filtre régional GAUSS de 1 000m;
 - en profil, échantillonnage de la maille filtrée;
 - en profil, substitution de la maille filtrée à 200 m des détections;
 - maillage (1), et annulation des cellules à 210 m des détections;

- remaillage pour ré-interpolation et filtre régional GAUSS de 1 000m;
- substitution de la maille filtrée dans la maille (1) à 210 m des détections;
- filtrage de finition régional GAUSS de 600 m;
- inspection et validation du modèle, ajout ou rejet de points de détection;
- reprise jusqu'à oblitération complète du signal culturel.
- **Mise à jour du modèle déculturé en maille GAUSS final :**
= (Modèles GAUSS 3 000 m + GAUSS 2 000m + GAUSS 1 000m).

Le processus d'itération du modèle déculturé en maille GAUSS se termine dès que suffisamment de points de détection adéquatement localisés ont été ajoutés, permettant d'obtenir une suppression aussi complète que possible du signal culturel, et qu'il n'y ait plus aucune amélioration envisageable par utilisation de cette méthode.

Les détails de test et d'application générale de cette procédure sur les traverses, en phases 2 et 3 de déculture, suivent aux sections 6.4.6.5 et 6.4.6.6.

6.4.6.5. Suppression des anomalies culturelles (Laval, Montréal et Longueuil)

Suite à la suppression en phase 1 des anomalies de Bécancour, Deschambault et Grondines (section 6.4.6.3), le modèle déculturé en maille intermédiaire GAUSS 2000 m (section 6.4.6.4 plus haut) a pu être complété, pour toute la zone du levé, du 15 au 22 juin 2010.

Afin d'en effectuer un test d'utilisation sur une zone relativement restreinte, le processus de calcul du modèle déculturé en maille GAUSS final fut complété, du 22 au 24 juin 2010, uniquement pour 67/1 469 zones culturées, situées dans la région de Laval, Montréal, et Longueuil. Le contrôle de qualité et la validation du modèle GAUSS furent satisfaisants en périphérie (Laval, L'Assomption et Longueuil). Quant à la zone de l'île de Montréal, bien que le modèle apparaisse adéquat, il fut pratiquement impossible de valider ce résultat selon les deux critères de corrélation au modèle DAP, de pauvre qualité dans ce secteur et lui-même culturé, ainsi que de conformité au contexte géologique à l'intérieur de cette zone très étendue et extrêmement culturée.

La **2nde phase de déculture**, effectuée du 25 au 29 juin 2010, fut l'application complète du processus de suppression du signal culturel pour les 67 zones du test, entièrement selon la méthode générale décrite en section 6.4.6.1 :

- initialisation du modèle de substitution sur modèle GAUSS, ajusté sur le champ magnétique original aux extrémités de la zone de suppression;
- lors de l'étape de contrôle de qualité, quelques annulations locales du modèle de substitution, dans une petite zone de très haut-gradient située entre le Mont-Royal et le centre-ville de Montréal (ré-interpolation en maille), pour artéfacts de maillage.

Des mailles préliminaires des produits suivants furent présentées et livrées au client, le 30 juin 2010, pour approbation du procédé de déculture :

- champ magnétique déculturé et micro-nivelé en phase 1, et des ses 1^{ière} et 2nde dérivées verticales, applicables aux zones de Bécancour, Deschambault, Grondines, Laval, Montréal et Longueuil (phases 1 et 2);
- modèle déculturé en maille GAUSS, finalisé pour Laval, Montréal et Longueuil seulement;
- modèle déculturé en maille DAP (final).

6.4.6.6. Suppression des anomalies culturelles (finalisation des traverses)

La finalisation du modèle déculturé en maille GAUSS, pour les 1 397/1 469 zones, couvrant toute la zone du levé, fut effectuée du 19 juillet au 20 août 2010, suivant l'approbation des résultats du test pour la zone Laval, Montréal et Longueuil (section 6.4.6.5, plus haut).

Le modèle déculturé en maille GAUSS fut accepté comme final suivant le contrôle de qualité et la validation. Il restait cependant quatre (4) zones où la ré-interpolation en maille produisait des artéfacts demeurant irrésolubles, leurs polygones chevauchant tous un contact abrupt entre zones de haut et de bas-gradient. Les mesures correctives appliquées sont décrites plus bas.

La 3^{ième} **phase de déculture**, effectuée du 23 août au 3 septembre 2010, fut la suppression du signal culturel pour toutes les traverses des 1 397 zones restantes, entièrement selon la méthode générale décrite en section 6.4.6.1 :

- établissement préliminaire des 1 397 polygones délimitant les zones à déculturer effectué du 1^{er} au 18 juillet 2010 (R. Bodger);
- révision et transfert des polygones au canal de suppression effectué du 10 au 22 août 2010 (R. Bodger, G. Tessier);
- initialisation du modèle de substitution sur modèle GAUSS, ajusté sur le champ magnétique original aux extrémités de la zone de suppression, effectuée le 23 août 2010;
- calcul provisoire de toutes les mailles préliminaires du champ magnétique déculturé et micro-nivelé en phase 1;
- mailles et cartes 1:500 000 préliminaires de ce produit livrées au client le 23 août 2010, avec contrôle de qualité toujours à faire;
- le contrôle de qualité de la suppression des 1 397 zones culturées, faite sur maille de la 1^{ière} dérivée verticale, fut effectué du 24 août au 3 septembre 2010. 27 zones ont été repérées dans lesquelles il a fallu procéder à des mesures correctives, comme suit :
 - 12/27 cas d'artéfacts de maillage résolus par extension de la zone de suppression;
 - 4/27 cas d'artéfacts de maillage en haut-gradient résolus par annulations locales du modèle de substitution et ré-interpolation par maillage;
 - 4/27 cas d'artéfacts GAUSS sur contact de zones de haut et de bas-gradient, résolus via plusieurs itérations, par applications locales, sur le modèle de substitution, des modèles DAP et par annulation pour ré-interpolation en maille;
 - 7/27 cas de sur-filtrage GAUSS, résolus par réduction de la zone de suppression et emploi du modèle de substitution par annulation et interpolation en profil de l'anomalie culturelle, surtout observés sur les fines linéations caractérisant le bas-gradient dans les Basses-Terres;
- bons effets de décorrugation obtenus, lors de l'étape d'ajustement de la correction de nivellement, dans le secteur bas-gradient des zones de la région urbaine de Québec.

Sur complétion de la déculture du champ magnétique original avec nivellement préliminaire des traverses du bloc Basses-Terres, les statistiques de détection suivantes ont été observées :

- 11 507/12 797 détections originales d'anomalies potentiellement culturelles furent sélectionnées pour suppression. Après ajouts, 25 186 points furent utilisés pour le calcul du modèle de substitution principal GAUSS et la délimitation de 1 464 zones culturelles;
- 1 290/12 797 détections originales furent rejetées, dont 301 pour absence d'artéfact sur imagerie satellite et vidéo, et 989 par interprétation de leur origine probablement géologique par le processeur, soit par corrélation avec le modèle des levés antérieurs DAP, soit parce que l'amplitude et/ou l'étendue de ces anomalies furent jugées hors de proportion avec leur codes de confirmation et d'identification, par exemple une anomalie linéaire de 100nT correspondant à de petits bâtiments agricoles (de code 17).

6.4.6.7. Suppression des anomalies culturelles (finalisation des lignes de contrôle)

La 4^{ième} **phase de déculture** des lignes de contrôle fut effectuée du 4 au 8 septembre 2010. Comme les lignes de contrôle ne devaient pas être utilisées en maillage final du champ magnétique, leur déculture a été faite selon une procédure considérablement modifiée par rapport à la méthodologie générale de la section 6.4.6.1, qui visait surtout à optimiser la continuation du nivellement, en section 6.4.8.

Tout d'abord, le modèle déculturé en maille GAUSS (6.4.6.1.c) fut initialisé sur la maille, obtenue avec les traverses seulement, du champ magnétique préliminaire déculturé, nivelé en passe 6k (Tableau 5) et micro-nivelé en passe 1 (6.4.6.9 et 6.4.6.6 plus haut).

Ensuite, le canal de suppression (6.4.6.1.d), contrôlant la suppression finale en profil du signal culturel, fut directement initialisé sur les 1 469 polygones déjà utilisés pour les traverses. L'édition produisant les zones de substitution et de transition fut ensuite effectuée selon la méthodologie générale. L'inspection de la résiduelle du champ magnétique original des lignes de contrôle par rapport au modèle déculturé a permis la détection et l'ajout de trois (3) nouvelles anomalies culturelles.

Le modèle de suppression (6.4.6.1.e) fut initialisé directement, sans recours au traitement en maille, sur le modèle GAUSS, avec application du filtre passe-bas en profil de 3 sec, et ensuite ajusté sur le champ magnétique original aux extrémités de la zone de suppression.

Les erreurs du champ magnétique aux intersections furent alors mises à jour, en utilisant pour les lignes de contrôle le modèle de substitution ci-haut. Ce test de l'ajustement du nivellement des traverses en zones culturée (6.4.5.6.1.f) s'avéra concluant, avec une amélioration observée pour environ 90% des intersections concernées, confirmé par maillage provisoire.

L'étape de calcul du signal culturel soustrait (*eKULT*) et d'ajustement du nivellement préliminaire pour les lignes de contrôle (6.4.5.6.1.f) fut effectuée comme pour les traverses. Une mesure corrective fut cependant ajoutée visant les 10% d'intersections où une dégradation fut observée. Dans ces cas, le canal *eKULT* fut réinitialisé sur le signal culturel utilisé pour les traverses, obtenu via maillage de ces données, qui a suffi pour obtenir cette fois une amélioration suffisante de toutes les intersections. La dégradation corrigée provenait donc, probablement, de corrugations non-culturelles (i.e. liées à l'altitude de vol ou aux diurnes) qui faussaient l'initialisation normale de *eKULT* utilisant le champ magnétique original.

La suppression complète des anomalies culturelles, sur l'ensemble des lignes du levé Basses-Terres, fut confirmée par le calcul des mailles préliminaires, incluant cette fois les lignes de contrôle, du champ magnétique déculturé et micro-nivelé en passe 1 de qualité satisfaisantes. Le nivellement final a pu alors procéder, qui suit.

6.4.7. Sélection finale des lignes de vol

Le Tableau 7 résume toutes les étapes conduisant à la sélection des lignes ou segments de lignes pour la construction de la base de données finale.

Une première phase de sélection a été effectuée au cours de la période d'acquisition, où 3 893 km des 122 574 km volés (3,2%) furent rejetés et revolés. Les causes principales de revols furent un bruit excessif du champ magnétique compensé dû aux fortes turbulences, des déviations excessives par rapport à l'altitude de vol planifiée, des problèmes instrumentaux ou d'avionique, et des activités diurnes. Les traitements d'édition finale des données, nivellement préliminaire et déculture (sections 6.3 à 6.4.6) furent ensuite complétés sur le kilométrage accepté (1 962L, 118 681 km), incluant 2 576 km de chevauchement de ligne (*overlap*).

La sélection finale, effectuée du 1^{er} au 8 juillet 2010 et révisée le 8 septembre 2010, a consisté en l'élimination des 2 576 km de chevauchement de façon à ne conserver que les lignes ou segments de lignes de meilleure qualité (1 948L, 116 105 km). Les critères de sélection furent, en ordre de priorité :

- déviations minimales de l'altitude de vol;
- amplitudes minimales des corrections de nivellement et micro-nivellement de phase 1 préliminaires;
- signal culturel minimal;

- activité diurne minimale;
- effet de chevauchement minimal sur mailles des 1^{ière} et 2^{nde} dérivées du champ magnétique.

La sélection finale fut complétée le 8 septembre 2010 avec la mise à jour des intersections pour le nouveau kilométrage et l'utilisation du nivellement avec déculture (section 6.4.6.1.f), ainsi que la vérification ou création des canaux finaux *flt*, *fid10*, *line*, *line_num*, *line_rep*, *tgps*, *tloc*, *date_arc*.

| Lignes | Total | | | Rejeté et revolé | | | | |
|-------------------------|--------------|----------------|-------------------------------|------------------|-------|---------------------------|-------------|-------|
| | # de lignes | Total km | Overlap / extension inclus km | # de lignes | km | Détail par cause du rejet | # de lignes | km |
| Volée | 2 018 | 122 574 | (2 576/252) | 56 | 3 893 | bruit mag | 27 | 1 823 |
| Acceptées | 1 962 | 118 681 | (2 576/252) | | | altitude de vol | 8 | 928 |
| Sélection finale | 1 948 | 116 105 | (0/252) | | | instruments, avion | 8 | 328 |
| Contractuelles | - | 115 853 | - | | | diurnes | 1 | 161 |
| Navigation | | 115 108 | - | | | autres | 12 | 653 |

Tableau 7 : Statistiques des kilométrages volés, rejetés, acceptés et de sélection finale

La Figure 5 ci-dessous présente les statistiques des différences d'altitude entre les traverses et les lignes de contrôle.

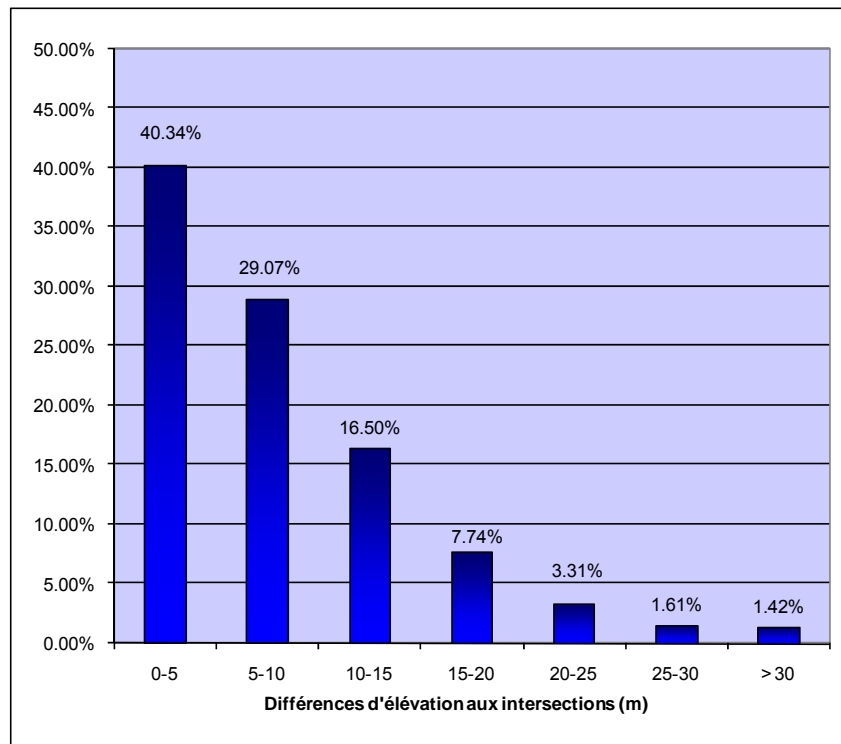


Figure 5 : Différences d'élévation aux intersections

6.4.8. Nivellement final des données aéromagnétiques déculturées et sélectionnées

La finalisation du nivellement préliminaire, commencé en section 6.4.5 jusqu'à la passe 6, et par la suite modifié en passe 6k suite aux ajustements apportés en zones culturées (section 6.4.6.1.f), a ensuite été effectuée. Les passes 7k-9k du plan de nivellement final (Tableau 5) ont été complétées du 9 au 12 septembre 2010, en utilisant la sélection finale des lignes de vol (1 948L, 116 105 km), ainsi que le champ magnétique déculturé qui constitue le produit final à optimiser. À cette fin, le signal culturel (*eKULT*) a été temporairement soustrait du canal à niveler *mreslcb*.

Le modèle de correction final, après complétion des 9 itérations, a permis la modélisation de 99% des erreurs d'intersection par l'application de filtres spatiaux de 1 200-600 m pour les lignes de contrôle, et de 6 000–3 000m, ou de *splines*, pour les traverses. Dans les zones de fort gradient, des valeurs appropriées furent substituées pour les intersections inutilisables.

6.4.9. Micro-nivellement et champ magnétique résiduel final

Une correction de micro-nivellement (*mreslvd*) s'est avérée nécessaire, puisque des corrugations résiduelles demeuraient observables sur le champ magnétique total après nivellement par lignes de contrôle. Ces corrugations étaient généralement observées dans les sections des traverses situées entre les lignes de contrôle, donc attribuables au rapport 10/1 de l'espacement contrôle/traverse, et plus accentuées dans les zones de gradients magnétiques élevés et leurs périphéries, où la précision des intersections était diminuée.

La correction de micro-nivellement a été appliquée en 2 phases, du 12 au 13 septembre 2010. Il est à noter que la correction de phase 1, développée dans sa forme finale du 9 avril au 3 mai 2010, a été appliquée pour les mailles préliminaires livrées au client les 23 avril, 29 juin et 23 août 2010, tandis que la correction de phase 2 n'a été appliquée que sur les données finales.

La correction phase 1 consistait en l'application de deux niveaux différents de décorrugation selon deux zones de haut-gradient (Grenville, Montérégien, etc.) ou de bas-gradient (Basses-Terres) définies par des polygones. La correction brute était d'abord obtenue par l'application d'un filtre passe-bas directionnel de 1 200m sur la maille de *mresvl* obtenue en utilisant les traverses seulement. Pour la zone haut-gradient, la correction brute était limitée à une amplitude de $\pm 3,0$ nT et ensuite filtrée par un passe-bas spatial de 800m. Pour la zone bas-gradient, l'amplitude était limitée à $\pm 0,35$ nT et ensuite filtrée par un passe-bas spatial de 1 500m. Un canal de transition fut établi permettant une transition graduelle entre les deux niveaux de décorrugation.

La correction phase 2 consistait en l'application d'une décorrugation supplémentaire appliquée seulement pour quelques secteurs, tous situés le long du contact Grenville/Basses-Terres. Chaque zone fut définie par des polygones intérieurs (application de la correction) et extérieurs (correction zéro), établissant une zone de transition graduelle. La correction brute était d'abord obtenue par l'application d'un filtre passe-bas directionnel de 1 800m sur la maille de (*mresvl*+correction phase 1) obtenue en utilisant les traverses seulement. Sa limitation d'amplitude passait graduellement de $\pm 2,0$ nT (zone bas-gradient) à $\pm 5,0$ nT (zone haut-gradient). Un filtre spatial passe-bas de 1 500m fut ensuite appliqué pour obtenir la correction phase 2 à appliquer dans les polygones intérieurs.

La soustraction du signal culturel (*eKULT*), temporairement effectuée sur le canal *mreslcb* pour fins de nivellement final (section 6.4.8), fut alors appliquée au champ magnétique micro-nivelé *mreslvd*, pour obtenir les définitions suivantes :

- *mresvl* : champ magnétique nivelé original;
- *mreslvd* : champ magnétique micro-nivelé original;
- *mreslvdK* : champ magnétique micro-nivelé et déculturé final.
(*mreslvdK*=*mreslvd*-*eKULT*).

6.4.10. Données maillées

Les mailles finales furent produites du 13 au 14 septembre 2010.

Les données magnétiques micro-nivelées et déculturées finales (*mres/vldk*) ont été maillées en utilisant les traverses seulement et une cellule de maillage de 75 m en utilisant l'algorithme de courbure minimale du logiciel Oasis montaj de Geosoft. Le calcul des première et deuxième dérivées a été réalisé en utilisant les fonctions magmap1 de ce même logiciel

Les résultats obtenus pour le bloc Basses-Terres sont présentés en Annexe B.

7. Produits finaux

7.1. Particularités de la compilation

Échelle des cartes : 1:100 000

Coordonnées : Coordonnées UTM NAD83, Zone 18N

Quadrillage des grilles : 75 mètres

7.2. Cartes finales

Tel qu'illustré à la Figure 6, le bloc Basses-Terres couvre douze (12) cartes à l'échelle 1:100 000 : 31G-se, 31G-ne, 31H-no, 31H-ne, 31H-so, 31H-se, 31I-ne, 31I-so, 31I-se, 21L-no, 21L-ne, 21L-so. Cinq (5) copies papier des cartes finales indiquées ci-dessous ont été remises au MRNF.

- 1) Le champ magnétique total résiduel ombré en couleur, la base planimétrique et l'habillage de la carte.
- 2) La dérivée première verticale ombrée en couleur du champ magnétique, la base planimétrique et l'habillage de la carte.
- 3) La dérivée seconde verticale ombrée en couleur du champ magnétique, la base planimétrique et l'habillage de la carte.

Index des cartes SNRC

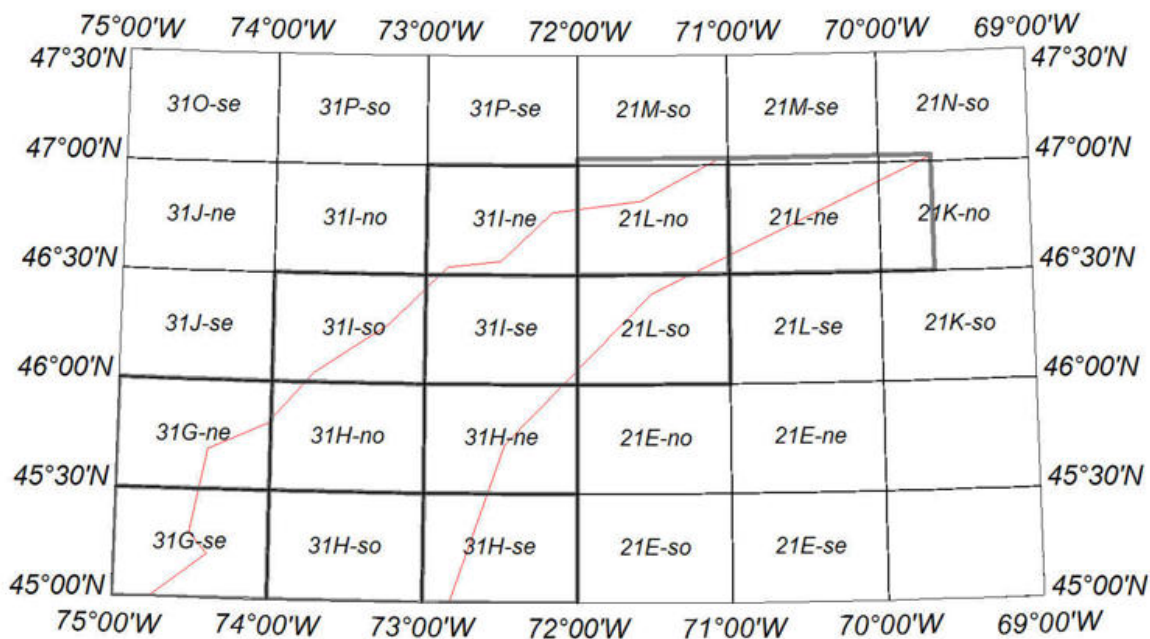


Figure 6 : Index des cartes finales

7.3. Données numériques

Les données numériques suivantes ont été livrées au MRNF en cinq (5) exemplaires :

| RÉSUMÉ DES PRODUITS NUMÉRIQUES FINAUX | | |
|---|---|---------------------------|
| Archives des données en ligne | Données | Format |
| Base de données | Données magnétiques, gravimétriques, GPS, radar et baro., température brutes et corrigées | Geosoft GDB, NAD83 |
| Fichiers grilles du levé (Geotiff et Geosoft GRD) | Champ magnétique total résiduel (moins IGRF) | Geotiff et Geosoft, NAD83 |
| | Mag 1DV | Geotiff et Geosoft, NAD83 |
| | Mag 2DV | Geotiff et Geosoft, NAD83 |
| | Anomalie de Bouguer | Geotiff et Geosoft, NAD83 |
| | Dérivée première verticale de l'anomalie de Bouguer | Geotiff et Geosoft, NAD83 |
| Cartes 1:100 000 (PDF et Geosoft MAP) | Champ magnétique total résiduel ombré en couleur + base | PDF et Geosoft, NAD83 |
| | Mag 1DV ombrée couleur + base | PDF et Geosoft, NAD83 |
| | Mag 2DV ombrée couleur + base | PDF et Geosoft, NAD83 |
| | Anomalie de Bouguer ombrée couleur + base | PDF et Geosoft, NAD83 |
| | Dérivée première verticale de l'anomalie de Bouguer ombrée couleur + base | PDF et Geosoft, NAD83 |
| Cartes de tout le levé (PDF et Geosoft MAP) | Champ magnétique total résiduel ombré en couleur + base | PDF et Geosoft, NAD83 |
| | Mag 1DV ombrée couleur + base | PDF et Geosoft, NAD83 |
| | Mag 2DV ombrée couleur + base | PDF et Geosoft, NAD83 |
| | Anomalie de Bouguer ombrée couleur + base | PDF et Geosoft, NAD83 |
| | Dérivée première verticale de l'anomalie de Bouguer ombrée couleur + base | PDF et Geosoft, NAD83 |
| Rapport | Logistique, traitement et documentation des produits | WORD et PDF |

Une description complète des champs inclus dans la base de données finale est fournie en Annexe C.

7.4. Autres produits

- Cinq (5) copies du rapport final
- Une (1) copie des bandes vidéo en DVD

8. Conclusion

L'acquisition des données aéromagnétiques de haute résolution du bloc Basses-Terres situé dans la région des Basses-Terres du Saint-Laurent a été complétée en utilisant trois aéronefs Piper Navajo, C-FUMN, C-GPVN, et C-FEON, permettant la mesure du champ magnétique total grâce à un magnétomètre monté dans un rostre fixé à la queue des avions.

Une fois que la première équipe, C-FUMN, fut mobilisée sur le site des travaux, environ 6 mois ont été nécessaires pour acquérir les 116 105 km linéaires de données magnétiques.

Les problèmes majeurs rencontrés lors de ce levé, qui ont considérablement ralenti la production, sont les conditions météorologiques difficiles et les travaux de maintenance sur les avions. La totalité des données acquises respecte les exigences du MRNF et a permis la production de produits finaux de haute qualité.

Soumis par :

Abbas Moussaoui, Ing. (#29152)
Directeur des opérations
EON Géosciences Inc.

Annexe A – Résultats des tests et calibrations

A.1. “Figure of Merit” (FOM)

| | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------|-----------|----------------|--|--|
| EON Geosciences Ltd. | | | | | |
| FOM Test: | MAG3: tail stinger | Date: | Oct 19th, 2009 | | |
| Slot: | mat1.x | Flight: | 005 | | |
| Project: | 09006 | Location: | Sorel Area | | |
| Client: | MRNF | Aircraft: | C-FUMN | | |
| Pilot: | Philippe Allaire | Sensors: | 1 tail stinger | | |
| Operator: | Syed Shaw | Altitude: | 2885m | | |
| Processor: | Gerard Tessier | Comp: | DAARC500 | | |

| MAG 3 Results | ucomp | comp | IR |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| Total | 6.989 | 1.435 | 4.870 |

| SE (N135) | Line | start | Fid range end | ucomp | comp | IR |
|------------------|-------|-------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Pitch | 97135 | 61435 | 61460 | 0.572 | 0.131 | 4.366 |
| Roll | | 61462 | 61479 | 0.489 | 0.070 | 6.986 |
| Yaw | | 61480 | 61501 | 0.310 | 0.075 | 4.133 |
| Total | | | | 1.371 | 0.276 | 4.967 |

| NE (N045) | Line | start | Fid range end | ucomp | comp | IR |
|------------------|-------|-------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Pitch | 97045 | 61593 | 61617 | 1.241 | 0.228 | 5.443 |
| Roll | | 61618 | 61635 | 0.336 | 0.056 | 6.000 |
| Yaw | | 61636 | 61655 | 0.431 | 0.088 | 4.898 |
| Total | | | | 2.008 | 0.372 | 5.398 |

| NW (N315) | Line | start | Fid range end | ucomp | comp | IR |
|------------------|-------|-------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Pitch | 97315 | 61752 | 61772 | 1.499 | 0.197 | 7.609 |
| Roll | | 61773 | 61791 | 0.697 | 0.071 | 9.817 |
| Yaw | | 61793 | 61812 | 0.191 | 0.162 | 1.179 |
| Total | | | | 2.387 | 0.430 | 5.551 |

| SW (N225) | Line | start | Fid range end | ucomp | comp | IR |
|------------------|-------|-------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Pitch | 97225 | 61887 | 61909 | 0.367 | 0.149 | 2.463 |
| Roll | | 61910 | 61929 | 0.632 | 0.083 | 7.614 |
| Yaw | | 61930 | 61951 | 0.224 | 0.125 | 1.792 |
| Total | | | | 1.223 | 0.357 | 3.426 |

EON Geosciences Inc.

| | | | |
|------------------|---------------------------|-----------|----------------|
| FOM Test: | MAG3: tail stinger | Date: | Dec 12th, 2009 |
| Slot: | mat2.x | Flight: | 207 |
| Project: | 09006 | Location: | St-Jean Area |
| Client: | MRNF | Aircraft: | C-GPVN |
| Pilot: | Dany Lanthier | Sensors: | 1 tail stinger |
| Operator: | Gregory Roman | Altitude: | 2810m |
| Processor: | Khaled Moussaoui | Comp: | DAARC500 |

| MAG 3 Results | ucomp | comp | IR |
|----------------------|---------------|--------------|---------------|
| Total | 19.320 | 1.498 | 12.897 |

| NE (N039) | Line | Fid range | | ucomp | comp | IR |
|----------------------|-------|-----------|-------|--------------|--------------|---------------|
| | | start | end | | | |
| Pitch | 99045 | 51935 | 51951 | 1.646 | 0.174 | 9.460 |
| Roll | | 51952 | 51967 | 2.759 | 0.072 | 38.319 |
| Yaw | | 51969 | 51983 | 1.464 | 0.185 | 7.914 |
| Total | | | | 5.869 | 0.431 | 13.617 |

| NW (N308) | Line | Fid range | | ucomp | comp | IR |
|----------------------|-------|-----------|-------|--------------|--------------|---------------|
| | | start | end | | | |
| Pitch | 99315 | 52019 | 52034 | 1.790 | 0.088 | 20.341 |
| Roll | | 52035 | 52051 | 1.484 | 0.064 | 23.188 |
| Yaw | | 52052 | 52065 | 0.633 | 0.142 | 4.458 |
| Total | | | | 3.907 | 0.294 | 13.289 |

| SW (N224) | Line | Fid range | | ucomp | comp | IR |
|----------------------|-------|-----------|-------|--------------|--------------|--------------|
| | | start | end | | | |
| Pitch | 99225 | 52106 | 52121 | 0.748 | 0.142 | 5.268 |
| Roll | | 52122 | 52137 | 0.915 | 0.134 | 6.828 |
| Yaw | | 52138 | 52151 | 0.483 | 0.110 | 4.391 |
| Total | | | | 2.146 | 0.386 | 5.560 |

| SE (N132) | Line | Fid range | | ucomp | comp | IR |
|----------------------|-------|-----------|-------|--------------|--------------|---------------|
| | | start | end | | | |
| Pitch | 99135 | 52204 | 52218 | 2.675 | 0.171 | 15.643 |
| Roll | | 52219 | 52234 | 3.611 | 0.112 | 32.241 |
| Yaw | | 52235 | 52248 | 1.112 | 0.104 | 10.692 |
| Total | | | | 7.398 | 0.387 | 19.116 |

EON Geosciences Ltd.

| | | | |
|------------------|---------------------------|-----------|-----------------|
| FOM Test: | MAG3: tail stinger | Date: | March 3rd, 2010 |
| Slot: | mat8.x | Flight: | 249 |
| Project: | 09006 | Location: | Sorel Area |
| Client: | MRNF | Aircraft: | C-GPVN |
| Pilot: | Thomas Sornasse | Sensors: | 1 tail stinger |
| Operator: | Greg Roman | Altitude: | 2967m |
| Processor: | Rebecca Bodger | Comp: | DAARC500 |

Special: acquired with left alternator OFF.

Notes: **12 seconds** high pass filter used to determine amplitudes.

| MAG 3 Results | ucomp | comp | IR |
|----------------------|---------------|--------------|---------------|
| Total | 16.906 | 1.468 | 11.516 |

| NE (N045) | Line | Fid range start end | ucomp | comp | IR |
|---------------------|-------|------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Pitch | 99045 | 79160 79176 | 0.454 | 0.109 | 4.165 |
| Roll | | 79181 79194 | 1.757 | 0.161 | 10.913 |
| Yaw | | 79203 79215 | 0.620 | 0.094 | 6.596 |
| Total | | | 2.831 | 0.364 | 7.777 |

| SE (N135) | Line | Fid range start end | ucomp | comp | IR |
|---------------------|-------|------------------------|--------------|--------------|---------------|
| Pitch | 99135 | 79272 79286 | 1.940 | 0.124 | 15.645 |
| Roll | | 79291 79304 | 1.810 | 0.157 | 11.529 |
| Yaw | | 79314 79329 | 1.187 | 0.162 | 7.327 |
| Total | | | 4.937 | 0.443 | 11.144 |

| SW (N225) | Line | Fid range start end | ucomp | comp | IR |
|---------------------|-------|------------------------|--------------|--------------|---------------|
| Pitch | 99225 | 79381 79397 | 1.618 | 0.154 | 10.506 |
| Roll | | 79401 79413 | 2.199 | 0.116 | 18.957 |
| Yaw | | 79423 79437 | 1.446 | 0.167 | 8.659 |
| Total | | | 5.263 | 0.437 | 12.043 |

| NW (N315) | Line | Fid range start end | ucomp | comp | IR |
|---------------------|-------|------------------------|--------------|--------------|---------------|
| Pitch | 99315 | 79496 79510 | 0.792 | 0.096 | 8.250 |
| Roll | | 79515 79529 | 2.396 | 0.070 | 34.229 |
| Yaw | | 79537 79554 | 0.687 | 0.058 | 11.845 |
| Total | | | 3.875 | 0.224 | 17.299 |

EON Geosciences Inc.

| | | | |
|------------------|---------------------------|-----------|----------------|
| FOM Test: | MAG3: tail stinger | Date: | Jan 22nd, 2010 |
| Slot: | mat4.x | Flight: | 405 |
| Project: | 09006 | Location: | Sorrel |
| Client: | MRNF | Aircraft: | C-FEON |
| Pilot: | Dany Lanthier | Sensors: | 1 tail stinger |
| Operator: | Mathieu Levesque | Altitude: | m |
| Processor: | Rebecca Bodger | Comp: | DAARC500 |

| MAG 3 Results | ucomp | comp | IR |
|----------------------|---------------|--------------|---------------|
| Total | 15.162 | 1.479 | 10.252 |

| NE (N045) | Line | Fid range start end | ucomp | comp | IR |
|----------------------|-------|------------------------|--------------|--------------|---------------|
| Pitch | 99045 | 70014 70029 | 2.050 | 0.154 | 13.312 |
| Roll | | 70032 70040 | 1.401 | 0.064 | 21.891 |
| Yaw | | 70048 70057 | 1.154 | 0.107 | 10.785 |
| Total | | | 4.605 | 0.325 | 14.169 |

| SE (N135) | Line | Fid range start end | ucomp | comp | IR |
|----------------------|-------|------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Pitch | 99135 | 70115 70124 | 0.340 | 0.153 | 2.222 |
| Roll | | 70130 70138 | 1.446 | 0.094 | 15.383 |
| Yaw | | 70146 70154 | 0.864 | 0.153 | 5.647 |
| Total | | | 2.650 | 0.400 | 6.625 |

| SW (N225) | Line | Fid range start end | ucomp | comp | IR |
|----------------------|-------|------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Pitch | 99225 | 70212 70220 | 0.915 | 0.078 | 11.731 |
| Roll | | 70226 70234 | 1.080 | 0.097 | 11.134 |
| Yaw | | 70241 70248 | 0.451 | 0.212 | 2.127 |
| Total | | | 2.446 | 0.387 | 6.320 |

| NW (N315) | Line | Fid range start end | ucomp | comp | IR |
|----------------------|-------|------------------------|--------------|--------------|---------------|
| Pitch | 99315 | 70301 70310 | 2.810 | 0.078 | 36.026 |
| Roll | | 70317 70324 | 1.488 | 0.067 | 22.209 |
| Yaw | | 70330 70339 | 1.163 | 0.222 | 5.239 |
| Total | | | 5.461 | 0.367 | 14.880 |

A.2. Étalonnage du magnétomètre (Bourget)

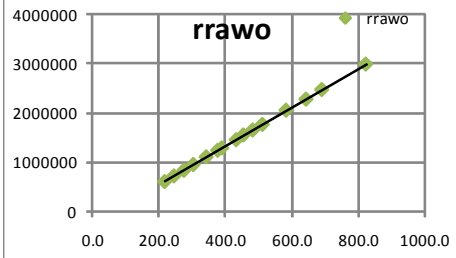
| AEROMAGNETIC SENSOR CALIBRATION BOURGET RANGE, ONTARIO | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------------------|--|--|--|--|---------------------------------------|---------------------------------|
| Project: 09001 (GSC) | | | | Calibration for: Sensor M3 (tail stinger) | | | | |
| Aircraft: C-FUMN (Navajo) Company: EON Geosciences Inc. Sensor: Geometrix G-822a Magnetometer: RMS DAARC500 Compensator | | | | Date: 20/10/2009 Nominal Height: 1000' Sampling Rate: 10 Hz Compiled by: Gerard Tessier | | | | |
| Flight Heading above crossroad | Line number | Time (UTC) above crossroad | Total Field (nT) recorded above crossroad T1 | Total Field (nT) recorded at Observatory T4 | Radar AGL (m) recorded above crossroad | TF Obs-Aircraft difference (nT) C | Expected TF (nT) at Radar Alt T5=T4-C | Total Field (nT) Error T6=T1-T5 |
| NORTH (1/2) | 99361 | 20:35:04.34 | 54552.238 | 55097.207 | 305.90 | 549.957 | 54547.250 | 4.988 |
| SOUTH (1/2) | 99181 | 20:27:01.24 | 54551.348 | 55096.801 | 315.90 | 549.563 | 54547.238 | 4.110 |
| EAST (1/2) | 99091 | 21:03:05.44 | 54551.305 | 55096.801 | 312.90 | 549.681 | 54547.120 | 4.185 |
| WEST (1/2) | 99271 | 20:57:48.44 | 54552.238 | 55097.242 | 314.90 | 549.602 | 54547.640 | 4.598 |
| NORTH (1/2) | 99362 | 20:49:26.94 | 54552.332 | 55096.500 | 323.90 | 549.248 | 54547.252 | 5.080 |
| SOUTH (1/2) | 99182 | 20:41:04.84 | 54551.457 | 55097.094 | 310.80 | 549.764 | 54547.330 | 4.127 |
| EAST (1/2) | 99092 | 21:13:35.65 | 54550.727 | 55096.121 | 310.70 | 549.768 | 54546.353 | 4.374 |
| WEST (1/2) | 99272 | 21:08:21.54 | 54551.289 | 55096.555 | 314.60 | 549.614 | 54546.941 | 4.348 |
| Test Point Info | Datum: WGS-84 UTM Z18N | Nominal X=490084 Y=5032245 | Effective X=490074 Y=5032242 | Notes: -passes made N-S & E-W using NAV, at nominal 1000' AGL, as per GSC procedure. -using compensation solution acquired at Sorel QC on Oct 19th 09, along 45° headings. | | | | |
| C is the Total Field difference between the Blackburn Observatory and the radar height above the crossroad | | | | | | Total error (nT): 35.810 Average error (nT): 4.476 Average N-S heading error (nT): 0.915 Average E-W heading error (nT): -0.194 | | |
| Radar AGL (feet) | Radar AGL (m) | C value (nT) | C factors [C=(a*radar)+b] | | | | | |
| 500 | 152.4 | 556 | a | b | | | | |
| 1000 | 304.8 | 550 | -0.039370079 | 562 | | | | |

| AEROMAGNETIC SENSOR CALIBRATION BOURGET RANGE, ONTARIO | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|---|--|---|--|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---|
| Project: 09006 (MRNF) | | | | Calibration for: Sensor M3 (tail stinger) | | | | | |
| Aircraft: C-GPVN (Navajo) Company: EON Geosciences Inc. Sensor: Geometrix G-822a Magnetometer: RMS DAARC500 Compensator | | | | Date: 17/12/2009 Nominal Height: 1000' Sampling Rate: 10 Hz Compiled by: Khaled Moussaoui | | | | | |
| Flight Heading above crossroad | Line number | Time (UTC) above crossroad | Total Field (nT) recorded above crossroad T1 | Total Field (nT) recorded at Observatory T4 | Radar AGL (m) recorded above crossroad | TF Obs-Aircraft difference (nT) C | Expected TF (nT) at Radar Alt T5=T4-C | Total Field (nT) Error T6=T1-T5 | |
| NORTH (1/2) | 99361 | 13:48:36.83 | 54521.422 | 55065.918 | 318.80 | 549.449 | 54516.469 | 4.953 | |
| SOUTH (1/2) | 99181 | 13:41:11.12 | 54520.234 | 55066.680 | 302.10 | 550.106 | 54516.574 | 3.660 | |
| EAST (1/2) | 99091 | 14:09:07.03 | 54517.051 | 55062.289 | 312.50 | 549.697 | 54512.592 | 4.459 | |
| WEST (1/2) | 99271 | 14:14:17.33 | 54519.129 | 55064.930 | 313.90 | 549.642 | 54515.288 | 3.841 | |
| NORTH (1/2) | 99362 | 14:00:38.13 | 54518.910 | 55064.094 | 311.00 | 549.756 | 54514.338 | 4.572 | |
| SOUTH (1/2) | 99182 | 13:53:02.63 | 54519.438 | 55065.813 | 307.00 | 549.913 | 54515.900 | 3.538 | |
| EAST (1/2) | 99092 | 14:20:00.93 | 54520.859 | 55065.984 | 319.20 | 549.433 | 54516.551 | 4.308 | |
| WEST (1/2) | 99272 | 14:24:44.43 | 54515.156 | 55061.008 | 315.20 | 549.591 | 54511.417 | 3.739 | |
| Test Point Info | Datum: WGS-84 UTM Z18N | Nominal X=490084 Y=5032245 | Effective X=490072 Y=5032242 | Notes: -passes made N-S & E-W using NAV, at nominal 1000' AGL, as per GSC procedure. -using compensation solution acquired at Sorel QC on Oct 19th 09, along 45° headings. | | | | | |
| C is the Total Field difference between the Blackburn Observatory and the radar height above the crossroad | | | | Total error (nT): 33.070 Average error (nT): 4.134 Average N-S heading error (nT): 1.163 Average E-W heading error (nT): 0.594 | | | | | |
| Radar AGL (feet) | Radar AGL (m) | C value (nT) | C factors [C=(a*radar)+b] | | | | | | |
| 500 | 152.4 | 556 | a | | | | | | b |
| 1000 | 304.8 | 550 | -0.039370079 | 562 | | | | | |

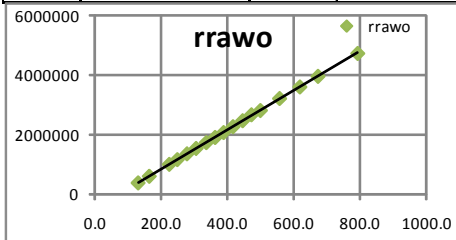
| AEROMAGNETIC SENSOR CALIBRATION BOURGET RANGE, ONTARIO | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------------|--|---|--|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|--|
| Project: 09006 (MRNF) | | | | Calibration for: Sensor M3 (tail stinger) | | | | | |
| Aircraft: C-FEON (Navajo) Company: EON Geosciences Inc. Sensor: Geometrix G-822a Magnetomer: RMS DAARC500 Compensator | | | | Date: 23/01/2010 Nominal Height: 1000' Sampling Rate: 10 Hz Compiled by: Rebecca Bodger | | | | | |
| Flight Heading above crossroad | Line number | Time (UTC) above crossroad | Total Field (nT) recorded above crossroad T1 | Total Field (nT) recorded at Observatory T4 | Radar AGL (m) recorded above crossroad | TF Obs-Aircraft difference (nT) C | Expected TF (nT) at Radar Alt T5=T4-C | Total Field (nT) Error T6=T1-T5 | |
| NORTH (1/2) | 99361 | 16:40:42.11 | 54509.266 | 55054.383 | 313.70 | 549.650 | 54504.733 | 4.533 | |
| SOUTH (1/2) | 99181 | 16:46:19.41 | 54508.125 | 55054.168 | 314.20 | 549.630 | 54504.538 | 3.587 | |
| EAST (1/2) | 99091 | 16:18:43.02 | 54507.039 | 55052.770 | 311.60 | 549.732 | 54503.038 | 4.001 | |
| WEST (1/2) | 99271 | 16:12:25.52 | 54506.871 | 55052.891 | 297.90 | 550.272 | 54502.619 | 4.252 | |
| NORTH (1/2) | 99362 | 16:54:42.81 | 54509.195 | 55053.695 | 328.00 | 549.087 | 54504.608 | 4.587 | |
| SOUTH (1/2) | 99182 | 17:00:12.21 | 54507.734 | 55054.184 | 307.00 | 549.913 | 54504.271 | 3.463 | |
| EAST (1/2) | 99092 | 16:30:46.82 | 54507.914 | 55053.762 | 312.30 | 549.705 | 54504.057 | 3.857 | |
| WEST (1/2) | 99272 | 16:24:41.91 | 54508.797 | 55054.094 | 315.80 | 549.567 | 54504.527 | 4.270 | |
| Test Point Info | Datum: WGS-84 UTM Z18N | Nominal X=490084 Y=5032245 | Effective X=490074.9 Y=5032236 | Notes: -passes made N-S & E-W using NAV, at nominal 1000' AGL, as per GSC procedure. -using compensation solution acquired at Sorel QC on Jan 22nd, 2010, along 45° headings. | | | | | |
| | C is the Total Field difference between the Blackburn Observatory and the radar height above the crossroad | | | | Total error (nT): 32.549 Average error (nT): 4.069 Average N-S heading error (nT): 1.034 Average E-W heading error (nT): -0.332 | | | | |
| Radar AGL (feet) | Radar AGL (m) | C value (nT) | C factors [C=(a*radar)+b] | | | | | | |
| 500 | 152.4 | 556 | a | b | | | | | |
| 1000 | 304.8 | 550 | -0.039370079 | 562 | | | | | |

A.3. Étalonnage de l'altimètre

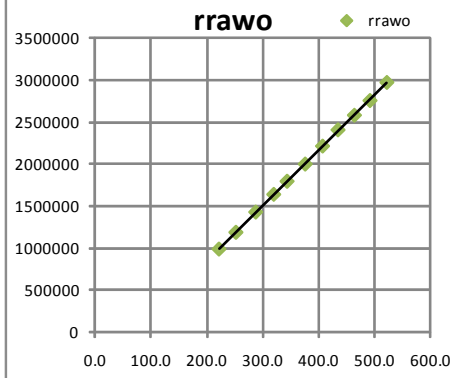
| C-FUMN Oct 16th 2009 EON Geosciences Inc | | | Altimeter calibration(Radar A, 2500') Aircraft: C-FUMN | | | | | | | Trois-Rivieres CYRQ | RunwayH Anth | 60.7 mMSL 2.5 m | | Trois-Rivieres, CYRQ, 199', 60.65m Aircraft C-FUMN | | |
|---|-----------------|-------|---|--------------|----------|------|--------|--------|--------|------------------------|-----------------|--------------------|---|---|-----------|--|
| Line | fid range | z | rrowAo | raltAo | raltAerr | DTM | PrawBo | TrawBo | bstpBo | brawBo | baltBo | baltBerr | Baro | Constants (sea level) | units | |
| 90000 | 65731.0 65883.0 | 60.9 | 5392 | -2.7 | -0.4 | 61.1 | 1012.6 | 8.1 | 5.5 | 5.3 | 71.8 | 10.9 | 8314.32 | R - Universal Gas Constant | kmol-1 | |
| 90500 | 66254.0 66284.0 | 218.2 | 617559 | 153.8 | -1.3 | 61.9 | 994.8 | 6.8 | 157.7 | 150.6 | 217.1 | -1.1 | 273.15 | T - Celsius zero in Kelvin | K | |
| 90600 | 66567.0 66599.0 | 246.0 | 731142 | 182.8 | 0.0 | 60.7 | 991.2 | 6.4 | 188.8 | 180.0 | 246.6 | 0.6 | 28.96442 | M - Molecular Weight of Air | kg*kmol-1 | |
| 90700 | 66871.0 66903.0 | 276.2 | 845744 | 212.1 | -0.9 | 61.6 | 987.5 | 6.0 | 220.9 | 210.3 | 276.9 | 0.7 | 9.80665 | g - acceleration of gravity | m*s-2 | |
| 90800 | 67208.0 67238.0 | 304.4 | 961162 | 241.6 | 0.4 | 60.3 | 984.1 | 5.8 | 250.5 | 238.3 | 304.9 | 0.5 | 0.00 | H - Datum Height | m | |
| 90900 | 67515.0 67547.0 | 343.2 | 1115606 | 281.1 | 1.0 | 59.6 | 979.3 | 5.6 | 292.4 | 278.1 | 344.6 | 1.4 | 1013.25 | P - Datum Pressure | mbar | |
| 91000 | 67867.0 67898.0 | 377.6 | 1248270 | 315.0 | 0.5 | 60.1 | 975.2 | 5.2 | 328.4 | 311.9 | 378.4 | 0.8 | 20.00 | st - Standard Temperature | Celsius | |
| 91100 | 68191.0 68222.0 | 390.4 | 1296046 | 327.2 | 0.0 | 60.7 | 973.6 | 5.0 | 342.5 | 325.0 | 391.6 | 1.2 | Constants and formulaes below are valid under 11000m | | | |
| 91200 | 68519.0 68550.0 | 433.4 | 1461441 | 369.5 | -0.8 | 61.4 | 968.6 | 4.8 | 386.7 | 366.7 | 433.2 | -0.2 | Formula for MSL baro altitude from pressure and temperature | | | |
| 91300 | 68839.0 68871.0 | 455.0 | 1556510 | 393.8 | 1.9 | 58.7 | 965.9 | 4.7 | 410.7 | 389.2 | 455.8 | 0.8 | brawBo= $H + (R*(TrawBo+T)/M*g)*\ln(P/PrawBo)$ | | | |
| 91400 | 69149.0 69180.0 | 483.0 | 1658108 | 419.8 | -0.1 | 60.7 | 962.6 | 4.2 | 440.0 | 416.3 | 482.9 | -0.1 | Formula for STP baro altitude from pressure and STP temperature | | | |
| 91500 | 69481.0 69512.0 | 512.1 | 1769932 | 448.3 | -0.6 | 61.3 | 959.0 | 4.1 | 472.2 | 446.6 | 513.1 | 1.0 | bstpBo= $H + (R*(st+T)/M*g)*\ln(P/PrawBo)$ | | | |
| 91700 | 70135.0 70165.0 | 583.2 | 2057217 | 521.8 | 1.7 | 58.9 | 950.7 | 3.7 | 546.8 | 516.4 | 582.9 | -0.3 | | | | |
| 91900 | 70482.0 70514.0 | 643.6 | 2281054 | 579.0 | -1.5 | 62.1 | 943.5 | 3.2 | 612.0 | 576.9 | 643.5 | -0.1 | | | | |
| 92100 | 70815.0 70847.0 | 690.7 | 2472554 | 627.9 | 0.4 | 60.3 | 938.1 | 2.7 | 661.3 | 622.2 | 688.8 | -1.9 | | | | |
| 92500 | 71177.0 71207.0 | 823.1 | 2985910 | 759.2 | -0.8 | 61.4 | 922.6 | 1.4 | 804.2 | 753.2 | 819.8 | -3.3 | | | | |
| Statistics | | | | | | 0.0 | 60.7 | | | | | | 0.0 | | | |
| Calibrations | | | raltAo | a | b | | | | baltBo | a | b | | | | | |
| | | | linest | 0.0002556078 | 59.08 | | | | linest | 1.0048279 | 64.70 | | | | | |
| | | | used | 0.0002556078 | -4.07 | | | | used | 1.0000000 | 66.56 | | | | | |



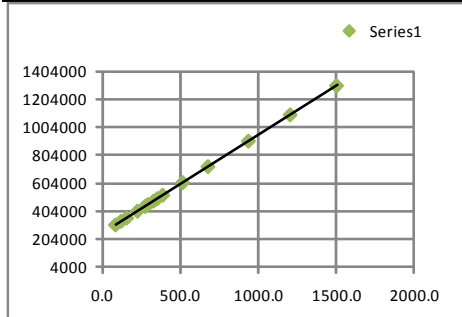
| C-GPVN Dec 05th 2009 EON Geosciences Inc | | | Altimeter calibration(Radar A, 2500') | | | | | | | Mirabel CYRQ | | RunwayH AntH | | 72.5 mMSL 2.5 m | | Mirabel, CYMX, 270', 82.00m Runway 06-24 estimated at 72.50m | | |
|---|-----------|---------|---------------------------------------|--------------|----------|------|--------|--------|--------|-----------------|--------|-----------------|-------|---|---|---|--|--|
| Units | | | mMSL | uV | m | m | mMSL | mbar | C | mMSL | mMSL | mMSL | m | Constants and formulae below are valid under 11000m | | | | |
| Line | fid range | z | rrowAo | raltAo | raltAerr | DTM | PrawBo | TrawBo | bstpBo | brawBo | baltBo | baltBerr | Baro | Constants (sea level) | units | | | |
| 90200 | 55236.0 | 55258.0 | 131.0 | 390999 | 55.5 | -0.5 | 73.0 | 1006.9 | 0.4 | 53.9 | 50.3 | 125.9 | -5.1 | 8314.32 | R - Universal Gas Constant | kmol-1 | | |
| 90300 | 55452.0 | 55475.0 | 164.7 | 612597 | 89.2 | -0.5 | 73.0 | 1002.7 | 0.2 | 89.8 | 83.7 | 159.3 | -5.4 | 273.15 | T - Celsius zero in Kelvin | K | | |
| 90500 | 55689.0 | 55713.0 | 225.0 | 1012098 | 150.0 | 0.0 | 72.5 | 995.0 | 0.2 | 156.0 | 145.4 | 221.0 | -4.0 | 28.96442 | M - Molecular Weight of Air | kg*kmol-1 | | |
| 90600 | 55920.0 | 55944.0 | 249.4 | 1170806 | 174.2 | -0.2 | 72.7 | 991.9 | 0.2 | 182.7 | 170.4 | 246.0 | -3.4 | 9.80665 | g - acceleration of gravity | m*s-2 | | |
| 90700 | 56136.0 | 56160.0 | 278.6 | 1363013 | 203.4 | -0.2 | 72.7 | 988.2 | 0.2 | 214.8 | 200.3 | 275.9 | -2.7 | 0.00 | H - Datum Height | m | | |
| 90800 | 56347.0 | 56371.0 | 306.1 | 1545332 | 231.2 | 0.1 | 72.4 | 984.8 | 0.1 | 244.4 | 227.8 | 303.4 | -2.7 | 1013.25 | P - Datum Pressure | mbar | | |
| 90900 | 56555.0 | 56579.0 | 336.8 | 1740091 | 260.8 | -1.0 | 73.5 | 981.0 | -0.1 | 277.6 | 258.5 | 334.1 | -2.7 | 20.00 | st - Standard Temperature | Celsius | | |
| 91000 | 56979.0 | 57002.0 | 363.4 | 1912917 | 287.1 | -1.3 | 73.8 | 977.7 | -0.2 | 306.5 | 285.4 | 360.9 | -2.5 | | | | | |
| 91100 | 57452.0 | 57475.0 | 388.9 | 2076441 | 312.0 | -1.9 | 74.4 | 974.3 | -0.3 | 336.4 | 313.1 | 388.7 | -0.2 | | Formula for MSL baro altitude from pressure and temperature | | | |
| 91200 | 57716.0 | 57740.0 | 417.3 | 2273671 | 342.0 | -0.3 | 72.8 | 970.7 | -0.5 | 368.1 | 342.4 | 418.0 | 0.7 | | $brawBo = H + (R*(TrawBo+T)/M*g)*ln(P/PrawBo)$ | | | |
| 91300 | 57942.0 | 57965.0 | 446.4 | 2473391 | 372.4 | 1.0 | 71.5 | 967.0 | -0.7 | 400.9 | 372.6 | 448.2 | 1.8 | | Formula for STP baro altitude from pressure and STP temperature | | | |
| 91400 | 58151.0 | 58175.0 | 473.1 | 2671965 | 402.6 | 4.5 | 68.0 | 963.5 | -0.7 | 432.0 | 401.5 | 477.1 | 4.0 | | $bstpBo = H + (R*(st+T)/M*g)*ln(P/PrawBo)$ | | | |
| 91500 | 58351.0 | 58375.0 | 500.1 | 2816547 | 424.6 | -0.5 | 73.0 | 960.2 | -0.8 | 461.5 | 428.7 | 504.3 | 4.2 | | | | | |
| 91700 | 58608.0 | 58631.0 | 557.8 | 3217204 | 485.6 | 2.8 | 69.7 | 953.3 | -1.4 | 523.3 | 485.1 | 560.7 | 2.9 | | | | | |
| 91900 | 58917.0 | 58941.0 | 619.1 | 3603193 | 544.4 | 0.3 | 72.2 | 945.9 | -1.7 | 590.2 | 546.5 | 622.1 | 3.0 | | | | | |
| 92100 | 59369.0 | 59392.0 | 673.7 | 3959955 | 598.7 | 0.0 | 72.5 | 939.4 | -2.3 | 649.4 | 600.0 | 675.6 | 1.9 | | | | | |
| 92500 | 59685.0 | 59708.0 | 793.6 | 4726426 | 715.3 | -3.3 | 75.8 | 925.3 | -3.1 | 779.1 | 717.7 | 793.3 | -0.3 | | | | | |
| Statistics | | | | | | 0.0 | 72.5 | | | | | | 0.0 | | | | | |
| Calibrations | | | raltAo | a | b | | | | | | baltBo | a | b | | | | | |
| | | | linest | 0.0001521909 | 71.04 | | | | | | linest | 0.9866607 | 80.62 | | | | | |
| | | | used | 0.0001521909 | -4.02 | | | | | | used | 1.0000000 | 75.59 | | | | | |



| C-GPVN Feb 26th 2010 EON Geosciences Inc | | | Altimeter calibration(Radar A, 1500') | | | | | | | Mirabel CYRQ | RunwayH Anth | 72.5 mMSL 2.5 m | | Mirabel, CYMX, 270', 82.00m Runway 06-24 estimated at 72.50m | | |
|---|---------------------|---------|---------------------------------------|--------------|--------|------------|-------------|--------|--------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------|---|-----------------------------|-----------|
| Units | | | mMSL | uV | m | m | mMSL | mbar | C | mMSL | mMSL | mMSL | m | Constants and formulae below are valid under 11000m | | |
| Line | fid range | | z | rrowAo | raltAo | raltAerr | DTM | PrawBo | TrawBo | bstpBo | brawBo | baltBo | baltBerr | Baro | Constants (sea level) | units |
| 90500 | 83680.0 | 83700.0 | 222.1 | 988924 | 146.4 | -0.7 | 73.2 | 976.4 | 2.4 | 317.9 | 298.8 | 374.4 | 152.3 | 8314.32 | R - Universal Gas Constant | kmol-1 |
| 90600 | 83965.0 | 83987.0 | 252.2 | 1189048 | 176.7 | -0.5 | 73.0 | 973.0 | 2.2 | 347.8 | 326.7 | 402.3 | 150.1 | 273.15 | T - Celsius zero in Kelvin | K |
| 90700 | 84280.0 | 84302.0 | 287.6 | 1430343 | 213.2 | 0.6 | 71.9 | 968.5 | 2.0 | 387.6 | 363.8 | 439.4 | 151.8 | 28.96442 | M - Molecular Weight of Air | kg*kmol-1 |
| 90800 | 84477.0 | 84499.0 | 319.8 | 1640789 | 245.0 | 0.2 | 72.3 | 964.6 | 1.8 | 422.2 | 396.0 | 471.6 | 151.8 | 9.80665 | g - acceleration of gravity | m*s-2 |
| 90900 | 85099.0 | 85120.0 | 343.5 | 1797503 | 268.7 | 0.2 | 72.3 | 961.8 | 1.5 | 447.2 | 418.9 | 494.5 | 151.0 | 0.00 | H - Datum Height | m |
| 91000 | 85338.0 | 85360.0 | 375.8 | 2002476 | 299.7 | -1.1 | 73.6 | 957.9 | 1.3 | 482.0 | 451.3 | 526.9 | 151.1 | 1013.25 | P - Datum Pressure | mbar |
| 91100 | 85584.0 | 85607.0 | 406.8 | 2217113 | 332.2 | 0.4 | 72.1 | 954.1 | 1.0 | 516.1 | 482.7 | 558.3 | 151.5 | 20.00 | st - Standard Temperature | Celsius |
| 91200 | 85818.0 | 85840.0 | 434.4 | 2410490 | 361.4 | 2.0 | 70.5 | 950.8 | 0.7 | 545.9 | 509.9 | 585.5 | 151.1 | | | |
| 91300 | 86016.0 | 86040.0 | 463.6 | 2584582 | 387.8 | -0.8 | 73.3 | 947.2 | 0.6 | 578.4 | 540.1 | 615.7 | 152.1 | | | |
| 91400 | 86229.0 | 86252.0 | 491.4 | 2760068 | 414.3 | -2.1 | 74.6 | 944.0 | 0.3 | 607.5 | 566.6 | 642.2 | 150.8 | | | |
| 91500 | 86444.0 | 86467.0 | 521.5 | 2975956 | 447.0 | 0.5 | 72.0 | 940.4 | 0.2 | 640.2 | 597.0 | 672.6 | 151.1 | | | |
| | Statistics | | | | | 0.0 | 72.5 | | | | | | 151.4 | | | |
| | Calibrations | | raltAo | a | b | | | | | | baltBo | a | b | | | |
| | | linest | 0.0001512667 | 71.93 | | | | | | | linest | 1.0007986 | -76.11 | | | |
| | | used | 0.0001512667 | -3.20 | | | | | | | used | 1.0000000 | 75.59 | | | |



| C-FEON Feb 28th 2009 EON Geosciences Inc | | | Altimeter calibration (Radar A, Honeywell hi-alt) Aircraft: C-FEON | | | | | | | St-Hubert CYHU | RunwayH Anth | 27.4 mMSL 2.5 m | St-Hubert, CYHU, 90', 27.4m Aircraft C-FEON | | | | |
|---|--------------|---------|---|---------|--------|----------|---------|--------|--------|-------------------|-----------------|--------------------|--|---|---|-----------|--|
| Units | | | mMSL | uV | m | m | mMSL | mbar | C | mMSL | mMSL | mMSL | m | Constants and formulae below are valid under 11000m | | | |
| Line | fid range | | z | rrowAo | raltAo | raltAerr | DTM | PrawBo | TrawBo | bstpBo | brawBo | baltBo | baltBerr | Baro | Constants (sea level) | units | |
| 90000 | 58379.0 | 58473.0 | 29.0 | 1435392 | 1663.5 | 1664.4 | -1637.0 | 1029.6 | -10.0 | -137.4 | -123.3 | 22.1 | -6.9 | 8314.32 | R - Universal Gas Constant | kmol-1 | |
| 90200 | 59089.0 | 59123.0 | 86.2 | 308896 | 56.7 | 0.4 | 27.0 | 1019.6 | -10.0 | -53.6 | -48.1 | 97.3 | 11.1 | 273.15 | T - Celsius zero in Kelvin | K | |
| 90300 | 59316.0 | 59347.0 | 121.3 | 334447 | 93.1 | 1.7 | 25.7 | 1016.6 | -10.0 | -28.3 | -25.4 | 120.0 | -1.3 | 28.96442 | M - Molecular Weight of Air | kg*kmol-1 | |
| 90400 | 59563.0 | 59593.0 | 157.3 | 357608 | 126.2 | -1.2 | 28.6 | 1011.2 | -10.1 | 17.4 | 15.6 | 161.0 | 3.7 | 9.80665 | g - acceleration of gravity | m*s-2 | |
| 90500 | 59822.0 | 59854.0 | 226.7 | 406555 | 196.0 | -0.8 | 28.2 | 1002.9 | -10.6 | 88.1 | 78.9 | 224.3 | -2.4 | 0.00 | H - Datum Height | m | |
| 90600 | 60078.0 | 60109.0 | 275.6 | 441152 | 245.3 | -0.4 | 27.8 | 995.7 | -11.4 | 149.9 | 133.9 | 279.3 | 3.7 | 1013.25 | P - Datum Pressure | mbar | |
| 90700 | 60332.0 | 60363.0 | 294.2 | 454309 | 264.1 | -0.2 | 27.6 | 992.4 | -12.2 | 178.4 | 158.8 | 304.3 | 10.1 | 20.00 | st - Standard Temperature | Celsius | |
| 90800 | 60617.0 | 60649.0 | 329.9 | 479208 | 299.6 | -0.4 | 27.8 | 988.7 | -13.2 | 210.5 | 186.6 | 332.1 | 2.2 | | | | |
| 90900 | 60908.0 | 60941.0 | 354.1 | 496009 | 323.6 | -0.6 | 28.0 | 985.6 | -14.4 | 237.4 | 209.6 | 355.0 | 0.9 | | Formula for MSL baro altitude from pressure and temperature | | |
| 91000 | 61158.0 | 61190.0 | 388.9 | 520922 | 359.1 | 0.1 | 27.3 | 981.0 | -15.4 | 277.6 | 244.0 | 389.5 | 0.6 | | brawBo= $H + (R*(TrawBo+T)/M*g)*\ln(P/PrawBo)$ | | |
| 91500 | 61489.0 | 61519.0 | 517.0 | 610843 | 487.4 | 0.3 | 27.1 | 963.4 | -16.7 | 432.9 | 378.7 | 524.1 | 7.1 | | | | |
| 92000 | 61827.0 | 61859.0 | 679.6 | 725198 | 650.5 | 0.8 | 26.6 | 944.9 | -17.9 | 599.3 | 521.8 | 667.2 | -12.4 | | | | |
| 93000 | 62120.0 | 62154.0 | 939.0 | 907100 | 910.0 | 0.9 | 26.5 | 911.4 | -18.8 | 909.0 | 788.7 | 934.2 | -4.8 | | | | |
| 94000 | 62492.0 | 62524.0 | 1207.2 | 1094400 | 1177.1 | -0.2 | 27.6 | 878.2 | -19.8 | 1227.4 | 1060.8 | 1206.2 | -1.0 | | | | |
| 95000 | 62955.0 | 62988.0 | 1504.2 | 1302395 | 1473.8 | -0.5 | 27.9 | 845.5 | -20.0 | 1553.1 | 1341.1 | 1486.6 | -17.6 | | Formula for STP baro altitude from pressure and STP temperature | | |
| | Statistics | | | | | 0.0 | 27.4 | | | | | | 0.0 | | bstpBo= $H + (R*(st+T)/M*g)*\ln(P/PrawBo)$ | | |
| | Calibrations | | raltAo | a | b | | | | | | baltBo | a | b | | | | |
| | | linest | 0.0014263893 | -354.01 | | | | | | | linest | 1.0128565 | 140.81 | | | | |
| | | used | 0.0014263893 | -383.91 | | | | | | | used | 1.0000000 | 145.44 | | | | |



A.4. Test de parallaxe (lag)

| MAG 3 C-FUMN MTL area Oct 21st 2009 Lag Test (RMS) | | | | | | | | | | av lag |
|--|-------|----------|-------------|-------------|--------------|-------|-----------------|-------------|-------------|------------------------|
| Eon Geosciences Inc. | | | | | | | | | | 0.62 |
| Flag | Line | Fid | UTC | X | Y | Z | m3o | vx | vy | |
| 88002 | 88002 | 65208.55 | 18:06:48.64 | 646410.5 | 5128966.0 | 199.2 | 55305.949 | -81.9 | 25.0 | |
| 88003 | 88003 | 65478.70 | 18:11:18.79 | 646511.2 | 5128924.5 | 287.7 | 55132.535 | 86.3 | -25.5 | |
| | | | | -100.7 | 41.5 | | | 85.6 | v | |
| | | | | dist | 108.9 | | | 90.0 | 87.8 | lag 0.62 |
| Flag | Line | Fid | UTC | X | Y | Z | m3o | vx | vy | |
| 88006 | 88006 | 66151.05 | 18:22:31.15 | 646413.4 | 5128962.0 | 227.9 | 55222.281 | -78.0 | 21.9 | |
| 88005 | 88005 | 65857.40 | 18:17:37.50 | 646512.6 | 5128928.0 | 248.9 | 55177.414 | 82.2 | -25.2 | |
| | | | | -99.2 | 34.0 | | | 81.0 | v | |
| | | | | dist | 104.9 | | | 86.0 | 83.5 | lag 0.63 |
| Flag | Line | Fid | UTC | X | Y | Z | | | | |
| 88002 | 88002 | 65207.9 | 18:06:47.99 | 646463.9 | 5128950 | 198.0 | lag app: | 0.63 | | |
| 88003 | 88003 | 65478.1 | 18:11:18.20 | 646459.3 | 5128940 | 287.5 | | | | |
| 88006 | 88006 | 66150.4 | 18:22:30.49 | 646464.2 | 5128948 | 226.3 | | | | |
| 88005 | 88005 | 65856.8 | 18:17:36.90 | 646463.1 | 5128943 | 248.8 | | | | |

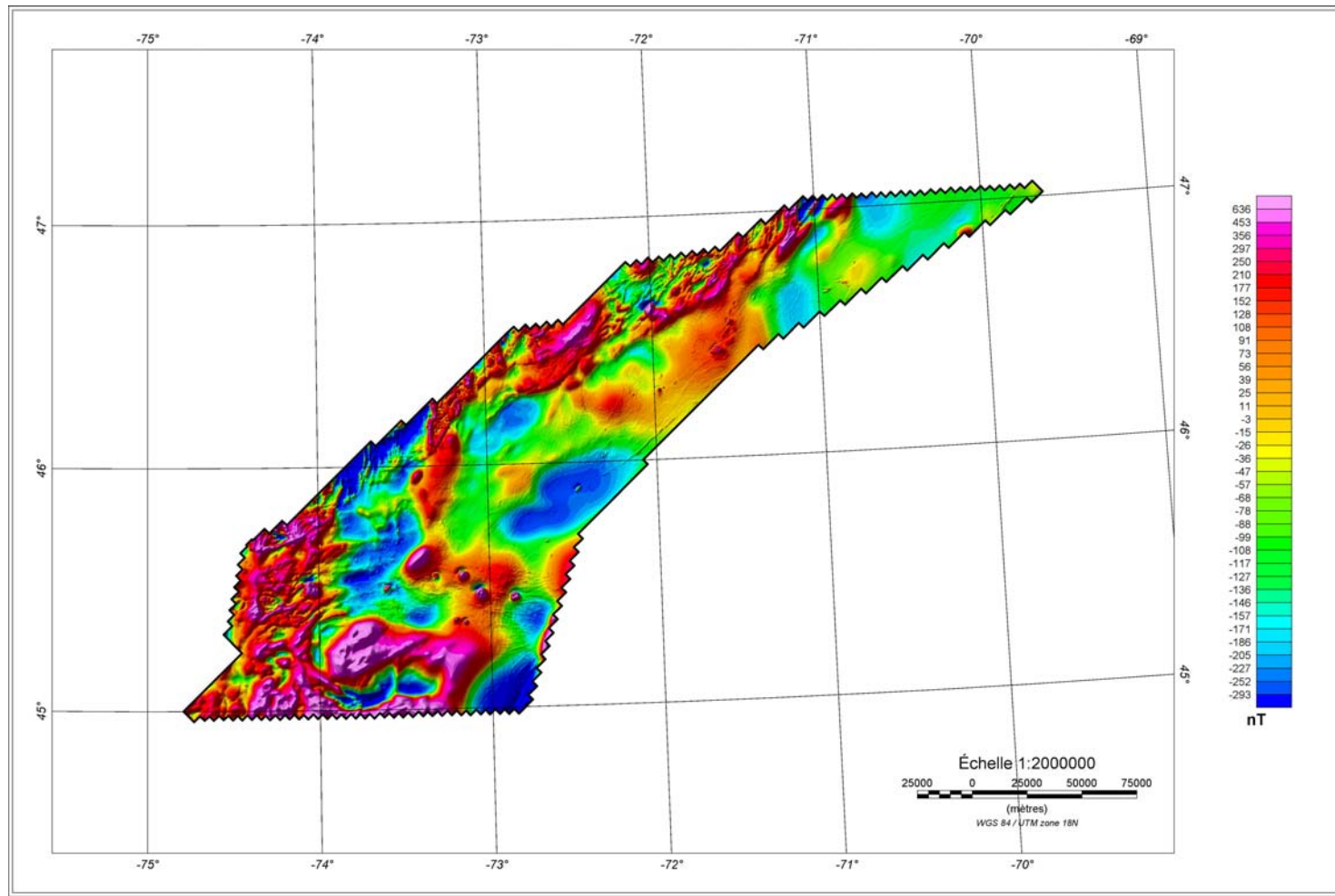
| MAG 3 C-GPVN MTL area Dec 07th 2009 Lag Test (RMS) | | | | | | | | | | av lag |
|--|-------|----------|----------|-------------|--------------|-------|-----------|-------|-------------|------------------------|
| Eon Geosciences Inc. | | | | | | | | | | 0.70 |
| Flag | Line | Fid | UTC | X | Y | Z | m3o | vx | vy | |
| 80001 | 80001 | 59098.45 | 16:24:58 | 619786.8 | 5056939.5 | 198.6 | 55224.316 | 15.2 | 73.2 | |
| 80002 | 80002 | 59214.70 | 16:26:55 | 619773.6 | 5056836.0 | 212.3 | 54942.980 | -11.1 | -72.8 | |
| | | | | 13.2 | 103.5 | | | 74.8 | v | |
| | | | | dist | 104.3 | | | 73.6 | 74.2 | lag 0.70 |
| Flag | Line | Fid | UTC | X | Y | Z | m3o | vx | vy | |
| 80003 | 80003 | 59320.70 | 16:28:41 | 619789.4 | 5056940.0 | 198.9 | 55259.289 | 15.8 | 71.8 | |
| 80004 | 80004 | 59451.05 | 16:30:51 | 619766.3 | 5056837.0 | 199.1 | 55220.535 | -13.7 | -74.0 | |
| | | | | 23.1 | 103.0 | | | 73.5 | v | |
| | | | | dist | 105.6 | | | 75.3 | 74.4 | lag 0.71 |
| Flag | Line | Fid | UTC | X | Y | Z | m3o | vx | vy | |
| 80005 | 80005 | 59573.75 | 16:32:54 | 619787.6 | 5056937.5 | 210.2 | 54994.168 | 14.2 | 72.0 | |
| 80006 | 80006 | 59703.10 | 16:35:03 | 619767.2 | 5056837.0 | 207.2 | 55048.973 | -14.2 | -72.9 | |
| | | | | 20.4 | 100.5 | | | 73.4 | v | |
| | | | | dist | 102.5 | | | 74.3 | 73.8 | lag 0.69 |
| Flag | Line | Fid | UTC | X | Y | Z | | | | |
| 80001 | 80001 | 59097.75 | 24:57.8 | 619776.2 | 5056888 | 199.0 | | | | |
| 80002 | 80002 | 59214 | 26:54.0 | 619781.4 | 5056887 | 213.0 | | | | |
| 80003 | 80003 | 59320 | 28:40.1 | 619778.3 | 5056890 | 198.0 | | | | |
| 80004 | 80004 | 59450.35 | 30:50.4 | 619775.9 | 5056889 | 199.2 | | | | |
| 80005 | 80005 | 59573.05 | 32:53.1 | 619777.7 | 5056887 | 209.5 | | | | |
| 80006 | 80006 | 59702.4 | 35:02.5 | 619777.1 | 5056888 | 206.7 | | | | |



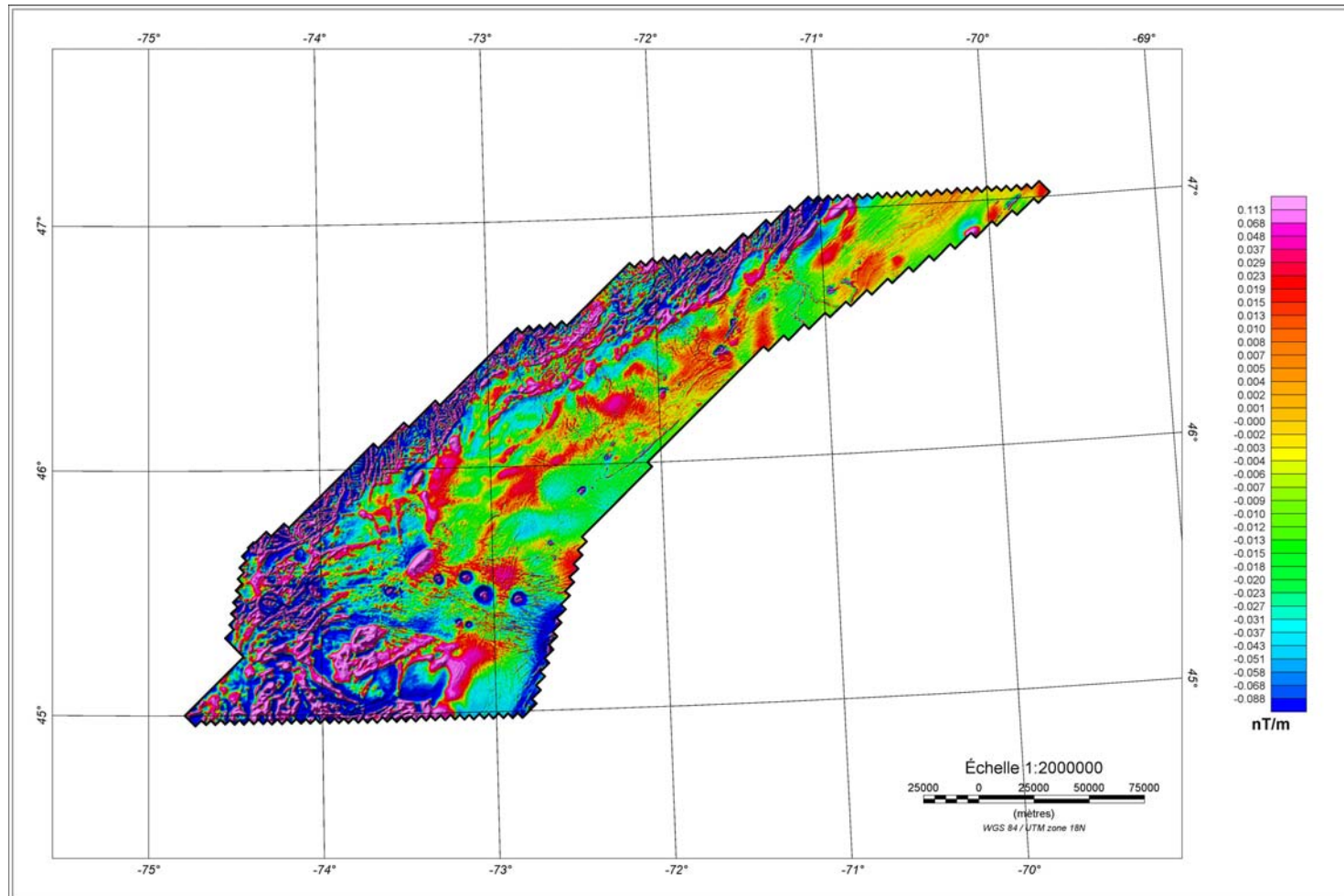
| MAG 3 C-FEON MTL area Feb 28th 2009 Lag Test | | | | | | | | | | av lag |
|--|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-------|-----------------|-------------|-------------|-----------------|
| Eon Geosciences Inc. | | | | | | | | | | 0.67 |
| Flag | Line | Fid | UTC | X | Y | Z | m3o | vx | vy | |
| 1 | 88001 | 56971.40 | 15:49:31 | 619781.7 | 5056936.0 | 191.2 | 55493.227 | 17.0 | 64.5 | |
| 2 | 88002 | 57250.80 | 15:54:11 | 619759.4 | 5056846.5 | 192.8 | 55533.363 | -22.5 | -66.0 | |
| | | | | 22.3 | 89.5 | | | 66.7 | v | |
| | | | dist | 92.2 | | | | 69.7 | 68.2 | lag 0.68 |
| Flag | Line | Fid | UTC | X | Y | Z | m3o | vx | vy | |
| 3 | 88003 | 57438.60 | 15:57:19 | 619780.3 | 5056930.5 | 212.3 | 55014.594 | 9.8 | 65.3 | |
| 4 | 88004 | 57717.90 | 16:01:58 | 619775.8 | 5056839.0 | 211.9 | 55005.328 | -17.4 | -69.0 | |
| | | | | 4.5 | 91.5 | | | 66.0 | v | |
| | | | dist | 91.6 | | | | 71.2 | 68.6 | lag 0.67 |
| Flag | Line | Fid | UTC | X | Y | Z | | | | |
| 1 | 88001 | 56970.75 | 15:49:31 | 619770.6 | 5056894.0 | 191.5 | lag app: | 0.65 | | |
| 2 | 88002 | 57250.20 | 15:54:10 | 619772.8 | 5056886.5 | 191.5 | | | | |
| 3 | 88003 | 57438.00 | 15:57:18 | 619774.4 | 5056891.0 | 212.2 | | | | |
| 4 | 88004 | 57717.25 | 16:01:57 | 619787.0 | 5056884.0 | 211.8 | | | | |

Annexe B – Résultats finaux

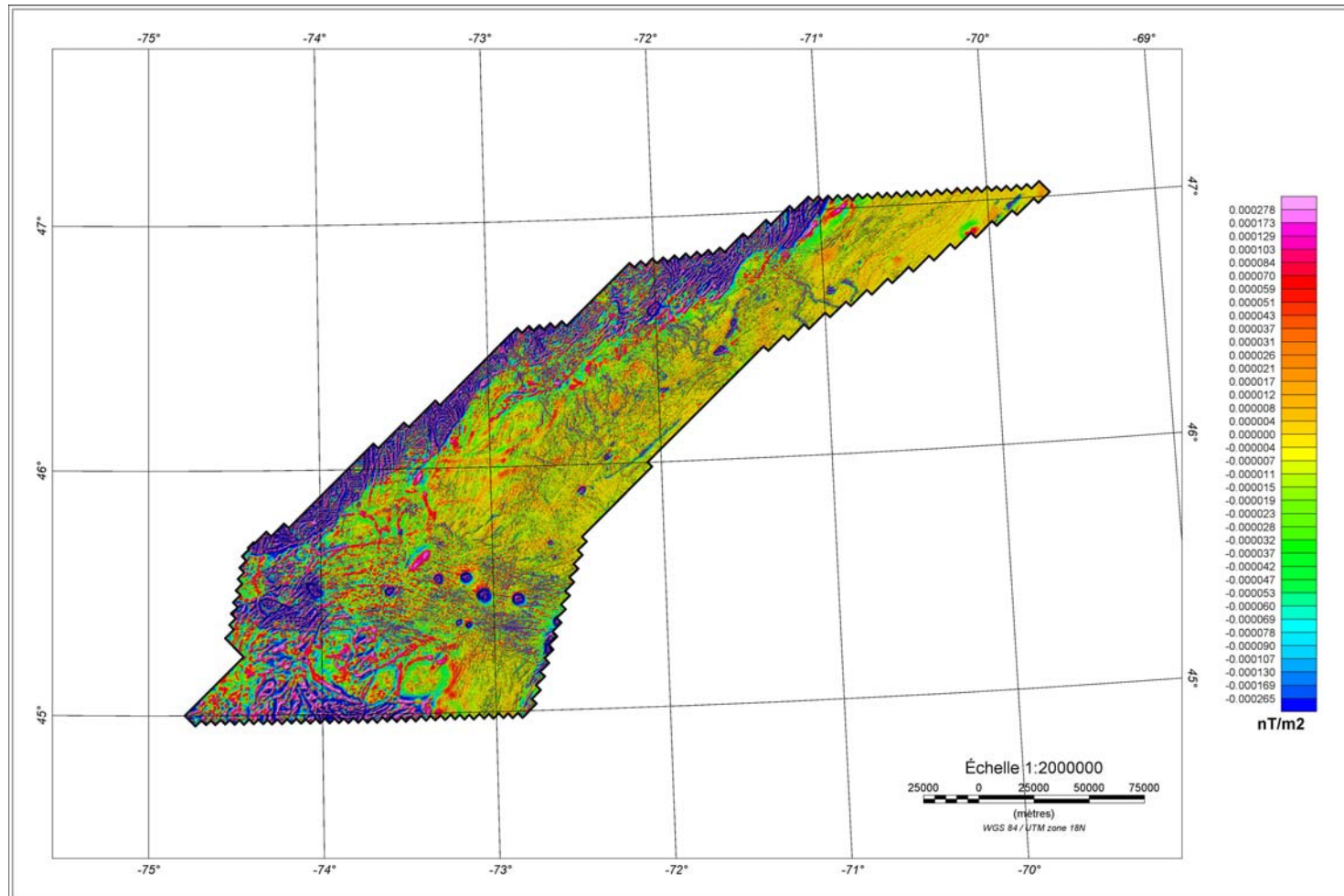
B.1. Composante résiduelle du champ magnétique total



B.2. Dérivée première verticale du champ magnétique



B.3. Dérivée seconde verticale du champ magnétique



Annexe C – Description des champs de la base de données finale

09006 – Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec (Projet No. 2009GA006)
 Base de données finale (14 Sept. 2010)
 EON Géosciences Inc.
 Gérard Tessier

Base de données (Geosoft GDB) : 09006_BlockA_Final_100914.GDB 1948 lignes

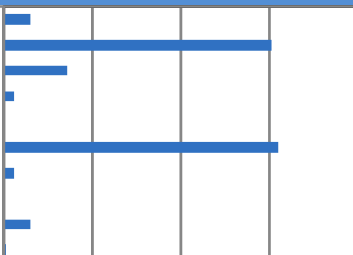
Mailles finales (traverses seulement) :

| | | |
|---------------|---------|-----------------------------|
| 09006_Mag.grd | TMF 75m | Déculture, Micro-nivèlement |
| 09006_VG1.grd | VG1 75m | |
| 09006_VG2.grd | VG2 75m | |

Description des canaux (38) :

| | | | | |
|-----------|------------------------|--------------|-----------------------------|--|
| xrt | (gps_x_brut) | 01Hz m | RT X-GPS | NAD83, Z18N, temps réel |
| yrt | (gps_y_brut) | 01Hz m | RT Y-GPS | NAD83, Z18N, temps réel |
| zrt | (gps_z_brut) | 01Hz m | RT Z-GPS | MSL (EGM96 geoid), temps réel |
| x | (gps_x_final, x_nad83) | 01Hz m | PP Coordonnées UTM, final | NAD83, Z18N, corrigé |
| y | (gps_y_final, y_nad83) | 01Hz m | PP Coordonnées UTM, final | NAD83, Z18N, corrigé |
| z | (gps_z_final) | 01Hz m | PP GPS altitude, final | MSL (NRCAN HTv2.0 geoid), corrigé |
| x_nad27 | (x_nad27) | 01Hz m | Coordonnées UTM, final | NAD27 (NB-NF-NS-QC), Z18N, corrigé |
| y_nad27 | (y_nad27) | 01Hz m | Coordonnées UTM, final | NAD27 (NB-NF-NS-QC), Z18N, corrigé |
| lon | (long_nad83) | 01Hz deg | Longitude, finale | NAD83 |
| lat | (lat_nad83) | 01Hz deg | Latitude, finale | NAD83 |
| raltl | (radar_raw) | 10Hz m | Altitude radar, brute | AGL |
| raltlc2 | (radar_final) | 10Hz m | Altitude radar, éditée | AGL |
| baltl | (baro_raw) | 01Hz m | Altitude baro, brute | MSL |
| baltlc | (baro_final) | 01Hz m | Altitude baro, éditée | MSL |
| DTMc2 | (dem) | 01Hz m | Modèle digital de terrain | MSL [z-H-raltlc2, H=2.5m] |
| fid10 | (fiducie) | 10Hz sec | Fiducie | Fiducie système & Oasis |
| flt | (vol) | 01Hz * | Numéro de vol | * |
| line | (ligne_no) | 01Hz IIIIn | No. ligne complet, édité | Édition code segment ou erreurs |
| line_num | (ligne) | 01Hz IIII | No. ligne | Sans code segment |
| line_rep | (ligne_part) | 01Hz n | No. partie de ligne | Code segment |
| tgps | (temps_utc) | 01Hz UTCsec | Temps universel | Source GPS/Synch |
| tloc | (temps_local) | 01Hz sec | Temps local | De tgps |
| date_arc | (date) | 01Hz yyymmdd | Date d'acquisition locale | De date Oasis (yyyy/mm/dd) |
| raltlc1 | (haut_mag) | 01Hz m | Hauteur du magnétomètre | AGL, version 1Hz de raltlc2 |
| baseAo | (mag_base_brut_A) | 01Hz nT | Base A TMF, brute | Base mag principale A |
| baseA | (mag_base_final_A) | 01Hz nT | Base A TMF, éditée | Base mag principale A |
| baseBo | (mag_base_brut_B) | 01Hz nT | Base B TMF, brute | Base mag secondaire B |
| baseB | (mag_base_final_B) | 01Hz nT | Base B TMF, éditée | Base mag secondaire B |
| m3l | (mag_brut) | 10Hz nT | TMF compensé, brut | Senseur de queue No. 3 |
| maglc | (mag_edit) | 10Hz nT | TMF, édité | Corrigé pour spikes & bruit |
| migrfz | (igrf) | 01Hz nT | IGRF MF local (modèle 2010) | Champ IGRF complet |
| mreslc | (mag_igrf) | 10Hz nT | MF corrigé pour IGRF | IGRF enlevé du TMF édité (MF résiduel) |
| mreslcb | (mag_diurn) | 10Hz nT | MF corrigé pour diurne | Diurnes enlevés du résiduel IGRF |
| mreslvl | (mag_lev) | 10Hz nT | MF nivelé | IGRF nivelé & diurnes corrigées |
| mreslvid | (mag_final) | 10Hz nT | MF micro-nivelé | Micro-nivèlement appliqué sur MF nivelé |
| Kconfirm | | 10Hz * | Code de type de culture | Identification/confirmation (voir liste) |
| eKULT | | 10Hz nT | Signal culturel soustrait | |
| mreslvidK | | 10Hz nT | MF de-culture, final | (mreslvid-eKULT) |

Annexe D – Rapports quotidiens

| EON GEOSCIENCES INC | | Daily | | | | 6500 Transcanadienne, bureau 120, St-Laurent QC, Canada H4T 1X4 Tel: +1-514-341-3366, Cell: +1-514-651-6391, Fax: +1-514-341-5366 info@eongeosciences.com | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|--|---|--------|-----------------------|---------|----------|----------|------------------------------|---|----|--|
| report (C-FUMN sheet 1/3) | | Projects | | Area & Client | | Crew chiefs: | | | | | | | | | |
| Aircraft | Code: C-FUMN | 09006-UMN | Basses Terres, MRNF, C-FUMN | | Pilots: Philippe Allaire, François Gravel, Simon Laquerre | | | | | | | | | | |
| Type: Navajo Piper | 09006-PVN | Basses Terres, MRNF, C-GPVN | | Engineers: ExactAir personnel | | | | | | | | | | | |
| FBO: Exact Air | 09006-EON | Basses Terres, MRNF, C-FEON | | Operators: Syed Shah, Paul Beaubien | | | | | | | | | | | |
| Inst: Tail Mag | | | | Processors: Gerard Tessier, Rebecca Bodger, Khaled Moussaoui | | | | | | | | | | | |
| Project Aircraft | 09006 UMN | 09006 PVN | 09006 EON | | Total Project | C-FUMN Activity Histogram | | | | | | | | | |
| Planned Kms | 115108.19 | 115108.19 | 115108.19 | | |  | | | | | | | | | |
| Total flown Kms | 81681.48 | 23545.08 | 15400.36 | | 120626.92 | | | | | | | | | | |
| Total accepted Kms | 80639.16 | 20524.66 | 13944.36 | | 115108.18 | | | | | | | | | | |
| Total survey hours | 326.37 | 108.90 | 70.55 | | 505.82 | | | | | | | | | | |
| Total test-training hours | 6.00 | 15.45 | 3.90 | | 25.35 | | | | | | | | | | |
| Total ferry hours | 64.64 | 26.30 | 11.25 | | 102.19 | | | | | | | | | | |
| Total aircraft hours | 397.01 | 149.95 | 85.70 | | 632.66 | | | | | | | | | | |
| Total aircraft days | 154.50 | 102.25 | 70.00 | | 326.75 | | | | | | | | | | |
| Average kms/day (total) | 521.94 | 200.73 | 199.21 | | 352.28 | | | | | | | | | | |
| Average kms/hour (survey) | 247.08 | 188.47 | 197.65 | | 227.57 | | | | | | | | | | |
| Project Completion | 70.1% | 17.8% | 12.1% | | 100.0% | | | | | | | | | | |
| Flight information | | Aircraft hours | | | | Kilometrage | | Daily activity report | | Comments | | | | | |
| Date | Project no. | AC | Flt | Crew (initials) | Ferry | Test Train | Survey | Total | Flown | | Accepted | Activity Code (per 1/4 days) | | | |
| 13-Oct-09 | 09006 | UMN | | pa,ss | | | | | | | SE | SE | PM: C-FUMN & crew Montreal to Trois-Rivieres. | | |
| 16-Oct-09 | 09006 | UMN | 001 | pa,ss | 0.5 | 2.1 | | 2.6 | | | SE | SE | PM: fit001, altimeter calibration, OK. Alternator test. | | |
| 17-Oct-09 | 09006 | UMN | 002 | pa,ss | 2.8 | | | 2.8 | | | SE | SE | PM: fit002, fit003, FOM attempts, alternator tests. | | |
| | 09006 | UMN | 003 | pa,ss | 2.1 | | | 2.1 | | | | | | | |
| 18-Oct-09 | 09006 | UMN | 004 | pa,ss | 0.7 | 0.8 | | 1.5 | | | SE | SE | AM: fit004, FOM & local heading tests attempt. | | |
| 19-Oct-09 | 09006 | UMN | 005 | pa,ss | 0.7 | 0.8 | | 1.5 | | | SE | SE | PM: fit005, FOM test, OK, ready for Bourget. 1st mag baseA installation, rejected for noise Oct 21st. | | |
| 20-Oct-09 | 09006 | UMN | 006 | pa,ss | 1.9 | 1.0 | | 2.9 | | | SE | SE | SE | SE | Fit006, Bourget test OK, lag test attempt (too dark). |
| 21-Oct-09 | 09006 | UMN | 007 | pa,ss | 0.4 | 1.3 | | 1.7 | | | SE | SE | SE | SE | Fit007, lag test OK, survey test, rejected (150m AGL). Installation GPS base, MTL-301, OK. |
| 22-Oct-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow, rain & freezing rain all day. Installation of mag baseA at CYRQ, YRQ-101, OK. Stationary tests, GPS OK, MAG baseA vs. C-FUMN OK. |
| 23-Oct-09 | 09006 | UMN | | pa,ss | 0.5 | | | 0.5 | | | SE | SE | SE | E | AM: processing base installations & stationary tests. PM: survey fit cancelled, AGNAV problem. |
| 24-Oct-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | E | W | E | Rain. Attempting AGNAV repair. |
| 25-Oct-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | E | W | E | High w inds & ceilings. Pilot departs for required test. |
| 26-Oct-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | TR | E | TR | E | Pilot in required training. Waiting new AGNAV unit. |
| 27-Oct-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | TR | E | TR | E | Pilot in required training. New AGNAV unit installed. |
| 28-Oct-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | TR | TR | TR | TR | Pilot in required training (local w eather delays). |
| 29-Oct-09 | 09006 | UMN | 008 | pa,ss | 0.3 | | 3.9 | 4.2 | 909.29 | 873.19 | TR | TR | P | P | AM: pilot back. PM: fit008, traffic/birds interference. |
| 30-Oct-09 | 09006 | UMN | 009 | pa,ss | 0.6 | | 3.0 | 3.6 | 753.03 | 753.03 | W | W | P | P | AM: ceilings. PM: fit009, change of area for ceilings. |
| 31-Oct-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Rain, ceilings high w inds. |
| 1-Nov-09 | 09006 | UMN | 010 | pa,ss | 0.5 | | 4.3 | 4.8 | 1021.14 | 1015.13 | W | P | P | P | AM: ceilings. PM: fit010, occ marginal TURB levels. |
| | 09006 | UMN | 011 | pa,ss | 0.5 | | 3.8 | 4.3 | 879.85 | 873.85 | W | P | P | P | AM: fit011, 1L in 3 parts, traffic CYRQ. PM: fit012, short late-PM fit (daylight). |
| 2-Nov-09 | 09006 | UMN | 012 | pa,ss | 0.3 | | 1.4 | 1.7 | 349.75 | 349.75 | | | | | |
| | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Ceilings & rain. |
| 4-Nov-09 | 09006 | UMN | 013 | pa,ss | 0.5 | | 0.7 | 1.2 | 174.91 | 174.91 | W | P | P | P | AM: de-icing delay. PM: fit013, 2L, TURBs. Early stop to adjust NAV disp. PM: fit014, change of area for local traffic. |
| | 09006 | UMN | 014 | pa,ss | 0.5 | | 3.0 | 3.5 | 732.35 | 732.35 | | | | | |
| 5-Nov-09 | 09006 | UMN | | | 1.0 | | 1.0 | | | | M | M | M | M | AM: C-FUMN to St-Honore, due 50-h insp. Ceilings. |
| 6-Nov-09 | 09006 | UMN | 015 | pa,ss | 2.0 | | 2.5 | 4.5 | 635.79 | 635.79 | M | M | P | P | AM: C-FUMN back to CYRQ after insp. PM: fit015, 8L, change of area for local traffic. |

| Date | Project no. | AC | Fit | Crew (initials) | Ferry | Test Train | Survey | Total | Flown | Accepted | Activity Code (per 1/4 days) | | | | Comments |
|-----------|-------------|-----|-----|-----------------|-------|------------|--------|-------|---------|----------|------------------------------|---|---|---|---|
| 7-Nov-09 | 09006 | UMN | 016 | pa,ss | 0.4 | | 4.0 | 4.4 | 990.84 | 985.51 | P | P | P | P | AM: fit016, 1L in 2 parts, change of area for local traffic. PM: fit017, change of area for local traffic (flew over 2 antennas causing drape deviations). |
| | 09006 | UMN | 017 | pa,ss | 0.4 | | 2.0 | 2.4 | 484.93 | 484.93 | | | | | |
| 8-Nov-09 | 09006 | UMN | 018 | pa,ss | 0.4 | | 4.1 | 4.5 | 1017.69 | 1015.21 | P | P | P | P | AM: fit018, 1L in 2 parts, traffic/birds interference. PM: fit019, traffic/bird interference. |
| | 09006 | UMN | 019 | pa,ss | 0.4 | | 1.3 | 1.7 | 325.20 | 325.20 | | | | | |
| 9-Nov-09 | 09006 | UMN | 020 | pa,ss | 0.5 | | 2.6 | 3.1 | 614.44 | 614.44 | P | P | W | W | AM: fit020, early stop due to heavy turbulence. PM: heavy turbulence. |
| 10-Nov-09 | 09006 | UMN | 021 | pa,ss | 0.3 | | 4.0 | 4.3 | 970.20 | 970.20 | P | P | P | P | AM: fit021. PM: fit022. |
| | 09006 | UMN | 022 | pa,ss | 0.4 | | 1.6 | 2.0 | 415.80 | 415.80 | | | | | |
| 11-Nov-09 | 09006 | UMN | 023 | pa,ss | 0.4 | | 3.9 | 4.3 | 970.20 | 970.20 | P | P | P | P | AM: fit023. PM: fit024. |
| | 09006 | UMN | 024 | pa,ss | 0.4 | | 1.1 | 1.5 | 277.20 | 277.20 | | | | | |
| 12-Nov-09 | 09006 | UMN | 025 | pa,ss | 0.3 | | 3.9 | 4.2 | 970.20 | 970.20 | W | W | P | P | AM: fog delay. Operator P.Beaubien mobilized. PM: fit025. |
| 13-Nov-09 | 09006 | UMN | 026 | pa,ss,pb | 0.4 | | 3.9 | 4.3 | 970.20 | 970.20 | P | P | P | P | AM: fit026, Beaubien & Shah. PM: fit027, Beaubien. Marginal diurnals on 1L. |
| | 09006 | UMN | 027 | pa,pb | 0.4 | | 1.1 | 1.5 | 277.20 | 277.20 | | | | | |
| 14-Nov-09 | 09006 | UMN | 028 | pa,pb | 0.5 | | 3.0 | 3.5 | 693.00 | 693.00 | P | P | W | W | AM: fit028, early stop for rain, area change (traffic). Client insp, prelim data delivered. S.Shah demobs. |
| 15-Nov-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings & rain. |
| 16-Nov-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | High winds & turbulences. |
| 17-Nov-09 | 09006 | UMN | 029 | pa,pb | 0.4 | | 3.6 | 4.0 | 900.90 | 900.90 | P | P | M | M | AM: fit029, Pow er line area (NW-center). PM: C-FUMN to St-Honore for due 100-h inspection. |
| | 09006 | UMN | | pa | 1.0 | | | 1.0 | | | | | | | |
| 18-Nov-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | M | M | M | M | C-FUMN 100-h inspection in progress. |
| 19-Nov-09 | 09006 | UMN | | pa | 1.0 | | | 1.0 | | | M | M | P | P | AM: C-FUMN to CYRQ after 100-h inspection. PM: fit030. |
| | 09006 | UMN | 030 | pa, pb | 0.2 | | 2.8 | 3.0 | 662.52 | 662.52 | | | | | |
| 20-Nov-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Rain, low ceilings. |
| 21-Nov-09 | 09006 | UMN | 031 | pa,pb | 0.3 | | 4.2 | 4.5 | 987.27 | 963.27 | P | P | P | P | AM: fit031, St-Pierre lake NW part Ls. PM: fit032, St-Pierre lake NW part Ls. |
| | 09006 | UMN | 032 | pa,pb | 0.4 | | 2.1 | 2.5 | 496.61 | 481.61 | | | | | |
| 22-Nov-09 | 09006 | UMN | 033 | pa,pb | 0.5 | | 4.2 | 4.7 | 1026.39 | 1011.39 | P | P | P | P | AM: fit033, St-Pierre lake NW part Ls. PM: fit034, St-Pierre lake NW part Ls. |
| | 09006 | UMN | 034 | pa,pb | 0.4 | | 1.8 | 2.2 | 445.53 | 433.53 | | | | | |
| 23-Nov-09 | 09006 | UMN | 035 | pa,pb | 0.3 | | 4.5 | 4.8 | 1026.83 | 1017.83 | P | P | P | P | AM: fit035, St-Pierre lake SE part Ls. PM: fit036, St-Pierre lake SE part Ls. |
| | 09006 | UMN | 036 | pa,pb | 0.4 | | 2.4 | 2.8 | 560.10 | 548.10 | | | | | |
| 24-Nov-09 | 09006 | UMN | 037 | pa,pb | 0.3 | | 4.0 | 4.3 | 879.30 | 861.30 | P | P | P | P | AM: fit037, St-Pierre SE part Ls. Occ marginal diurnal. PM: fit038, St-Pierre SE part Ls. Occ marginal diurnal. |
| | 09006 | UMN | 038 | pa,pb | 0.2 | | 2.5 | 2.7 | 560.10 | 548.10 | | | | | |
| 25-Nov-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings AM to winds & turbulences PM. |
| 26-Nov-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Fog, low ceilings. |
| 27-Nov-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Fog AM to rain PM. |
| 28-Nov-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Winds gusting 35knt. |
| 29-Nov-09 | 09006 | UMN | 039 | pa,pb | 0.7 | | 3.5 | 4.2 | 987.40 | 963.40 | P | P | P | P | AM: fit039, St-Pierre NW part Ls. PM: fit040, St-Pierre NW & SE part Ls. |
| | 09006 | UMN | 040 | pa,pb | 0.6 | | 1.2 | 1.8 | 325.15 | 319.15 | | | | | |
| 30-Nov-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | AM: low visib in snow . PM: low ceilings, snow . |
| 1-Dec-09 | 09006 | UMN | 041 | pa,pb | 0.6 | | 1.9 | 2.5 | 454.69 | 448.69 | P | P | W | W | AM: fit041, St-Pierre SE part Ls done, early stop ceilings. PM: ceilings. |
| 2-Dec-09 | 09006 | UMN | 042 | pa,pb | 0.6 | | 2.3 | 2.9 | 674.26 | 674.26 | W | W | P | P | AM: low ceilings. PM: fit042, 3L partial @NW due to ceilings. |
| 3-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Rain, ceilings. |
| 4-Dec-09 | 09006 | UMN | 043 | pa,pb | 0.7 | | 3.3 | 4.0 | 993.37 | 969.37 | P | P | P | M | AM: fit043, 3L completed , changes of area for ceilings. PM: C-FUMN to St-Honore for due 50-h inspection. |
| | 09006 | UMN | | pa | 1.0 | | | 1.0 | | | | | | | |
| 5-Dec-09 | 09006 | UMN | | pa | 1.0 | | | 1.0 | | | M | M | P | P | AM: C-FUMN back from 50-h inspection. Backup mag base BaseB installed at CYRQ. PM: fit044. |
| | 09006 | UMN | 044 | pa,pb | 0.3 | | 2.3 | 2.6 | 704.54 | 704.54 | | | | | |
| 6-Dec-09 | 09006 | UMN | 045 | pa,pb | 0.3 | | 2.2 | 2.5 | 668.13 | 668.13 | P | P | W | W | AM: fit045, earlier stop for ceilings, micropulsations. PM: low ceilings. |
| 7-Dec-09 | 09006 | UMN | 046 | pa,pb | 0.8 | | 3.3 | 4.1 | 1098.55 | 1098.55 | P | P | P | W | AM: fit046, deviationson 1L (birds), micropulses on 1L. PM: fit047, abort after 1L for ceilings SE. |
| | 09006 | UMN | 047 | pa,pb | 0.7 | | 0.3 | 1.0 | 93.29 | 93.29 | | | | | |
| 8-Dec-09 | 09006 | UMN | 048 | pa,pb | 0.5 | | 3.1 | 3.6 | 932.99 | 932.99 | P | P | P | P | AM: fit048. 2 part lines due to snow showers SE-end. PM: fit049, occ radio TX on-line (Sorel area) |
| | 09006 | UMN | 049 | pa,pb | 0.5 | | 2.0 | 2.5 | 589.84 | 589.84 | | | | | |
| 9-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow storm. |
| 10-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Ceilings, snow , w inds. |
| 11-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | High winds & turbulences. |

| Date | Project no. | AC | Flt | Crew (initials) | Ferry | Test Train | Survey | Total | Flown | Accepted | Activity Code (per 1/4 days) | | | | Comments |
|-----------|-------------|-----|-----|-----------------|-------|------------|--------|-------|---------|----------|------------------------------|----|----|----|--|
| 12-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | High w inds & turbulences. |
| 13-Dec-09 | 09006 | UMN | 50 | pa,pb | 0.3 | | 0.8 | 1.1 | 249.62 | 225.62 | W | P | W | W | AM: fit050, early stop due to turbulence. PM: high w inds , turbulence. |
| 14-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | heavy fog, low visibility |
| 15-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | snow |
| 16-Dec-09 | 09006 | UMN | 51 | pa,pb | 0.1 | | 2.9 | 3.0 | 794.44 | 794.44 | P | P | P | P | AM: Fit051 , complete BT060 PM: Fit052, start BT090 |
| | 09006 | UMN | 52 | pa,pb | 0.5 | | 0.9 | 1.4 | 277.20 | 277.20 | | | | | |
| 17-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | M | M | W | W | AM: fix A/C heat PM: high w inds, +25 knots. |
| 18-Dec-09 | 09006 | UMN | 53 | pa,pb | 0.2 | | 1.8 | 2.0 | 544.01 | 544.01 | P | P | M | P | AM: Fit053, started tie lines PM: complete A/C heat repair, Fit054 |
| | 09006 | UMN | 54 | pa,pb | 0.2 | | 0.8 | 1.0 | 275.14 | 275.14 | | | | | |
| 19-Dec-09 | 09006 | UMN | 55 | pa,pb | 0.8 | | 3.2 | 4.0 | 979.66 | 979.66 | P | P | P | P | AM: Fit055 PM: Fit056 |
| | 09006 | UMN | 56 | pa,pb | 0.2 | | 1.9 | 2.1 | 571.41 | 571.41 | | | | | |
| 20-Dec-09 | 09006 | UMN | 57 | pa,pb | 0.6 | | 3.0 | 3.6 | 889.58 | 889.58 | P | P | P | P | AM: Fit057 PM: Fit058 |
| | 09006 | UMN | 58 | pa,pb | 0.9 | | 1.5 | 2.4 | 443.19 | 443.19 | | | | | |
| 21-Dec-09 | 09006 | UMN | 59 | pa,pb | 0.8 | | 2.2 | 3.0 | 572.84 | 572.84 | P | P | W | W | Fit059 aborted due to strong turbulence |
| 22-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | icing conditions all day |
| 23-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | CR | CR | M | M | crew rest/ 200hr a/c inspection |
| 24-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | CR | CR | M | M | crew rest/ 200hr a/c inspection |
| 25-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | CR | CR | M | M | crew rest/ 200hr a/c inspection |
| 26-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | CR | CR | M | M | crew rest/ 200hr a/c inspection |
| 27-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | CR | CR | M | M | crew rest/ 200hr a/c inspection |
| 28-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | CR | CR | M | M | crew rest/ 200hr a/c inspection |
| 29-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | CR | CR | M | M | crew rest/ 200hr a/c inspection |
| 30-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | CR | CR | M | M | crew rest/ 200hr a/c inspection |
| 31-Dec-09 | 09006 | UMN | | | | | | | | | CR | CR | M | M | crew rest/ 200hr a/c inspection |
| 1-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Crew back on-site, Snow , low visibility |
| 2-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow , low visibility |
| 3-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow , low visibility, strong w inds |
| 4-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow , low visibility, strong w inds |
| 5-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow , low visibility |
| 6-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow , low visibility |
| 7-Jan-10 | 09006 | UMN | 060 | pa,pb | 0.6 | | 3.9 | 4.5 | 970.66 | 970.66 | P | P | P | P | AM: Fit060 PM: Fit061 |
| | 09006 | UMN | 061 | pa,pb | 0.3 | | 2.1 | 2.4 | 554.40 | 554.40 | | | | | |
| 8-Jan-10 | 09006 | UMN | 062 | pa,pb | 0.6 | | 4.0 | 4.5 | 998.18 | 998.18 | P | P | P | P | AM: Fit062 PM: Fit063 |
| | 09006 | UMN | 063 | pa,pb | 0.5 | | 1.8 | 2.3 | 461.39 | 461.39 | | | | | |
| 9-Jan-10 | 09006 | UMN | 064 | pa,pb | 0.1 | | 3.8 | 3.9 | 921.26 | 921.26 | P | P | P | M | AM: Fit064 PM: broken heater in a/c, too cold to surv |
| 10-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | M | M | M | M | A/C heater replaced |
| 11-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow , low ceilings |
| 12-Jan-10 | 09006 | UMN | 065 | pa,pb | 0.5 | | 3.7 | 4.2 | 872.42 | 872.42 | P | P | P | P | AM: Fit065 PM: Fit066 |
| | 09006 | UMN | 066 | pa,pb | 0.7 | | 2.5 | 3.2 | 654.74 | 654.74 | | | | | |
| 13-Jan-10 | 09006 | UMN | 067 | pa,pb | 0.7 | | 3.5 | 4.2 | 994.80 | 834.41 | P | P | SE | SE | AM: Fit067 PM: Crew mobilized to Quebec City. |
| 14-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow , low ceilings |
| 15-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Freezing rain, low ceilings |
| 16-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | snow , low ceilings |
| 17-Jan-10 | 09006 | UMN | 068 | pa,pb | 0.2 | | 4.3 | 4.5 | 1058.54 | 1058.54 | P | P | P | P | AM: Fit068 PM: Fit069 |
| | 09006 | UMN | 069 | pa,pb | 0.2 | | 2.0 | 2.2 | 506.69 | 506.69 | | | | | |
| 18-Jan-10 | 09006 | UMN | 070 | pa,pb | 0.2 | | 1.7 | 1.9 | 410.37 | 410.37 | P | P | W | W | Fit070 aborted due to increasing turbulence. |
| 19-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow and low ceilings. |
| 20-Jan-10 | 09006 | UMN | 071 | pa,pb | 0.1 | | 1.4 | 1.5 | 276.88 | 237.58 | W | W | P | P | AM: Snow , low ceilings PM: Fit071 |
| 21-Jan-10 | 09006 | UMN | 072 | fg,pb | 0.3 | | 4.2 | 4.5 | 1031.86 | 1031.86 | P | P | W | W | AM: Fit072 PM: low ceilings |
| 22-Jan-10 | 09006 | UMN | 073 | fg,pb | 0.1 | | 2.9 | 3.0 | 718.19 | 718.19 | P | P | M | M | AM: Fit073 PM: 50Hr a/c inspection |
| 23-Jan-10 | 09006 | UMN | 074 | fg,pb | 0.2 | | 4.2 | 4.4 | 944.32 | 944.32 | P | P | P | P | AM: Fit074 PM: Fit075 |
| | 09006 | UMN | 075 | fg,pb | 0.2 | | 3.0 | 3.2 | 742.27 | 742.27 | | | | | |
| 24-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | CR | CR | CR | CR | Pilot unavailable due to required training. |
| 25-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Rain, low ceilings. |
| 26-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow , low ceilings |
| 27-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow , low ceilings |

| Date | Project no. | AC | Fit | Crew (initials) | Ferry | Test Train | Survey | Total | Flown | Accepted | Activity Code (per 1/4 days) | | | | Comments |
|-----------|-------------|-----|-----|-----------------|-------|------------|--------|-------|---------|----------|------------------------------|----|---|---|--|
| 28-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow, low ceilings |
| 29-Jan-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow, low ceilings |
| 30-Jan-10 | 09006 | UMN | 076 | pa,pb,fg | 0.1 | | 4.5 | 4.6 | 1119.37 | 1119.37 | W | P | P | P | AM: Flt delayed due to strong winds PM: Flt076. |
| 31-Jan-10 | 09006 | UMN | 077 | fg,pb | 0.3 | | 4.2 | 4.5 | 982.09 | 982.09 | W | P | P | P | AM: Flt delayed due to low clouds PM: Flt077. |
| 1-Feb-10 | 09006 | UMN | 078 | pa,pb | 0.3 | | 3.9 | 4.2 | 890.11 | 890.11 | P | P | W | W | Flt078 aborted due to oncoming storm. |
| 2-Feb-10 | 09006 | UMN | 079 | pa,pb | 0.4 | | 3.8 | 4.2 | 873.89 | 873.89 | P | P | P | P | AM: Flt079 PM: Flt080 |
| | 09006 | UMN | 080 | pa,pb | 0.5 | | 3.3 | 3.8 | 807.34 | 807.34 | | | | | |
| 3-Feb-10 | 09006 | UMN | 081 | pa,pb | 0.3 | | 4.3 | 4.6 | 1095.63 | 1095.63 | W | P | P | P | Flt081 delayed due to fog |
| 4-Feb-10 | 09006 | UMN | 082 | pa,pb | 0.5 | | 4.1 | 4.6 | 999.95 | 999.95 | P | P | P | W | Flt082 aborted due to turbulence. |
| 5-Feb-10 | 09006 | UMN | 083 | pa,pb | 0.6 | | 3.9 | 4.5 | 850.58 | 850.58 | P | P | P | P | AM: Flt083 PM: Flt084 |
| | 09006 | UMN | 084 | pa,pb | 0.9 | | 2.3 | 3.2 | 613.86 | 613.86 | | | | | |
| 6-Feb-10 | 09006 | UMN | 085 | pa,pb | 0.5 | | 3.5 | 4.0 | 876.57 | 876.57 | P | P | P | P | AM: Flt085 PM: Flt086 |
| | 09006 | UMN | 086 | pa,pb | 0.5 | | 2.4 | 2.9 | 580.79 | 580.79 | | | | | |
| 7-Feb-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings and snow |
| 8-Feb-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings, snow, strong winds |
| 9-Feb-10 | 09006 | UMN | 87 | pa,pb | 0.2 | | 4.0 | 4.2 | 798.13 | 798.13 | P | P | P | P | AM: Flt087 PM: Flt088, A/C to St. Hubert for 100hr inspection |
| | 09006 | UMN | 88 | pa,pb | 0.5 | | 1.0 | 1.5 | 251.30 | 251.30 | | | | | |
| 10-Feb-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | M | M | M | M | C-FUMN 100-h inspection in progress. |
| 11-Feb-10 | 09006 | UMN | 89 | pa,pb | 1.0 | | 2.9 | 3.9 | 830.49 | 830.49 | W | W | P | P | AM: Low ceilings PM: Flt089 |
| 12-Feb-10 | 09006 | UMN | 90 | pa,pb | 1.0 | | 3.0 | 4.0 | 854.62 | 854.62 | P | P | P | P | AM: Flt090 PM: Flt091 |
| | 09006 | UMN | 91 | pa,pb | 0.9 | | 0.8 | 1.7 | 216.66 | 216.66 | | | | | |
| 13-Feb-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceiling and heavy fog |
| 14-Feb-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceiling and snow showers |
| 15-Feb-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow showers and low ceilings |
| 16-Feb-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Strong winds, snow, and low ceilings |
| 17-Feb-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings |
| 18-Feb-10 | 09006 | UMN | 92 | fg,gr | 0.3 | | 1.2 | 1.5 | 316.32 | 316.32 | SE | SE | P | P | AM: A/C from Quebec City to St. Hubert. PM: Flt092 |
| 19-Feb-10 | 09006 | UMN | 93 | fg,pb | 0.3 | | 2.0 | 2.3 | 550.61 | 544.61 | W | W | P | P | AM: low ceilings PM: Flt093 |
| 20-Feb-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings and snow |
| 21-Feb-10 | 09006 | UMN | 94 | fg,pb | 0.3 | | 3.8 | 4.1 | 1001.88 | 989.88 | P | P | P | P | AM: Flt094 PM: Flt095 |
| | 09006 | UMN | 95 | fg,pb | 0.2 | | 3.6 | 3.8 | 921.47 | 905.47 | | | | | |
| 22-Feb-10 | 09006 | UMN | 96 | fg,pb | 0.3 | | 1.3 | 1.6 | 339.62 | 318.62 | P | P | W | W | Flt096 aborted due to low ceiling |
| 23-Feb-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceiling |
| 24-Feb-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow Storm. |
| 25-Feb-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow Storm. |
| 26-Feb-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Strong winds, low ceiling |
| 27-Feb-10 | 09006 | UMN | 97 | fg,pb | 0.5 | | 1.0 | 1.5 | 255.90 | 255.90 | W | P | P | W | Flt097 delayed due to ceilings, aborted due to low ceiling |
| 28-Feb-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceiling |
| 1-Mar-10 | 09006 | UMN | 98 | fg,pb | 0.2 | | 2.8 | 3.0 | 693.54 | 643.85 | P | P | P | P | AM: Flt098 PM: Flt099 |
| | 09006 | UMN | 99 | fg,pb | 0.2 | | 2.8 | 3.0 | 718.80 | 649.80 | | | | | |
| 2-Mar-10 | 09006 | UMN | 100 | sl,pb | 0.4 | | 3.7 | 4.1 | 974.00 | 974.00 | P | P | P | P | Night: Flt100 Flt101 AM: |
| | 09006 | UMN | 101 | fg,pb | 0.1 | | 3.6 | 3.7 | 793.30 | 730.30 | | | | | |
| 3-Mar-10 | 09006 | UMN | 102 | fg,pb | 0.3 | | 3.7 | 4.0 | 974.01 | 974.01 | P | P | P | M | Night 1: Flt102 Night 2: Flt103. A/C 50hr inspection |
| | 09006 | UMN | 103 | sl,pb | 0.3 | | 2.4 | 2.7 | 649.33 | 649.33 | | | | | |
| 4-Mar-10 | 09006 | UMN | 104 | fg,pb | 0.9 | | 1.1 | 2.0 | 217.50 | 121.36 | M | M | M | P | A/C back from inspection to Quebec City, Flt104. |
| 5-May-10 | 09006 | UMN | 105 | fg,pb | 0.9 | | 2.9 | 3.8 | 497.86 | 497.86 | P | P | P | P | AM: Flt105 PM: Flt106 |
| | 09006 | UMN | 106 | fg,pb | 0.8 | | 3.7 | 4.5 | 887.02 | 887.02 | | | | | |
| 6-Mar-10 | 09006 | UMN | 107 | fg,pb | 0.6 | | 3.5 | 4.1 | 849.08 | 849.08 | P | P | P | P | AM: Flt107 PM: Flt108 |
| | 09006 | UMN | 108 | fg,pb | 0.7 | | 4.5 | 5.2 | 871.42 | 871.42 | | | | | |
| 7-Mar-10 | 09006 | UMN | 109 | fg,pb | 0.9 | | 0.5 | 1.4 | 124.62 | 124.62 | P | P | P | P | Night: Flt109, ferry back to St. Hubert |
| 8-Mar-10 | 09006 | UMN | 110 | fg,pb | 0.2 | | 4.8 | 5.0 | 1049.35 | 1043.35 | P | P | P | P | Night: Flt110 |
| 9-Mar-10 | 09006 | UMN | 111 | fg,pb | 0.3 | | 3.7 | 4.0 | 974.01 | 974.01 | P | P | P | P | Night1: Flt111 Night2: Flt112 |
| | 09006 | UMN | 112 | fg,pb | 0.2 | | 2.2 | 2.4 | 559.38 | 559.38 | | | | | |
| 10-Mar-10 | 09006 | UMN | 113 | fg,pb | 0.2 | | 5.5 | 5.7 | 1466.88 | 1457.88 | P | P | P | P | Night: Flt113. |

| Date | Project no. | AC | Flt | Crew (initials) | Ferry | Test Train | Survey | Total | Flown | Accepted | Activity Code (per 1/4 days) | | | | Comments |
|------------------------------|-------------|-----|-----|-----------------|-------|------------|--------|-------|---------|----------|------------------------------|---|----|----|---|
| 11-Mar-10 | 09006 | UMN | 114 | fg,pb | 0.4 | | 3.7 | 4.1 | 840.35 | 840.35 | P | P | P | P | Night1: Flt114. Night2: Flt115. |
| | 09006 | UMN | 115 | fg,pb | 0.3 | | 3.0 | 3.3 | 809.59 | 809.59 | | | | | |
| 12-Mar-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | M | M | M | M | A/C maintenance, 100hr inspection. |
| 13-Mar-10 | 09006 | UMN | 116 | fg,pb | 0.1 | | 1.8 | 1.9 | 397.53 | 381.65 | P | P | CR | CR | Short Flt116 due to pilot time out. |
| 14-Mar-10 | 09006 | UMN | 117 | fg,pb | 0.2 | | 5.0 | 5.2 | 1275.65 | 1275.65 | P | P | P | P | Night: Flt117. |
| 15-Mar-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Rain and low ceiling. |
| 16-Mar-10 | 09006 | UMN | 118 | fg,pb | 0.3 | | 5.5 | 5.8 | 1422.22 | 1416.22 | P | P | P | P | Night: Flt118 |
| 17-Mar-10 | 09006 | UMN | 119 | fg,pb | 0.4 | | 1.4 | 1.8 | 225.00 | 114.00 | P | P | X | X | AM: Flt119, A/C blocked at airport by fuel truck. |
| 18-Mar-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings, strong winds at 35 knots. |
| 19-Mar-10 | 09006 | UMN | 120 | fg,pb | 0.5 | | 5.3 | 5.8 | 1168.83 | 1063.83 | P | P | P | P | Night: Flt120. |
| 20-Mar-10 | 09006 | UMN | | | | | | | | | | | | | Block coverage completed, data qc for possible reflights in progress. |
| Insert rows from this line.. | | | | | | | | | | | | | | | |

| EON GEOSCIENCES INC | | Daily | | | | 6500 Transcanadienne, bureau 120, St-Laurent QC, Canada H4T 1X4 Tel: +1-514-341-3366, Cell: +1-514-651-6391, Fax: +1-514-341-5366 info@eongeosciences.com | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------|-----------|-----------------------------|-----------------|---------------|---|--------------------------|--|---------|-----------------------|------------------------------|----------|----|----|--|
| report (C-GPVN sheet 2/3) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aircraft | | Projects | | Area & Client | | Crew chiefs: | | Gerard Tessier | | | | | | | |
| Code: | C-GPVN | 09006-UMN | Basses Terres, MRNF, C-FUMN | | | Pilots: | | W. Fiesel, D.Lanthier, B.Irvine, R.Olds, S. Brousseau, T. Sornasse | | | | | | | |
| Type: | Navajo Piper | 09006-PVN | Basses Terres, MRNF, C-GPVN | | | Engineers: | | Brucelandaair personnel | | | | | | | |
| FBO: | Brucelandaair | 09006-EON | Basses Terres, MRNF, C-FEON | | | Operators: | | Gregory Roman, Ahmed Ibn-Laoucine, Paul Beaubien, Olivier Ayotte | | | | | | | |
| Inst: | Tail Mag | | | | | Processors: | | Gerard Tessier, Rebecca Bodger, Khaled Moussaoui | | | | | | | |
| Project | | 09006 UMN | 09006 PVN | 09006 EON | Total Project | | C-PVN Activity Histogram | | | | | | | | |
| Aircraft | | | | | | | | | | | | | | | |
| Planned Kms | | 115108.19 | 115108.19 | 115108.19 | | | | | | | | | | | |
| Total flown Kms | | 81681.48 | 23545.08 | 15400.36 | 120626.92 | | Set-up (SE) | 9.3 | | | | | | | |
| Total accepted Kms | | 80639.16 | 20524.66 | 13944.36 | 115108.18 | | Production (P) | 22.3 | | | | | | | |
| Total survey hours | | 326.37 | 108.90 | 70.55 | 505.82 | | Maintenance (M) | 14.3 | | | | | | | |
| Total test-training hours | | 6.00 | 15.45 | 3.90 | 25.35 | | Electronics (E) | 0.8 | | | | | | | |
| Total ferry hours | | 64.64 | 26.30 | 11.25 | 102.19 | | Diurnals (D) | | | | | | | | |
| Total aircraft hours | | 397.01 | 149.95 | 85.70 | 632.66 | | Weather (W) | 55.3 | | | | | | | |
| Total aircraft days | | 154.50 | 102.25 | 70.00 | 326.75 | | Training (TR) | 0.3 | | | | | | | |
| Average kms/day (total) | | 521.94 | 200.73 | 199.21 | 352.28 | | Safety (SAF) | | | | | | | | |
| Average kms/hour (survey) | | 247.08 | 188.47 | 197.65 | 227.57 | | Crew (CR) | | | | | | | | |
| Project Completion | | 70.1% | 17.8% | 12.1% | 100.0% | | Other (X) | 0.3 | | | | | | | |
| Flight information | | | | Aircraft hours | | | | Kilometrage | | Daily activity report | | Comments | | | |
| Date | Project no. | AC | Fit | Crew (initials) | Ferry | Test Train | Survey | Total | Flown | Accepted | Activity Code (per 1/4 days) | | | | |
| 25-Nov-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | SE | SE | SE | SE | Equipment installation & ground testing completed, ready for flight tests. |
| 26-Nov-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Fog AM, low ceilings PM. |
| 27-Nov-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings & rain. |
| 28-Nov-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | High w inds. |
| 29-Nov-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Local low to borderline ceilings. |
| 30-Nov-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low visibility in snow, low ceilings. |
| 1-Dec-09 | 09006 | PVN | 201 | wf,gr | 1.3 | | | 1.3 | | | W | W | W | W | AM: fit201, altimeter test attempt aborted for ceilings. PM: snow & w inds. |
| 2-Dec-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings & freezing in MTL area. |
| 3-Dec-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Rain, ceilings. |
| 4-Dec-09 | 09006 | PVN | 202 | wf,gr | 0.5 | 0.6 | | 1.1 | | | W | SE | W | W | AM: after ceiling delay, fit202, FOM attempt, rejected. PM: low ceilings & rain. |
| 5-Dec-09 | 09006 | PVN | 203 | wf,gr | 0.6 | 1.3 | | 1.9 | | | SE | SE | SE | SE | AM: fit203, altimeter test at Mirabel CYMX, OK. PM: fit204,FOM attempt, rejected. |
| 6-Dec-09 | 09006 | PVN | 204 | dl,wf,gr | 0.7 | 0.8 | | 1.5 | | | | | | | |
| 7-Dec-09 | 09006 | PVN | 205 | wf,gr | 0.3 | 0.3 | | 0.6 | | | W | SE | W | W | Late AM: fit205, lag test in Sorel area, OK. PM: low visibility in snow. |
| 8-Dec-09 | 09006 | PVN | 206 | dl,wf,gr | 0.7 | 0.7 | | 1.4 | | | E | E | E | SE | AM: re-positioning fluxgate sensor in stinger. Late-PM: fit206, FOM attempt, rejected. |
| 9-Dec-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow storm. |
| 10-Dec-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Ceilings, snow, w inds. |
| 11-Dec-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | High w inds & turbulences. |
| 12-Dec-09 | 09006 | PVN | 207 | dl,wf,gr | 0.5 | 1.0 | | 1.5 | | | SE | SE | SE | SE | AM: FOM attempt PM: mobilization to Lachute |
| 13-Dec-09 | 09006 | PVN | | wf | 0.7 | | | | | | | | | | |
| 14-Dec-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Fog AM, low ceilings PM. |
| 15-Dec-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Ceilings, w inds. |
| 16-Dec-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | low visibility. |
| 17-Dec-09 | 09006 | PVN | 208 | wf,gr | 1.4 | | 0.3 | 1.7 | | | | | | | AM: Bourget test fl n and fit209 PM: Fit210 |
| | 09006 | PVN | 209 | wf,gr | 0.3 | | 0.8 | 1.1 | 210.62 | 210.62 | SE | P | P | P | |
| | 09006 | PVN | 210 | wf,gr | 0.6 | | 1.7 | 2.3 | 421.26 | 421.26 | | | | | |
| 18-Dec-09 | 09006 | PVN | 211 | wf,gr | 0.2 | | 4.6 | 4.8 | 1206.84 | 1206.84 | P | P | P | P | Fit211 |
| 19-Dec-09 | 09006 | PVN | 212 | wf,gr | 0.6 | | 4.4 | 5.0 | 1134.80 | 1134.80 | P | P | P | P | Fit212 |
| 20-Dec-09 | 09006 | PVN | 213 | wf,gr | 0.3 | | 1.4 | 1.7 | 361.28 | 361.28 | | | | | AM: Fit213 aborted due to USA fit control |
| | 09006 | PVN | 214 | wf,gr | 0.4 | | 3.1 | 3.5 | 873.15 | 873.15 | P | P | P | P | PM: Fit214 |

| Date | Project no. | AC | Flt | Crew (initials) | Ferry | Test Train | Survey | Total | Flown | Accepted | Activity Code (per 1/4 days) | | | | Comments |
|-----------|-------------|-----|-----|-----------------|-------|------------|--------|-------|---------|----------|------------------------------|----|---|----|--|
| 21-Dec-09 | 09006 | PVN | 215 | bi,gr | 0.2 | | 3.4 | 3.6 | 828.09 | 828.09 | P | P | W | W | AM: Flt215, abort due to high winds and turbulence |
| 22-Dec-09 | 09006 | PVN | 216 | bi,gr | 0.2 | | 4.9 | 5.1 | 1216.99 | 1216.99 | P | P | P | P | Flt216 |
| 23-Dec-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Ceilings, low visibility. |
| 24-Dec-09 | 09006 | PVN | 217 | ro,gr | 0.5 | | 4.0 | 4.5 | 825.00 | 801.00 | P | P | P | P | Flt217, short lines due to ceilings in the SE |
| 25-Dec-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow and low ceilings |
| 26-Dec-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | rain and low ceilings |
| 27-Dec-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | rain and low ceilings |
| 28-Dec-09 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow and low ceilings |
| 29-Dec-09 | 09006 | PVN | 218 | ro,al | 0.3 | | 2.9 | 3.2 | 585.06 | 289.55 | W | P | P | P | Flt 218 shortened due to poor weather and turbulence, *some mag out of spec due to turbulence. |
| 30-Dec-09 | 09006 | PVN | 219 | ro,al | 0.3 | | 4.3 | 4.6 | 947.50 | 911.50 | P | P | P | P | Flt219 |
| 31-Dec-09 | 09006 | PVN | 220 | ro,al | 0.5 | | 4.3 | 4.8 | 930.66 | 720.66 | P | P | P | P | Flt220, pick up short lines |
| 1-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow, low ceilings |
| 2-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow, low ceilings |
| 3-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow, low ceilings, strong winds +55knots |
| 4-Jan-10 | 09006 | PVN | 221 | ro,al | 0.7 | | | 0.7 | | | W | W | W | W | Flt221, no production. Flt aborted due to freezing rain. |
| 5-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow, low ceilings |
| 6-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow, low ceilings |
| 7-Jan-10 | 09006 | PVN | 222 | ro,al | 0.4 | | 2.1 | 2.5 | 465.33 | 453.33 | P | P | P | W | Flt222, aborted due to turbulence, freezing rain |
| 8-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Freezing rain, low visibility |
| 9-Jan-10 | 09006 | PVN | 223 | ro,al | 0.4 | | 3.8 | 4.2 | 808.35 | 402.67 | P | P | P | TR | AM: Flt223 *some mag out of spec due to turbulence. PM: Training new pilot |
| 10-Jan-10 | 09006 | PVN | 224 | ro,al | 0.5 | | 1.9 | 2.4 | 342.64 | 315.34 | P | P | W | W | AM: Flt224 PM: Low ceilings, snow |
| 11-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow, low ceilings |
| 12-Jan-10 | 09006 | PVN | 225 | ro,al | 1.4 | | 4.1 | 5.5 | 681.25 | 659.94 | P | P | P | P | Flt225 |
| 13-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow, low ceilings |
| 14-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings, freezing rain |
| 15-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow, low ceilings |
| 16-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | M | M | M | M | A/C brake assembly maintenance required |
| 17-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | M | M | M | M | Waiting for parts; repairs started PM |
| 18-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow and low ceilings |
| 19-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow, low ceilings |
| 20-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings, freezing rain |
| 21-Jan-10 | 09006 | PVN | 226 | wf,gr | 0.7 | | 0.1 | 0.8 | 36.30 | 36.30 | P | W | P | W | AM: Flt226 aborted due to low ceilings |
| | 09006 | PVN | 227 | wf,gr | 0.3 | | 1.4 | 1.7 | 220.22 | 220.22 | | | | | PM: Flt227 aborted due to low ceilings |
| 22-Jan-10 | 09006 | PVN | 228 | wf,gr | 0.6 | | 5.3 | 5.9 | 788.16 | 788.16 | P | P | P | P | AM: Flt228 |
| | 09006 | PVN | 229 | wf,gr | 0.8 | | 0.8 | 1.6 | 81.80 | 81.80 | | | | | PM: Flt229 |
| 23-Jan-10 | 09006 | PVN | 230 | wf,gr | 0.2 | | 3.7 | 3.9 | 949.78 | 931.78 | P | P | P | P | AM: Flt230 |
| | 09006 | PVN | 231 | wf,gr | 0.2 | | 2.5 | 2.7 | 663.63 | 663.63 | | | | | PM: Flt231 |
| 24-Jan-10 | 09006 | PVN | 232 | wf,gr | 0.1 | | 3.6 | 3.7 | 895.06 | 895.06 | P | P | P | P | AM: Flt232 |
| | 09006 | PVN | 233 | wf,gr | 0.8 | | 0.5 | 1.3 | 143.00 | 66.28 | | | | | PM: Flt233 |
| 25-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Rain, low ceilings. |
| 26-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow, low ceilings |
| 27-Jan-10 | 09006 | PVN | 234 | wf,gr | 0.2 | | 2.5 | 2.7 | 378.93 | 126.31 | W | P | P | W | Flt234 delayed and aborted due to low ceilings |
| 28-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings, snow |
| 29-Jan-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | M | M | Strong winds. Alternator isolation kit installed. |
| 30-Jan-10 | 09006 | PVN | 235 | wf,al | 0.2 | | 2.1 | 2.3 | 505.24 | | P | P | P | W | Flt235. Flt scrubbed due to poor mag data caused by heavy turbulence. |
| 31-Jan-10 | 09006 | PVN | 236 | wf,gr | 0.5 | | | 0.5 | | | W | W | W | W | Flt236 aborted due to low ceilings. |
| 1-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | M | M | M | M | A/C to Muskoka for 100hr inspection |
| 2-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | M | M | M | M | 100hr inspection |
| 3-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | M | M | M | M | 100hr inspection |
| 4-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | M | M | M | M | 100hr inspection |
| 5-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | M | M | M | M | 100hr inspection |
| 6-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | M | M | M | M | 100hr inspection |
| 7-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | M | M | M | M | A/C back from inspection |
| 8-Feb-10 | 09006 | PVN | 237 | wf,al | 0.2 | 0.5 | | 0.7 | | | SE | SE | M | M | AM: Short test flt PM: repairing landing gear door |

| Date | Project no. | AC | Fit | Crew (initials) | Ferry | Test Train | Survey | Total | Flown | Accepted | Activity Code (per 1/4 days) | | | | Comments |
|------------------------------|-------------|-----|-----|-----------------|-------|------------|--------|-------|---------|----------|------------------------------|----|----|----|---|
| 9-Feb-10 | 09006 | PVN | 238 | wf,al | 0.5 | | 1.3 | 1.8 | 246.64 | | P | P | W | W | AM: Fit238 short test fit. Fit scrubbed due to poor mag data. PM: low ceilings |
| 10-Feb-10 | 09006 | PVN | 239 | wf,al | 0.2 | 0.6 | | 0.8 | | | M | M | M | SE | replacing mag sensor, repairing landing gear door |
| 11-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | M | M | M | M | repairing landing gear door |
| 12-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | M | M | M | M | repairs on landing gear door complete |
| 13-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings and fog |
| 14-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings and snow |
| 15-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | M | M | M | Waiting for maintenance |
| 16-Feb-10 | 09006 | PVN | 240 | sb,ah | 0.3 | 0.3 | | 0.6 | | | M | M | M | SE | AM: A/C to Muskoka for maintenance. PM: A/C back @ St. Hubert. Fit240 test fit. |
| 17-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings and snow |
| 18-Feb-10 | 09006 | PVN | 241 | sb,gr | 0.6 | 1.0 | | 1.6 | | | SE | SE | SE | SE | AM: Fit241, FOM attemp, rejected PM: Fit242, Radar Altimeter test, rejected |
| | 09006 | PVN | 242 | sb,al | | 0.8 | | 0.8 | | | | | | | |
| 19-Feb-10 | 09006 | PVN | 243 | wf,gr | 0.6 | 0.8 | | 1.4 | | | W | W | SE | SE | AM: Low ceiling PM: Fit243, FOM attempt, |
| 20-Feb-10 | 09006 | PVN | 244 | wf,gr | | 1.0 | | 1.0 | | | W | W | W | SE | AM: low ceilings PM: test fit. |
| 21-Feb-10 | 09006 | PVN | 245 | wf,gr | 0.6 | 1.3 | | 1.9 | | | SE | SE | SE | SE | AM: Fit245, FOM attemp, rejected PM: Fit246, Radar altimeter test, rejected |
| | 09006 | PVN | 246 | sb,gr | 0.3 | 0.5 | | 0.8 | | | | | | | |
| 22-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceiling |
| 23-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceiling |
| 24-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow storm. |
| 25-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow storm. |
| 26-Feb-10 | 09006 | PVN | 247 | sb,gr | 0.2 | 0.3 | | 0.5 | | | W | W | W | SE | AM: Strong winds, low ceilings. PM: Radar test. |
| 27-Feb-10 | 09006 | PVN | 248 | ts,gr | 0.5 | 1.2 | | 1.7 | | | W | SE | W | W | FOM attempt, rejected. Low ceiling. |
| 28-Feb-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceiling |
| 1-Mar-10 | 09006 | PVN | 249 | ts, sb,gr | 0.5 | 2.5 | | 3.0 | | | SE | SE | SE | SE | Fit249 FOM, successful |
| 2-Mar-10 | 09006 | PVN | 250 | ts, sb,gr | 0.2 | | 3.8 | 4.0 | 708.94 | 708.94 | P | P | P | P | Fit250 |
| 3-Mar-10 | 09006 | PVN | 251 | sb,gr | 0.3 | | 4.1 | 4.1 | 947.51 | 653.51 | P | P | P | P | AM: Fit251 PM: Fit252 |
| | 09006 | PVN | 252 | sb,gr | 0.4 | | 2.0 | 2.4 | 538.39 | 105.16 | | | | | |
| 4-Mar-10 | 09006 | PVN | 253 | ts, pb | 0.3 | | 4.7 | 5.0 | 1109.52 | 1091.52 | P | P | P | P | Night 1: Fit253 Fit254 PM: Fit256 Night 2: AM: Fit255 |
| | 09006 | PVN | 254 | ts, pb | 0.1 | | 1.4 | 1.5 | 309.80 | 303.80 | | | | | |
| | 09006 | PVN | 255 | sb,gr | 0.3 | | 2.7 | 3.0 | 589.27 | 565.27 | | | | | |
| | 09006 | PVN | 256 | sb,gr | 0.4 | | 5.1 | 5.5 | 723.45 | 723.45 | | | | | |
| 5-Mar-10 | 09006 | PVN | 257 | sb,gr | 0.4 | | 4.0 | 4.4 | 660.07 | 633.07 | P | P | P | P | AM: Fit257 PM: Fit258 |
| | 09006 | PVN | 258 | sb,gr | 0.5 | | 1.2 | 1.7 | 230.53 | 230.53 | | | | | |
| 6-Mar-10 | 09006 | PVN | 259 | ts, oa | 0.1 | | 4.2 | 4.3 | 980.02 | 892.85 | P | P | P | P | Fit259 |
| 7-Mar-10 | 09006 | PVN | | | | | | | | | X | | | | C-GPVN demobilized from project. |
| Insert rows from this line.. | | | | | | | | | | | | | | | |

| Aircraft | | Projects | | Area & Client | | Crew chiefs: | | Gerard Tessier | | | | | |
|---------------------------|--------------|-----------|-----------------------------|-----------------|-------|--------------------|----------------------|--|----------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------|---|
| Code: | C-FEON | 09006-UMN | Basses Terres, MRNF, C-FUMN | | | Pilots: | | V. Moreau, D. Lanthier, B. Irvine, S. Brousson, W. Fiesel, T. Sornasse | | | | | |
| Type: | Navajo Piper | 09006-PVN | Basses Terres, MRNF, C-GPVN | | | Engineers: | | Aeropro personnel | | | | | |
| FBO: | Aeropro | 09006-EON | Basses Terres, MRNF, C-FEON | | | Operators: | | M. Levesque, A. Ibn-Lahoucine, G. Roman, L.-O. La Rochelle | | | | | |
| Inst: | Tail Mag | | | | | Processors: | | Gerard Tessier, Rebecca Bodger, Khaled Moussaoui | | | | | |
| Project | | 09006 | 09006 | 09006 | | | Total Project | | C-FEON Activity Histogram | | | | |
| Aircraft | | UMN | PVN | EON | | | | | | | | | |
| Planned Kms | | 115108.19 | 115108.19 | 115108.19 | | | | | | | | | |
| Total flown Kms | | 81681.48 | 23545.08 | 15400.36 | | | 120626.92 | | Set-up (SE) 4.5 | | | | |
| Total accepted Kms | | 80639.16 | 20524.66 | 13944.36 | | | 115108.18 | | Production (P) 12.5 | | | | |
| Total survey hours | | 326.37 | 108.90 | 70.55 | | | 505.82 | | Maintenance (M) 22.0 | | | | |
| Total test-training hours | | 6.00 | 15.45 | 3.90 | | | 25.35 | | Electronics (E) | | | | |
| Total ferry hours | | 64.64 | 26.30 | 11.25 | | | 102.19 | | Diurnals (D) | | | | |
| Total aircraft hours | | 397.01 | 149.95 | 85.70 | | | 632.66 | | Weather (W) 29.8 | | | | |
| Total aircraft days | | 154.50 | 102.25 | 70.00 | | | 326.75 | | Training (TR) | | | | |
| Average kms/day (total) | | 521.94 | 200.73 | 199.21 | | | 352.28 | | Safety (SAF) | | | | |
| Average kms/hour (survey) | | 247.08 | 188.47 | 197.65 | | | 227.57 | | Crew (CR) 1.0 | | | | |
| Project Completion | | 70.1% | 17.8% | 12.1% | | | 100.0% | | Other (X) 0.3 | | | | |
| Flight information | | | | Aircraft hours | | | | Kilometrage | | Daily activity report | | Comments | |
| Date | Project no. | AC | Flt | Crew (initials) | Ferry | Test Train | Survey | Total | Flown | Accepted | Activity Code (per 1/4 days) | | |
| 18-Dec-09 | 09006 | EON | | | | | | | | | | SE | Crew and aircraft arrive in Montreal. |
| 19-Dec-09 | 09006 | EON | 401 | vm, ml | 0.8 | 0.8 | | 1.6 | | | | SE SE | FOM attempt, rejected. |
| 20-Dec-09 | 09006 | EON | | | | | | | | | | CR CR CR CR | Crew not available. |
| 21-Dec-09 | 09006 | EON | 402 | vm, ml | 0.8 | 0.9 | | 1.7 | | | | SE SE W W | FOM attempt, rejected. Strong w inds. |
| 22-Dec-09 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W W W | icing conditions |
| 23-Dec-09 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W W W | ceilings, low visibility |
| 24-Dec-09 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W W W | ceilings, low visibility |
| 25-Dec-09 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W W W | snow and low ceilings |
| 26-Dec-09 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W W W | rain and low ceilings |
| 27-Dec-09 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W W W | rain and low ceilings |
| 28-Dec-09 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W W W | snow and low ceilings |
| 29-Dec-09 | 09006 | EON | 403 | dl, ml | 0.7 | 1.4 | | 2.1 | | | | W SE SE W | FOM attempt, rejected |
| 30-Dec-09 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W W W | snow and low ceilings |
| 31-Dec-09 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W W W | snow and low ceilings |
| 1-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W W W | snow and low ceilings |
| 2-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W W W | snow and low ceilings |
| 3-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W W W | snow and low ceilings, strong w inds |
| 4-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W W W | Snow , low visibility |
| 5-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W W W | Snow , low visibility |
| 6-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W W W | Snow , low visibility |
| 7-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W M M | Snow , low visibility Need to better isolate A/C alternators |
| 8-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W M M | Freezing rain, low visibility A/C alternators isolation kits ordered |
| 9-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | M M W W | Waiting for parts |
| 10-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W M M | Waiting for parts; low ceilings & snow PM |
| 11-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | M M M M | Waiting for parts; low ceilings & snow all day |
| 12-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | M M M M | Waiting for parts |
| 13-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W M M | Waiting for parts; low ceilings & snow all day |
| 14-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W M M | Waiting for parts; low ceilings & freezing rain all day |
| 15-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | M M M M | Waiting for parts; low ceilings & snow all day |
| 16-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | M M M M | Waiting for parts |
| 17-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | M M M M | A/C alternators isolation kits received |
| 18-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W M M | A/C alternator w ork started, snow and low ceilings all |
| 19-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | W W M M | maintenance continues, snow and low ceilings |
| 20-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | | M M W W | maintenance completed. Snow and low ceilings. |

| Date | Project no. | AC | Flt | Crew (initials) | Ferry | Test Train | Survey | Total | Flown | Accepted | Activity Code (per 1/4 days) | | | | Comments |
|-----------------------------|-------------|-----|-----|-----------------|-------|------------|--------|-------|---------|----------|------------------------------|----|----|----|---|
| 21-Jan-10 | 09006 | EON | 404 | bi,al | 0.7 | | 1.8 | 2.5 | | | SE | SE | SE | SE | Flt404. FOM attempt. Rejected. |
| 22-Jan-10 | 09006 | EON | 405 | bi,al | 0.7 | | 1.2 | 1.9 | | | SE | SE | SE | SE | Flt405. FOM attempt. Accepted. |
| 23-Jan-10 | 09006 | EON | 406 | bi,al | 0.2 | | 1.7 | 1.9 | | | SE | SE | P | P | AM: Flt406, Bourget test. PM: Flt407 |
| | 09006 | EON | 407 | bi,al | 0.2 | | 1.5 | 1.7 | 339.93 | 297.43 | | | | | |
| 24-Jan-10 | 09006 | EON | 408 | bi,al | 0.2 | | 5.6 | 5.8 | 1015.83 | 1015.83 | P | P | P | P | Flt408. |
| 25-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | W | W | W | W | rain and low ceilings, found crack in RH engine |
| 26-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | M | M | M | M | Removed RH engine for repair |
| 27-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | M | M | M | M | Shipped RH engine for repair |
| 28-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | M | M | M | M | Waiting for engine |
| 29-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | M | M | M | M | Waiting for engine |
| 30-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | M | M | M | M | Waiting for engine |
| 31-Jan-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | M | M | M | M | Waiting for engine |
| 1-Feb-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | M | M | M | M | Waiting for engine |
| 2-Feb-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | M | M | M | M | Waiting for engine |
| 3-Feb-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | M | M | M | M | Received engine |
| 4-Feb-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | M | M | M | M | Installing engine |
| 5-Feb-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | M | M | M | M | Engine installation completed |
| 6-Feb-10 | 09006 | EON | 409 | bi,gr | 0.2 | 0.8 | | 1.0 | | | SE | P | P | P | AM: Flt409 - test flight PM: Flt410 - extremely poor drupe |
| | 09006 | EON | 410 | bi,gr | 0.3 | | 3.6 | 3.9 | 924.19 | | | | | | |
| 7-Feb-10 | 09006 | EON | 411 | bi,gr | 0.2 | | 3.2 | 3.4 | 719.00 | 707.00 | P | P | P | W | AM: Flt411 PM: Low ceilings. |
| 8-Feb-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | W | W | W | W | Low ceilings and snow |
| 9-Feb-10 | 09006 | EON | 412 | bi,gr | 0.2 | | 4.4 | 4.6 | 998.60 | 974.60 | M | P | P | P | Flt412 delayed due to flat nose tire. |
| 10-Feb-10 | 09006 | EON | 413 | bi,gr | 0.2 | | 0.9 | 1.1 | 222.60 | 204.60 | P | P | M | M | Flt413 aborted due to engine overheating |
| 11-Feb-10 | 09006 | EON | 414 | bi,gr | 0.3 | | 3.8 | 4.0 | 872.44 | 851.44 | M | M | P | P | AM: repairs on engine completed PM: Flt415 |
| 12-Feb-10 | 09006 | EON | 415 | bi,gr | 0.3 | | 3.4 | 3.7 | 815.45 | 800.45 | P | P | P | P | AM: Flt415 PM: Flt416 |
| | 09006 | EON | 416 | bi,gr | 0.3 | | 2.1 | 2.4 | 490.60 | 481.60 | | | | | |
| 13-Feb-10 | 09006 | EON | 417 | bi,gr | 0.4 | | 3.2 | 3.6 | 814.68 | 811.68 | P | P | W | W | Night: Flt417 AM: Low ceilings and fog during the |
| 14-Feb-10 | 09006 | EON | 418 | bi,gr | 0.3 | | 1.9 | 2.2 | 490.02 | 487.02 | P | P | W | W | Night: Flt418 aborted due to strong winds AM: Flt419 aborted due to low ceilings and snow. |
| | 09006 | EON | 419 | bi,gr | 0.4 | | 0.1 | 0.5 | 45.16 | 42.16 | | | | | |
| 15-Feb-10 | 09006 | EON | 420 | wf,gr | 0.5 | | 2.9 | 3.4 | 791.66 | 791.66 | W | W | P | P | AM: Low ceilings, freezing conditions PM: Flt420 |
| 16-Feb-10 | 09006 | EON | 421 | wf,gr | 0.3 | | 3.2 | 3.5 | 722.72 | 704.72 | P | P | P | P | AM: Flt421 PM: Flt422 |
| | 09006 | EON | 422 | ts,ll | 0.3 | | 2.2 | 2.5 | 424.70 | 418.70 | | | | | |
| 17-Feb-10 | 09006 | EON | 423 | ts,ll | 0.3 | | 4.1 | 4.4 | 774.86 | 552.24 | W | W | P | P | AM: Low ceilings, snow PM: Flt423 |
| 18-Feb-10 | 09006 | EON | 424 | ts,ll | 0.3 | | 2.0 | 2.3 | 493.28 | 493.28 | M | P | P | P | AM: maintenance on alternators PM: Flt424 |
| 19-Feb-10 | 09006 | EON | 425 | ts,ll | 0.5 | | 2.4 | 2.9 | 541.24 | 541.24 | W | W | P | P | AM: Low ceilings PM: Flt425 |
| 20-Feb-10 | 09006 | EON | 426 | ts,ll | 0.2 | | 1.8 | 2.0 | 463.53 | 463.53 | W | W | P | P | AM: Low ceilings PM: Flt426 |
| 21-Feb-10 | 09006 | EON | 427 | ts,ll | 0.3 | | 4.7 | 5.0 | 1232.82 | 1154.82 | P | P | P | P | AM: Flt427 PM: Flt428 |
| | 09006 | EON | 428 | ts,ll | 0.4 | | 2.9 | 3.3 | 752.19 | 752.19 | | | | | |
| 22-Feb-10 | 09006 | EON | 429 | ts,al | 0.3 | | 4.2 | 4.5 | 1109.24 | 1073.55 | W | W | P | P | AM: Low ceilings. PM: Flt429 |
| 23-Feb-10 | 09006 | EON | 430 | ts, al | 0.2 | | 0.3 | 0.5 | 21.00 | | P | W | W | W | Night: Flt430 aborted due to air traffic control. Low ceilings throughout day. |
| 24-Feb-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow storm. |
| 25-Feb-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | W | W | W | W | Snow storm. |
| 26-Feb-10 | 09006 | EON | 431 | ll,al | 0.3 | | 1.5 | 1.8 | 324.62 | 324.62 | W | P | W | W | Flt431 aborted due to strong winds and low ceilings. |
| 27-Feb-10 | 09006 | EON | | | | | | | | | X | | | | C-FEON demobilized from project. |
| Insert rows from this line. | | | | | | | | | | | | | | | |

**LEVÉ AÉROMAGNÉTIQUE
RÉGION DU BAS SAINT-LAURENT, QUÉBEC
CARTES NTS 21M, 21N ET 22C**

**RAPPORT D'ACQUISITION
(2009GF004)**

Présenté au :

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC
5700 – 4^e Avenue Ouest – A.401
Charlesbourg (Québec)
G1H 6R1

Présenté par:

GÉOPHYSIQUE GPR INTERNATIONAL INC.
100 – 2545 Delorimier
Longueuil (Québec)
J4K 3P7

JUIN 2010

M-09781



TABLE DES MATIÈRES

| | | |
|------|---|----|
| 1. | INTRODUCTION..... | 1 |
| 2. | SPÉCIFICATIONS DU LEVÉ | 2 |
| 2.1 | Localisation du levé..... | 2 |
| 2.2 | Paramètres du bloc de levé..... | 3 |
| 2.3 | Paramètres géodésiques du levé | 6 |
| 2.4 | Modèle de drapage | 6 |
| 2.5 | Variation diurne | 7 |
| 2.6 | Bruit magnétique | 7 |
| 3. | LOGISTIQUE | 8 |
| 3.1 | Aéronefs..... | 8 |
| 3.2 | Personnel de terrain | 10 |
| 3.3 | Opérations..... | 10 |
| 4. | ÉQUIPEMENT..... | 10 |
| 4.1 | Système d'acquisition magnétique aéroporté à haute résolution | 13 |
| 4.2 | Magnétomètre et compensateur magnétique aéroporté | 13 |
| 4.3 | Magnétomètre de la station de base | 14 |
| 4.4 | Positionnement DGPS | 16 |
| 4.5 | Altimètre radar..... | 16 |
| 4.6 | Baromètre | 16 |
| 4.7 | Système d'acquisition et d'enregistrement de données aéroporté..... | 16 |
| 4.8 | Récupération du plan de vol et caméra vidéo..... | 17 |
| 4.9 | Ordinateur de terrain | 17 |
| 4.10 | Spécifications détaillées des équipements | 17 |
| 4.11 | Rapport de bris d'équipements..... | 19 |
| 5. | TRAITEMENT DES DONNÉES..... | 20 |
| 5.1 | Contrôle de qualité | 20 |
| 5.2 | Récupération du plan de vol..... | 20 |
| 5.3 | Données magnétiques | 21 |
| 5.4 | Altitude et modèle numérique d'élévation | 23 |
| 5.5 | Présentation..... | 24 |



TABLE DES MATIÈRES (suite)

| | | |
|-----|---------------------------|----|
| 6. | PRODUITS FINAUX..... | 25 |
| 6.1 | Produits papier | 25 |
| 6.2 | Produits numériques | 26 |
| 7. | CONCLUSION | 27 |

BIBLIOGRAPHIE

CERTIFICAT DE QUALIFICATION

LISTE DES FIGURES

| | | |
|----------|--|----|
| FIGURE 1 | Localisation générale..... | 2 |
| FIGURE 2 | Région du levé et localisation des cartes..... | 5 |
| FIGURE 3 | Transformation directe des hauteurs ellipsoïdales..... | 21 |

LISTE DES PHOTOS

| | | |
|--------------|----------------------------------|----|
| PHOTO 1 | Piper Navajo C-GKSA | 9 |
| PHOTO 2 | Piper Navajo C-GKSB | 9 |
| PHOTOS 3 à 5 | Photos des stations de base..... | 14 |

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|-----------|------------------------------------|----|
| TABLEAU 1 | Paramètres projetés du levé | 3 |
| TABLEAU 2 | Coordonnées du bloc de levé | 4 |
| TABLEAU 3 | Paramètres géodésiques | 6 |
| TABLEAU 4 | Personnel de terrain..... | 10 |
| TABLEAU 5 | Titres et numéros de dessins | 25 |

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A Tests et calibration des équipements

ANNEXE B Cartes

| Titre des dessins |
|--|
| Champ magnétique total résiduel (IGRF enlevé) en couleur |
| Dérivée première verticale ombragée en couleur du champ magnétique |
| Dérivée seconde verticale ombragée en couleur du champ magnétique |

ANNEXE C Données numériques sur CD-ROM



1. INTRODUCTION

Au cours des mois de décembre 2009 à mars 2010, **Géophysique GPR International Inc.** a effectué un levé géophysique magnétique aéroporté à haute résolution pour le **Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MNRF)**. Ce levé était composé d'un (1) bloc. Le présent rapport fait état du levé situé entre Québec et Mont-Joli, dans la région du Bas-Saint-Laurent, Québec. La zone de levé couvrait un minimum de **73 955 kilomètres linéaires**, sur les feuillets 21M, 21N et 22C. Un total de **74 067 kilomètres linéaires** ont été volé entre le 2 décembre 2009 et le 10 mars 2010 afin d'obtenir une couverture complète de toute la superficie à être levée.

Les systèmes géophysiques ont été montés sur (2) aéronefs Piper Navajo appartenant et opérés par Kalus Aviation services inc. (KASI). Les avions ont été soigneusement démagnétisés et équipés d'une poutre de queue, d'une caméra vidéo à grand-angle, d'un altimètre barométrique, d'un compensateur magnétique en temps réel et d'un altimètre radar. Un magnétomètre de vapeur de césium a été installé dans la poutre de queue. En outre, un enregistreur vidéo numérique avec un générateur de caractères a été monté sur les avions. Tous les paramètres mesurés ont été enregistrés en format ASCII dans le système d'acquisition de données de GPR excepté les données binaires brutes du GPS et la vidéo de vol en format propriétaire. L'équipement au sol consistait en une (1) station de base GPS ainsi que de deux (2) stations de bases magnétiques équipées d'un magnétomètre à vapeur de césium chacune, synchronisées avec une antenne et un récepteur.

Les aéroports de Montmagny, de Rivière-du-Loup et de Rimouski ont été utilisés pour toutes les opérations de vol. Un espacement de trois cents (300) mètres a été utilisé pour les traverses couvrir la surface requise et un espacement de trois mille (3000) mètres a été utilisé pour les lignes de contrôle et la mise à niveau. De plus, l'altitude de vol a été déterminée par un modèle moulant le relief calculé par le logiciel de la CGC-GSC, utilisant une pente de 5 % ainsi que les données d'élévation numériques provenant du site web Geogratis de Ressources naturelles du Canada. La hauteur moyenne du vol était de 300 mètres.

Cent dix-huit (118) vols ont été nécessaires pour couvrir en entier la région du bloc projeté. Ce rapport se doit d'être lu avec les cartes fournies à l'annexe B.

Le traitement des données, le contrôle de la qualité et la rédaction du rapport ont été faits par Olivier Létourneau, B.Sc. L'ensemble des travaux a été supervisé et approuvé par Réjean Paul, ing., géoph.



2. SPÉCIFICATIONS DU LEVÉ

2.1 Localisation du levé

La région du levé est située entre la ville de Québec et Mont-Joli dans le Bas-Saint-Laurent, Québec, Canada (Figure 1). Le levé était constitué d'un (1) bloc sur les cartes 21M, 21N et 22C.

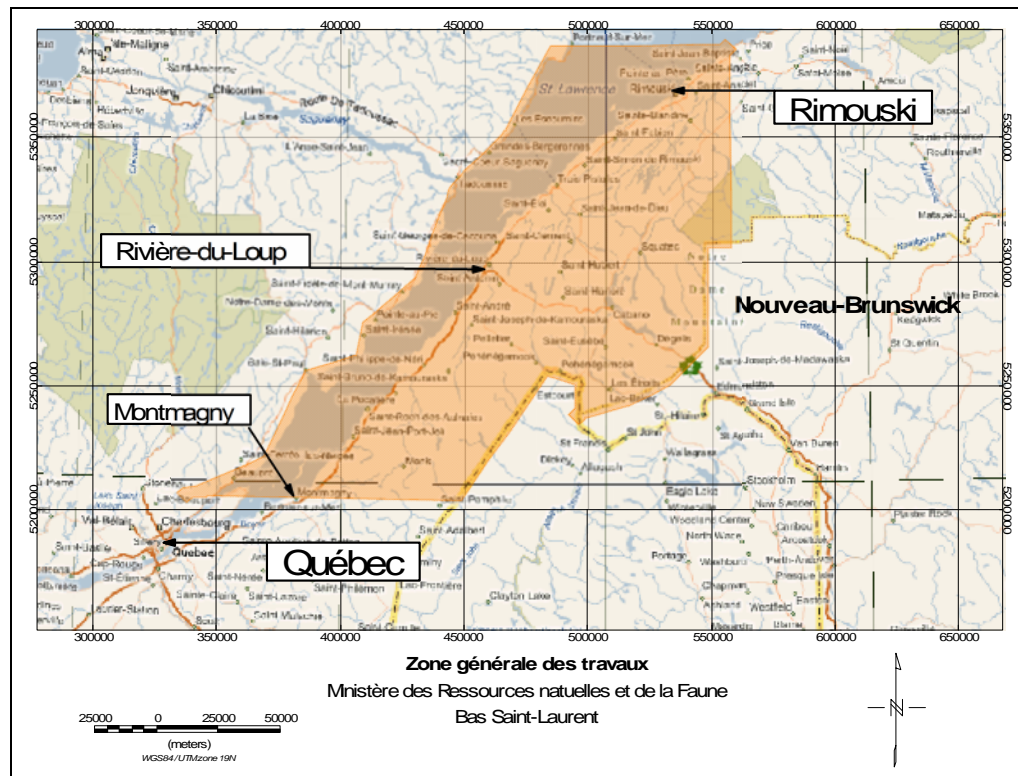


FIGURE 1
Plan général de localisation



2.2 Paramètres du bloc de levé

Le *Tableau 1* ci-dessous montre les paramètres pour ce projet.

TABLEAU 1
Paramètres projetés du levé

| Paramètres | Spécifications |
|---------------------------------------|-------------------|
| Intervalle des données magnétiques | 0.1s (~8.2 m) |
| Espacement des lignes de vol | 300 m |
| Direction des lignes de vol | 135°-315° |
| Espacement des lignes de rattachement | 3000 m |
| Direction des lignes de rattachement | 45°-215° |
| Séparation minimum | 250 m sur 3km |
| Séparation maximum | 350 m sur 3km |
| Hauteur moyenne du capteur | 300 m selon Drape |
| Vitesse au sol moyenne | 82.0 m/s |

*Hauteur au dessus du sol

Un (1) bloc devait être levé pour un total de 73955 kilomètres linéaire, basé sur un espacement de 300 mètres entre les traverses, et un espacement des lignes de contrôle de 3000 mètres. Sept mille quatre cent soixante-sept (**74067**) kilomètres linéaires ont été volés.

Les coordonnées indiquées au Tableau 2 de la page suivante représentent la zone prévue de levé. **Toutes les coordonnées sont indiquées dans le système de référence géodésique NAD83, UTM zone 19N.**



| X | Y | X | Y |
|--------|---------|--------------|---------|
| 333949 | 5207655 | <i>Suite</i> | |
| 338192 | 5203412 | 552683 | 5387197 |
| 340738 | 5205551 | 552393 | 5387020 |
| 346091 | 5205715 | 545277 | 5386994 |
| 346306 | 5205912 | 518575 | 5386896 |
| 447898 | 5203864 | 484758 | 5386772 |
| 448244 | 5203941 | 484375 | 5386730 |
| 448419 | 5204190 | 475501 | 5370149 |
| 459457 | 5219881 | 466478 | 5353291 |
| 467692 | 5231587 | 466331 | 5353015 |
| 483285 | 5253753 | 466135 | 5352786 |
| 483461 | 5254002 | 464441 | 5351086 |
| 483697 | 5254189 | 456398 | 5343008 |
| 486837 | 5253171 | 450682 | 5337268 |
| 494373 | 5250727 | 444543 | 5331103 |
| 494786 | 5250313 | 444378 | 5330844 |
| 494413 | 5241776 | 443557 | 5328695 |
| 494300 | 5241466 | 442384 | 5325625 |
| 491754 | 5238920 | 440039 | 5319485 |
| 495997 | 5234677 | 436873 | 5311196 |
| 498330 | 5237011 | 433824 | 5303214 |
| 498543 | 5237223 | 431479 | 5297074 |
| 498884 | 5237306 | 430189 | 5293697 |
| 499225 | 5237389 | 430002 | 5293460 |
| 514988 | 5241991 | 420045 | 5285174 |
| 515974 | 5242277 | 411477 | 5278044 |
| 525356 | 5246896 | 409161 | 5276117 |
| 533251 | 5250880 | 409053 | 5275801 |
| 533815 | 5251165 | 408241 | 5272370 |
| 535040 | 5252485 | 405968 | 5262764 |
| 548424 | 5265831 | 405859 | 5262449 |
| 548367 | 5273524 | 405529 | 5262354 |
| 548223 | 5291063 | 397302 | 5259975 |
| 548110 | 5304753 | 386113 | 5256739 |
| 548106 | 5305180 | 385888 | 5256540 |
| 548196 | 5305515 | 384709 | 5254325 |
| 557446 | 5305598 | 380356 | 5245949 |
| 557601 | 5305868 | 377653 | 5240168 |
| 557562 | 5309725 | 369289 | 5222281 |
| 557389 | 5326869 | 369076 | 5222071 |
| 557039 | 5361584 | 363538 | 5219603 |
| 556832 | 5382156 | 343330 | 5210597 |
| 556827 | 5382585 | 342120 | 5210098 |
| 556926 | 5382954 | 341849 | 5209957 |
| 559237 | 5385266 | 336495 | 5209793 |
| 554995 | 5389509 | | |

TABLEAU 2
Coordonnées du bloc de levé



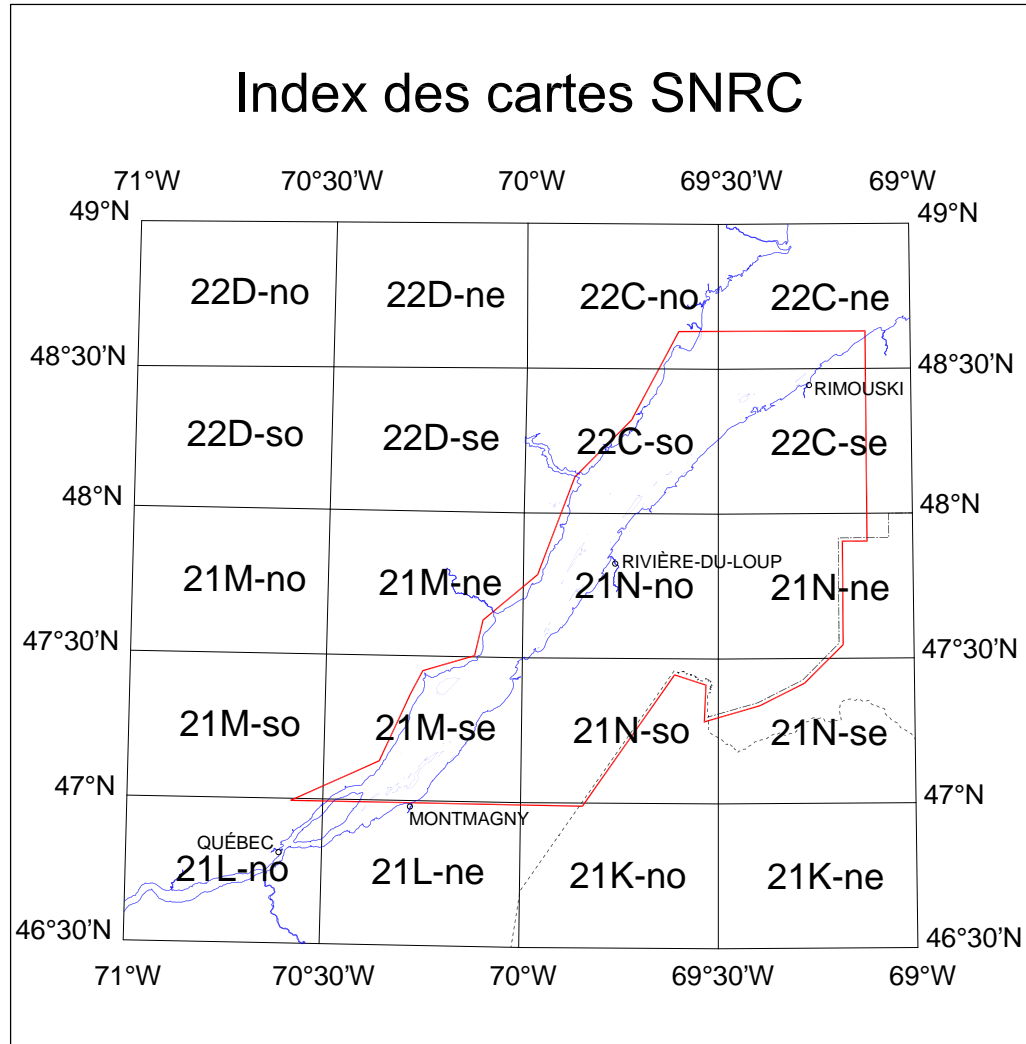


FIGURE 2
Région du levé et localisation des cartes



2.3 Paramètres géodésiques du levé

Les données brutes binaires GPS à bord des deux (2) aéronefs ainsi qu'à la station de base ont été enregistrées sous le système de référence géodésique NAD83 compatible avec le système mondial WGS 84 ayant comme surface de référence géodésique l'ellipsoïde GRS-80. Le *tableau 3* présente les paramètres géodésiques utilisés pour le traitement de données.

TABLEAU 3
Paramètres géodésiques

| | |
|---|-------------------|
| Système de référence géodésique: | NAD83 |
| Surface de référence géodésique: | Ellipsoïde GRS-80 |
| Modèle du géoïde: | HT2_0 |
| Projection cartographique: | UTM |
| Zone: | 19N |
| Méridien central: | -69° |
| Abscisse d'origine: | 500 000 |
| Ordonnée d'origine: | 0 |
| Facteur d'échelle: | 0.9996 |

2.4 Modèle de drapage

Afin de minimiser les écarts aux intersections entre les traverses et les lignes de contrôle, on doit calculer la surface se rapprochant le plus du relief topographique (drapage) tout en respectant les contraintes des avions. On obtient la surface moulant le relief en utilisant le logiciel Drape_DTM.exe de la Commission géologique du Canada (CGC-GSC). Les calculs ont été effectués en se basant sur les données topographiques de Geogratix du NRCAN avec une dimension de cellule de quinze (15) mètres.

- La hauteur nominale de vol : 300 m MTC (mean terrain clearance : altitude moyenne au-dessus du sol)
- Les traverses et les lignes de contrôle doivent être volées avec la même altitude à leurs points d'intersection.

Aux points d'intersection, la tolérance maximale permise est de 15 mètres, certains points isolés excédant légèrement la tolérance ont été jugés acceptables par le responsable du contrôle de la qualité et le représentant du MRNF.



2.5 Variation diurne

Toutes les données de la station de base ont été vérifiées et jugées acceptables selon la déviation maximale tolérée de 3.0 nT (crête à crête) sur une longueur de corde équivalant à une minute, ainsi que la déviation maximale tolérée de 0.5 nT (crête à crête) pour une longueur de corde équivalant à 15 secondes, qui minimisent l'interférence due aux ondes ULF (micropulsations).

2.6 Bruit magnétique

Toutes les données ont été vérifiées sur le terrain. Dans certaines régions comprenant un haut gradient magnétique ou des structures humaines, la quatrième différence des données du champ magnétique total a excédé légèrement 0.1 nT.

De plus, des <<Spheric>> ont été identifiés sur les mesures de l'aéronef GKSA. Ces sauts d'une durée inférieure à 0.5 seconde ont été identifiés, supprimés et interpolés. Ceux-ci n'ont pas interféré avec le traitement et l'interprétation.

Toutes les données furent jugées acceptables selon les spécifications ci-haut mentionnées.



3. LOGISTIQUE

3.1 Aéronefs

- Type : Piper Navajo PA-31
- Immatriculation : **C-GKSA & C-GKSB**
- Opéré par : **Kalus Aviation Services Inc.** (KASI) basé à Dorval, Québec

KASI a fourni deux (2) avions bimoteurs Piper Navajo munis d'une poutre de queue de 4 mètres. Un magnétomètre, qui enregistre l'intensité du champ magnétique, a été installé à l'intérieur du bout de la poutre de queue. Ce type d'avion est capable de maintenir la pente montante du modèle drapé de 5 %.

Afin de minimiser l'impact des manœuvres des avions sur le champ magnétique enregistré, C-GKSA & C-GKSB ont été soigneusement démagnétisés, de façon mécanique et électrique.

Pour C-GKSA, la Figure de Mérite FOM a été évaluée, selon les normes de la CGC-GSC, à **0.657 nT**. La différence moyenne entre les passes en vol dans les directions des quatre (4) points cardinaux lors de la calibration de Bourget était en deçà de 0.10 nT. Le champ magnétique total enregistré était évalué à une précision absolue approximative de 3.1 nT.

Pour C-GKSB, la Figure de Mérite FOM a été évaluée à **0.885 nT** par la norme CGC-GSC. La différence moyenne entre les passes en vol dans les directions des quatre (4) points cardinaux lors de la calibration de Bourget était en deçà de 0.10 nT. Le champ magnétique total enregistré a été évalué à une précision absolue approximative de 4.2 nT.

Les fiches des calibrations des FOM et de Bourget se retrouvent à l'annexe A pour les deux appareils.





PHOTO 1

C-GKSA de KASI - Piper Navajo avec l'aiguillon de queue



PHOTO 2

C-GKSB de KASI - Piper Navajo avec l'aiguillon de queue



3.2 Personnel de terrain

L'équipe de terrain était constituée des personnes suivantes (*Tableau 4*):

TABLEAU 4
Personnel de terrain

| | |
|---|--|
| Chargé de projet | <i>Réjean Paul, Eng.</i> |
| Chef d'équipe | <i>Marc Rousseau, Phys.</i> |
| Traitement de données, rapport & contrôle de qualité | <i>Olivier Létourneau, B.Sc.</i> |
| Responsable des équipements | <i>Guillaume Perron, tech.</i> |
| Opérateurs | <i>David Marsolais Roy, Ing.f. Dominic Lavoie. tech.</i> |
| Dessins | <i>André Beaudoin, tech.</i> |
| Mécanicien | <i>Aerotechnik</i> |
| Pilotes | <i>Scott Savage Jim McLarty Sébastien Gandon Olivier Crabalona</i> |

3.3 Opérations

Sur C-GKSA, l'installation de l'appareillage s'est faite les 19 et du 20 novembre et sur C-GKSB, le 4 décembre, à l'aéroport de St-Hubert situé sur la Rive-Sud de Montréal, Québec.

Afin d'obtenir des données précises et de qualité, de détecter et corriger les problèmes instrumentaux, les calibrations et les tests de l'instrumentation géophysique suivants ont été réalisés avant le début du levé.

Pour C-GKSA:

- Test de Bourget et vérification de la navigation électronique
 - 28 Novembre 2009, Bourget, ON
- Test de parallaxe
 - 01 Décembre 2009, Notre-Dame-du-Portage, QC
- Étalonnage de l'altimètre radar et barométrique
 - 25 Novembre 2009, Beloeil, QC
- Test de compensation (FOM)
 - 23 Novembre et refait le 12 décembre 2009, Rivière-du-Loup



Pour C-GKSB:

- Test de Bourget et vérification de la navigation électronique
 - 08 Décembre 2009, Bourget, ON
- Test de parallaxe
 - 12 Décembre 2009, Notre-Dame-du-Portage, QC
- Étalonnage de l'altimètre radar et barométrique
 - 08 Décembre 2009, Rivière-Du-Loup, QC
- Test de compensation (FOM)
 - 12 Décembre 2009, Rivière-du-Loup

Toutes les calibrations et les tests de l'instrumentation géophysique ont été vérifiés, envoyés au responsable du MRNF et jugés acceptables. Par la suite, les aéronefs et leur équipage ont été mobilisés. Le premier aéronef, C-GKSA, a été mobilisé le 29 novembre 2009 et par la suite, C-GKSB a été mobilisé le 8 décembre 2009.

L'équipe était basée à l'Hôtel Days Inn de Rivière-du-Loup (QC). L'aéroport de Rivière-du-Loup était la base principale des opérations.

Afin de compléter l'extrémité ouest du bloc, C-GKSB a été transféré à Montmagny le 13 décembre 2009. À Montmagny, les équipes ont habité le Motel Centre-Ville et l'aéroport de Montmagny a été utilisé comme base secondaire des opérations.

Le 11 décembre 2009, 2 cylindres sur le moteur de C-GKSA ont été changés. Après cette modification de l'aéronef, nous avons donc effectué un second test de compensation FOM le 12 décembre 2009. La Figure de Mérite FOM a été évaluée, selon les normes de la CGC-GSC, à **0.942 nT**.

Le 21 décembre 2009, le personnel et C-GKSB ont été démobilisés pour la période des fêtes tandis que C-GKSA est resté entreposé à Rivière-Du-Loup. Après cette période, le personnel et C-GKSB ont de nouveau été mobilisés à Rivière-Du-Loup le 7 janvier 2010.

Afin de compléter l'extrémité est du bloc, C-GKSB a été mobilisé à Rimouski le 23 février 2010, et C-GKSA a été mobilisé le 4 mars 2010. À Rimouski, les équipes ont habité l'hôtel l'Empress et l'aéroport de Rimouski a été utilisé comme base secondaire des opérations.

Afin de confirmer le bon fonctionnement des instruments géophysiques, les calibrations et les tests suivants ont été réalisés après la fin du levé.



Pour C-GKSA:

- Test de Bourget et vérification de la navigation électronique
 - 11 Mars 2010, Bourget, ON
- Test de parallaxe
 - 11 Mars 2010, Armprior, ON
- Étalonnage de l'altimètre radar et barométrique
 - 11 Mars 2010, Armprior, ON

Pour C-GKSB:

- Test de Bourget et vérification de la navigation électronique
 - 11 Mars 2010, Bourget, ON
- Test de parallaxe
 - 11 Mars 2010, Armprior, ON
- Étalonnage de l'altimètre radar et barométrique
 - 11 Mars 2010, Armprior, ON

La production s'est effectuée entre le 2 décembre 2009 et le 10 mars 2010 et a duré trente-cinq (35) jours. Cinquante et un jours (51) de production ont été perdus dus aux conditions météorologiques. Cinq (5) jours ont été nécessaires pour réaliser les calibrations et les tests. Quatre (4) jours ont été nécessaires pour les différentes mobilisations et démobilisations. Une journée et demie (1.5) a été perdue dû à la maintenance des aéronefs.



4. ÉQUIPEMENT

4.1 **Système d'acquisition aéroporté à haute résolution**

Un système d'acquisition de données numérique GPR-SADA a été monté sur chacun des deux (2) aéronefs. Les appareils ont soigneusement été démagnétisés et équipés d'une poutre de queue.

4.2 **Magnétomètre et compensateur magnétique aéroporté**

Les magnétomètres aéroportés sont utilisés afin de détecter les anomalies magnétiques du champ magnétique local de la Terre. Ces anomalies peuvent servir à indiquer la présence de concentrations de minéraux ferromagnétiques à l'intérieur de la croûte terrestre, et permettent la visualisation de la structure géologique de la croûte faisant partie du sous-sol terrestre, particulièrement la géométrie spatiale du roc et la présence de failles. Il s'agit d'un outil particulièrement utile pour la cartographie géologique dans les endroits où le substratum rocheux est recouvert par du mort-terrain ou par une masse d'eau.

Un magnétomètre Geometrics G-823A (à vapeur de césium) à haute résolution installé dans l'aiguillon de queue a été utilisé lors de l'acquisition des données. La fréquence d'échantillonnage était de 10 Hz, la sensibilité était de <0.002 nT p-p. L'effet de cap est inférieur de ± 0.15 nT sur la plage complète de rotation de 360° des deux pôles, équatorial et polaire, et la précision absolue était supérieure à 3 nT tout au long du parcours.

Le système de compensateur en temps réel AARC500 de RMS reçoit simultanément les données brutes du magnétomètre embarqué et les données du compas à induction terrestre (flux gate), lequel convertit et compense le signal brut du magnétomètre aéroporté. Par la suite, le système envoie le champ magnétique total brut compensé et les données du compas à induction terrestre en unité nanotesla (nT) au système d'acquisition via un port RS-232. Ce système a été choisi, car il a été jugé le plus performant du marché.

Une région à faible variabilité magnétique, dans le périmètre du levé, a été sélectionnée lors des tests de compensation FOM. Pour chaque test, six (6) répétitions de chaque manœuvre (± 10 roulis, $\pm 5^\circ$ tangage et $\pm 5^\circ$ de lacet) ont été exécutées dans chaque orientation cardinale, totalisant moins de 1.0 nT de variation. Le champ magnétique enregistré lors de ces tests permet au AARC500 de RMS de bâtir un modèle numérique de la signature magnétique de l'avion. Avec un tel modèle, on peut soustraire presque en totalité le bruit magnétique provenant de l'avion.



4.3 Magnétomètre de la station de base

Pour mesurer les variations diurnes du champ magnétique terrestre, deux (2) stations de base distinctes basées sur un Geometrics G-823A ont été utilisées reliées par un modem MaxStream 9Xtend au réseau cellulaire de BELL pour une surveillance en temps quasi réel. Le taux d'échantillonnage était de 10 Hz et chaque station était synchronisée à l'heure GPS du Crescent R120 d'Hémisphère par l'appareil d'enregistrement manuel DAP 2240x. La première station de base était située à l'extérieur de l'enceinte de l'aéroport de Rivière-du-Loup et la seconde était placée non loin de l'hôtel Days Inn à Rivière-du-Loup. Les stations de base étaient installées loin des routes principales et des lignes à haute tension afin d'éviter l'interférence du trafic et des activités anthropiques et ainsi de réduire les interférences magnétiques.



PHOTO 3

Stations de base magnétiques (1 - Hôtel)

Lat.: 47° 49' 42.53"

Lon.: 69° 33' 24.97"





PHOTO 4

Stations de base magnétique (2 - Aéroport)

Lat.: 47° 45' 35.02"

Lon.: 69° 35' 12.13"



PHOTO 5

Stations de base GPS

Lat.: 47° 45' 40.85"

Lon.: 69° 34' 56.23"



4.4 Positionnement DGPS

Un récepteur DGPS NovAtel Propak-V3 à double fréquences et à 14 canaux, installé dans chaque avion a été utilisé lors de la navigation en vol. Un système LivNav (de Ag-NAV Inc.) a été utilisé afin de suivre de façon efficace les lignes de la trajectoire de vol théorique.

Une station de base GPS équipée d'un même modèle de GPS a été installée à l'aéroport de Rivière-du-Loup pour récupérer les données nécessaires au post-traitement GPS. Le logiciel GrafNav de Waypoint a été utilisé pour ce post-traitement. *A posteriori*, ce système améliore la précision du positionnement.

4.5 Altimètre radar

Un altimètre radar (KRA 405B) et une unité témoin montés dans l'avion fournissent au pilote une très grande précision quant à l'information concernant l'altitude au-dessus du sol à un taux de 10Hz. L'altimètre radar a une précision de 3% (0 – 150 mètres) et de 5% (150 – 750 mètres) et un taux d'acquisition de 10 Hz.

4.6 Baromètre

Un baromètre de type Setra 278 était installé dans l'avion. La précision de celui-ci est de ± 0.6 hPa/mb.

4.7 Système d'acquisition et d'enregistrement de données aéroportées

Le système d'acquisition et d'enregistrement de données aéroportées GPR-SADA comprend un logiciel et une électronique développés par Géophysique GPR International Inc. Ce système est basé sur une technologie PXI de National Instruments. La technologie présente trois (3) avantages majeurs pour les levés aéroportés : la robustesse, la modularité, et la synchronisation des données. Chaque pièce est très solide et fiable, rencontrant ainsi tous les standards de l'industrie.

La carte de l'ordinateur servant à l'acquisition de données (PXI-1031DC), en plus de la conventionnelle barre PCI, possède une barre de synchronisation et de déclenchement afin de synchroniser l'acquisition et les différents modules avec le signal double fréquences de l'antenne GPS. Chaque module de carte d'acquisition de données possède un compteur, nécessaire à la synchronisation des données avec l'horloge du GPS.



Toutes les données brutes sont sauvegardées dans un format exclusif. Ces données sont formatées plus tard dans un format compatible Geosoft. Les données ont été enregistrées sur disque dur et sauvegardées après chaque vol.

4.8 Récupération du plan de vol et caméra vidéo

Le système de positionnement vidéo numérique de GPR consiste en une caméra grand-angle PPRO-9470 de CCTV Camera Pros, un enregistreur vidéo numérique Ever Focus EDR 410M et un système d'affichage électronique Horita SCT-50. Le système d'affichage électronique indique l'heure, la direction, la vitesse, la date et la position du GPS sur la vidéo recueillie par la caméra grand-angle. De plus, le système permet l'enregistrement en temps réel et ininterrompu de la trajectoire de vol à un taux d'échantillonnage de 1 Hz pour toute la durée du vol.

Pour vérifier le plan de vol, un point de rencontre entre la ligne de rattachement et la ligne de contrôle a été sélectionné, permettant aux deux photos d'être comparées. Les résultats de cette vérification se retrouvent à l'annexe A.

4.9 Ordinateur de terrain

Un ordinateur portable et une imprimante HP Deskjet 9800 ont permis le contrôle de la qualité des données sur le terrain, calculant et vérifiant la navigation, produisant des cartes magnétiques préliminaires et sauvegardant les données numériques.

4.10 Spécifications détaillées des équipements

Les spécifications détaillées de nos équipements sont les suivantes :

Aéronefs :

| | | |
|--------|-------------------------------|--------------|
| | Manufacturier: | Piper |
| | Type et numéro de modèle: | PA-31 Navajo |
| | Aiguillon de queue composite: | 4 m |
| C-GKSA | Figure de mérite démontrée: | 0.657 nT |
| C-GKSB | Figure de mérite démontrée: | 0.885 nT |

Magnétomètres aériens :

| | | |
|--|---------------------------|------------------|
| | Manufacturier: | Geometrics |
| | Type et numéro de modèle: | G823A |
| | Plage de mesure: | 20,000-100,000nT |
| | Sensibilité: | 0.002 nT @ 10 Hz |
| | Taux d'échantillonnage : | 10 Hz |



Compensateur aéromagnétique
en temps réel :

Manufacturier: RMS Instruments
Type et numéro de modèle: AARC500
Plage de mesure: 20,000-100,000nT
Résolution: 0.32 pT
Taux d'échantillonnage : 10 Hz

GPS aérien et
de station de base :

Manufacturier: Novatel
Type et numéro de modèle: Propack V3
Taux d'échantillonnage : 10 Hz
NMEA 183 et
Message: brute
Horloge matérielle : PPS

Magnétomètres de station
de base magnétique :

Manufacturier: Geometrics
Type et numéro de modèle: G823A
Plage de mesure: 20,000-100,000nT
Sensibilité: 0.002 nT @ 10 Hz
Taux d'échantillonnage : 10 Hz

Enregistreur de station
de base magnétique:

Manufacturier: DAP technologies
Type et numéro de modèle: 2240x
Mémoire: Flash 200Mb

GPS de station
de base magnétique :

Manufacturier: Hémisphère
Type et numéro de modèle: Crescent R120
Taux d'échantillonnage : 1 Hz
Message: NMEA 183
Horloge matérielle : PPS

Modem pour la station
de base magnétique:

Manufacturier: MaxStream
Type et numéro de modèle: 9Xtend
Porteuse: 900 MHz

Système d'acquisition
de données numériques :

Manufacturier: GPR
Type et numéro de modèle: GPR-SADA
Taux d'échantillonnage : 10 Hz



| | | |
|--|---------------------------|----------------------|
| Caméra de positionnement: | Manufacturier: | Sony |
| | Type et numéro de modèle: | PPRO-9470 |
| | Lentille: | 2.5 mm |
| Systeme de géopositionnement vidéo: | Manufacturier: | Horita |
| | Type et numéro de modèle: | SCT-50 |
| | Taux d'échantillonnage : | 1 Hz |
| Systeme d'enregistrement vidéo: | Manufacturier: | Everfocus |
| | Type et numéro de modèle: | EDR410M120 |
| | Mémoire: | Disque dur 120 Gb |
| Altimètre Radar: | Manufacturier: | Bendix/King |
| | Type et numéro de modèle: | KRA 405B 4m @ 90m |
| | Précision: | Altitude |
| Baromètre: | Manufacturier: | Setra |
| | Type et numéro de modèle: | 278 |
| | Précision: | ±0.6 hPa/mb |

4.11 Rapport de bris d'équipements

Le 10 février 2010, le magnétomètre (G823A) de la station de base située à l'aéroport s'est avéré être défectueux (lectures erratiques ne correspondant pas aux données de la station de base de l'hôtel). Le magnétomètre a aussitôt été remplacé par un autre de même modèle et renvoyé au fabricant pour réparation.



5. TRAITEMENT DES DONNÉES

5.1 **Contrôle de la qualité**

Les tests et calibrations ont été effectués avant le début du levé afin de s'assurer que tous les équipements étaient fonctionnels et conformes selon les spécifications du contrat. Ces tests ont aussi été utiles lors du traitement des données. La liste complète des tests et calibrations se trouve dans la section précédente 3.3 *Opérations*. La personne chargée du contrôle de la qualité a calculé et compilé les résultats de ces calibrations. Les résultats se trouvent à l'annexe A.

Lors des travaux de terrain, la validation des données s'est faite sur une base quotidienne par la personne en charge du contrôle de la qualité. La liste suivante représente ses tâches les plus importantes :

- Valider tous les résultats enregistrés;
- Spécification de la diurne;
- Vérification du niveau de bruit "Sphérique";
- Effectuer le post-traitement des données de positionnement brutes;
- Vérification de la trajectoire de vol et vérification des profils.

La personne en charge du contrôle de la qualité validait tous les résultats enregistrés à bord, ainsi que les données prises par les stations de bases à l'aide du logiciel de Geosoft Oasis Montaj™. Les données non conformes aux spécifications contractuelles étaient soigneusement notées et listées pour reprise ultérieure.

5.2 **Récupération du plan de vol**

Lors des vols, les données du GPS ont été enregistrées à bord de l'appareil sous format ASCII (\$GPGGA) ainsi que sous format binaire brut. De plus, une station de base GPS a été utilisée pour le post-traitement.

Les données de positionnement tridimensionnel ont été comparées en temps réel aux coordonnées théoriques 3D du plan de vol à l'aide du système AGNAV afin de fournir les corrections nécessaires au pilote en temps réel.

Les données ont été transférées au contrôleur de la qualité suite à chaque vol pour vérifications. Celui-ci a procédé au post-traitement des coordonnées brutes enregistrées à bord de l'aéronef, à l'aide des données de la station de base GPS et du logiciel GrafNav de Waypoint. Lors du post-traitement des données GPS, les coordonnées de positionnement ont été transformées au système de référence NAD83, de la projection UTM, dans la zone 19 Nord.



La hauteur orthométrique a été calculée à l'aide du modèle Géoïd HT2_0 ($HT2_0 = CGG2000 + HRG01 + \text{Transformation ITRF97-NAD83}$). Le HT2_0 permet la transformation directe des hauteurs ellipsoïdales NAD83 (CSRS98) en hauteurs orthométriques CGVD28 (Véronneau, 2001a).

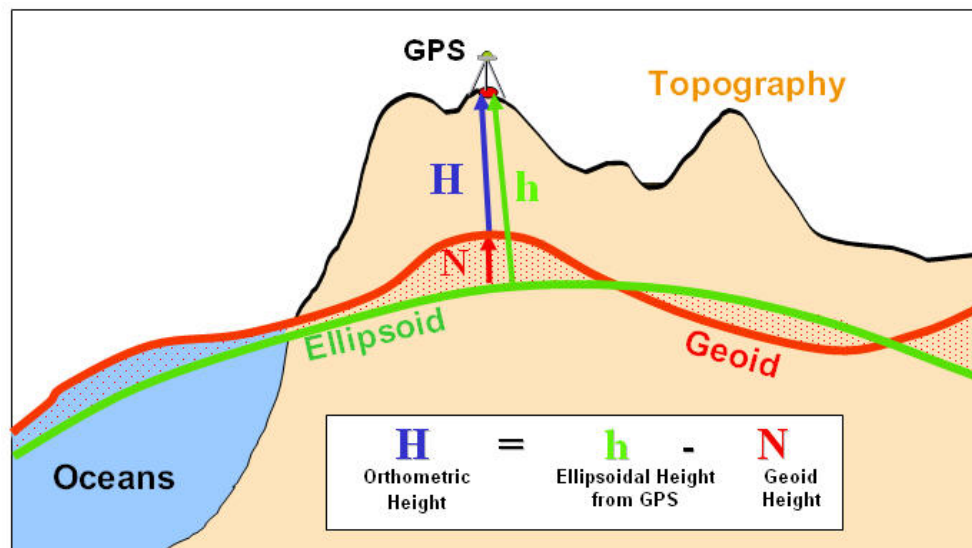


FIGURE 3

Transformation directe des hauteurs ellipsoïdales

Finalement, toutes des données brutes ont été fusionnées en format Oasis Montaj™ .XYZ à l'aide d'un logiciel développé par GPR.

5.3 Données magnétiques

1) Compensations

En temps réel, le AARC500 de RMS a compensé les données magnétiques brutes à l'aide du modèle d'attitude magnétique de l'avion mesuré durant le dernier test de FOM disponible à l'annexe A. Les données brutes du magnétomètre, et les données magnétiques compensées ont toutes été enregistrées au taux de 10 Hz.

2) Vérification des données, nettoyage

Le niveau de bruit a été vérifié et les <<sphériques>> ont été nettoyés à la main et interpolés avec minutie.



3) *Correction de l'effet de parallaxe*

Les erreurs résiduelles de positionnement, générées par les délais de temps (lag) entre le magnétomètre et les lectures du GPS, mènent systématiquement à un décalage de position entre les valeurs lues. Pour ce système en particulier, un délai de 0.01 seconde a été calculé par les tests de délai. Donc, aucune correction de parallaxe n'a été appliquée aux données originales dû au fait que le délai mesuré est plus petit que le pas d'échantillonnage. Les résultats de ce test se trouvent à l'annexe A.

4) *Nettoyage du culturel*

À l'aide de la grille et de la deuxième dérivée verticale du champ magnétique, d'imageries satellites Landsat 7 et des images de la caméra vidéo, les anomalies magnétiques dites d'origines culturelles ont été supprimées et interpolées avec minutie afin de garder l'information géologique subséquente.

5) *Mise à niveau des traverses à l'aide des lignes de contrôle*

Le but du nivellement des traverse est de compenser la variation diurne du champ magnétique, les erreurs de positionnement GPS et la dérive du système. Ce nivellement consiste principalement à appliquer une correction lisse aux données brutes pour atteindre des valeurs presque identiques aux intersections des lignes de traverse et des lignes de contrôle.

Pour ce faire, quatre étapes ont été réalisées :

1. Premièrement, les lignes de contrôle sont nivelées en assumant que la différence moyenne entre une ligne de contrôle et toute traverse représente une simple correction de tendance de l'ordre de 0 à 2. Ceci est valide parce que le nombre d'intersections est suffisamment grand pour représenter une moyenne statistique d'erreur qui varie le long de chaque ligne de contrôle. Pour ce faire, les étapes suivantes sont réalisées :
 - Produire une table des valeurs du champ magnétique aux intersections;
 - Extraire les différences de mesures pour chaque intersection;
 - Manuellement, vérifier chaque valeur d'intersection et supprimer les valeurs aberrantes;
 - Ajuster chaque ligne de contrôle à la tendance d'ordre 0 de cette erreur.
 - Reproduire chaque étape pour les traverses
 - Reproduire chaque étape pour les lignes de contrôle et les traverses en augmentant l'ordre de la tendance statistique à chaque itération jusqu'à la convergence du processus vers une solution finale. Dans ce cas-ci, d'ordre 2.



Deuxièmement, chaque traverse est ajustée de façon similaire aux étapes précédentes pour coupler de façon exacte les données des traverses aux intersections.

2. L'erreur sur les lignes de travers entre chaque ligne de contrôle était encore trop élevée, particulièrement dans la région mitoyenne entre la province géologique de Grenville, magnétiquement active, et les régions sédimentaires adjacentes, magnétiquement plus calmes. Pour compenser ce manque de support, des lignes de contrôle fictives ayant comme valeur le champ magnétique précédemment nivelé, ont été ajoutées entre chaque ligne de contrôle volée. Un filtre passe bande a été appliqué pour éliminer les longueurs d'ondes propres à la séparation des lignes, soit environ 4 à 5 fois la séparation de chaque ligne. Par la suite, un nivellement classique décrit dans l'étape 1 a été répété. Un résultat très satisfaisant fut obtenu.
3. Dans certaines régions, l'erreur si minime soit-elle, paraissait encore en contraste à la faible activité magnétique des régions sédimentaires. Pour améliorer les résultats finaux, un faible lissage a été réalisé à l'aide d'une combinaison standard d'un filtre haute fréquence, suivi d'un filtre directionnel cosinus pour obtenir une erreur que l'on a par la suite soustraite du champ magnétique précédemment nivelé.

6) *Première et Seconde Dérivées Verticales (1DV & 2DV)*

Les première et seconde dérivées verticales ont été calculées à partir de la grille du champ magnétique résiduel final à l'aide de la fonction de dérivée FFT du logiciel WINTRANS.exe développé par l'École Polytechnique de Montréal.

5.4 **Altitude et modèle numérique d'élévation**

Le positionnement du GPS fournit les informations relatives à la hauteur de l'avion au-dessus du géoïde HT2_0 du CGC-GSC. On peut produire des données topographiques dérivées partant du post-traitement de l'altitude du GPS moins l'altitude provenant du radar. Les données ont été comparées avec des données topographiques connues.

Pour ce faire, une échelle de facteurs qui multiplie les données brutes de l'altimètre radar est nécessaire. Cette échelle a été calculée pendant un vol de calibration effectué au-dessus d'une surface d'altitude connue. Pour ce projet, la piste de l'aéroport de Rivière-du-Loup a été utilisée. Le facteur de calibration permet de corriger les lectures de l'altimètre radar afin de les faire correspondre à l'altitude du GPS. Les résultats des tests de l'altimètre radar se trouvent à l'annexe A.



5.5 Présentation

Le champ magnétique total, la dérivée première verticale, la dérivée seconde verticale, et les données du modèle d'élévation numérique MEN ont été interpolées (gridées) afin d'obtenir une grille régulière de maille 75 mètres. L'application de courbure minimale du logiciel Oasis MontajTM a été utilisée pour effectuer le quadrillage.



6. PRODUITS FINAUX

6.1 Copies papier

Une série de cartes géophysiques standards a été produite à une échelle de **1 : 100 000 et 1:500 000** (Annexe B).

Les cartes ont été dessinées selon la projection UTM dans la zone 19 Nord de NAD83. Les unités de coordination sont mesurées en mètres à moins d'indication contraire.

Les copies papier finales sont constituées de trente-trois (33) cartes.

Une carte a été produite pour chacune des paramètres suivants :

- a) Champ magnétique total résiduel (IGRF soustrait) ombragé en couleur.
- b) Dérivée première verticale ombragée en couleur du champ magnétique
- c) Dérivée seconde verticale ombragée en couleur du champ magnétique

Les données numériques sont incluses sur un CD-ROM en plus des cartes. Le tableau 5 ci-dessous indique chaque type de carte.

| Titre des dessins |
|--|
| Champ magnétique total résiduel (IGRF enlevé) ombragé en couleur |
| Dérivée première verticale ombragée en couleur du champ magnétique |
| Dérivée seconde verticale ombragée en couleur du champ magnétique |

TABLEAU 5

Titre des dessins



6.2 Produits numériques

La liste ci-après énumère tous les produits livrables se trouvant sur CD-ROM.

| Répertoire | Archives des données | Données | Format |
|-------------------------|--|--|----------------------|
| DATA/ GDB | Base de données (voir section 5.3) | Données magnétiques, GPS, radar et baro., brutes et corrigées | Geosoft GDB NAD83 |
| DATA/ GRD | Fichiers grilles du levé | Champ magnétique total résiduel (moins IGRF) | Geosoft GRD NAD83 |
| | | Mag 1DV | |
| | | Mag 2DV | |
| DATA/ TIFF | Images référencées du levé | Champ magnétique total résiduel (moins IGRF) | Geotiff NAD83 |
| | | Mag 1DV | |
| | | Mag 2DV | |
| DATA/ MAP | Découpage SNRC Cartes 1:100 000 | Champ magnétique total résiduel ombré en couleur | Geosoft MAP NAD83 |
| | | Mag 1DV ombrée couleur | |
| | | Mag 2DV ombrée couleur | |
| | Cartes de tout le levé Cartes 1:500 000 | Champ magnétique total résiduel ombré en couleur | |
| | | Mag 1DV ombrée couleur | |
| | | Mag 2DV ombrée couleur | |
| RAPPORT/ MAP | Découpage SNRC Cartes 1:100 000 | Champ magnétique total résiduel ombré en couleur | PDF NAD83 |
| | | Mag 1DV ombrée couleur | |
| | | Mag 2DV ombrée couleur | |
| | Cartes de tout le levé Cartes 1:500 000 | Champ magnétique total résiduel ombré en couleur | |
| | | Mag 1DV ombrée couleur | |
| | | Mag 2DV ombrée couleur | |
| RAPPORT/ DOC | Rapport d'acquisition | Logistique, traitement et documentation des produits | WORD, PDF |
| RAPPORT/ Calibration | Données de calibration | Feuille de calibration, données fusionnées | PDF, GDB |

TABLEAU 6
Contenu du CD



7. CONCLUSION

Un levé géophysique magnétique aéroporté a été effectué pour le compte du **Ministère des Ressources naturelles et de la Faune**. Ce rapport met en lumière les informations recueillies concernant un (1) bloc de lignes situé entre Montmagny et Mont-Joli dans le Bas-Saint-Laurent au Québec. Une distance linéaire totale de **74 067 km** a été volée entre le 2 décembre 2009 et le 10 mars 2010.

Les données brutes du champ magnétique total compensées en temps réel ont été enregistrées par deux systèmes aéroportés. Des données DGPS, éphémérides du GPS pour le post-traitement du positionnement, l'altitude barométrique et l'altitude radar ont été recueillies afin d'établir avec certitude la position de l'avion selon des coordonnées 3D. Au sol, deux stations de base magnétiques ont été installées pour surveiller la variation diurne du champ magnétique. De plus, une station de base GPS a été installée pour le post-traitement du positionnement.

Les produits livrables consistent en des cartes à une échelle de 1 :100 000 et 1:500 000. Au total, trente (30) cartes ont été produites. Les produits numériques consistent en des bases de données finales, des cartes, des fichiers de métadonnées et des vidéos de vols. Les données numériques sont incluses dans le CD-ROM qui accompagne le rapport à l'annexe C.

Nous espérons que les informations présentées dans ce rapport, ainsi que les cartes qui les accompagnent, sauront vous être utiles dans les efforts déployés pour des projets d'exploration futurs, ainsi que pour l'interprétation des données relatives à l'exploration.

Ce rapport a été rédigé par Olivier Létourneau, B.Sc. et vérifié et approuvé par Réjean Paul, ing., géoph.

Olivier Létourneau, B.Sc.

Réjean Paul, ing., géoph.
Président
(O.I.Q. No.: 23848)



CERTIFICAT DE QUALIFICATION

1. Je, soussigné, Réjean Paul, gradué d'un B.Sc.A. en physique de l'École Polytechnique de Montréal en 1972 et co-fondateur de Géophysique GPR International Inc. depuis 1974, déclare avoir œuvré dans le domaine de la géophysique aéroportée depuis l'année 1978.
2. Je suis membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec (O.I.Q. No.: 23848) et de Society of Exploration Geophysicists.
3. J'ai supervisé tout le travail dans ce rapport et j'affirme qu'il était exécuté au niveau des meilleures pratiques de l'industrie et qu'il convient à l'interprétation géologique.

Signé à Longueuil, ce jour de , 2010.

Respectueusement vôtre,

Réjean Paul, ing., géoph.
Président
(O.I.Q. No.: 23848)



BIBLIOGRAPHIE:

"Canadian Geodetic Service Model" Canadian Spatial Reference System (27 December 2007). Ressources Naturelles Canada. Earth Sciences Sector, Ottawa, ON. 24 février 2010 <http://www.geod.nrcan.gc.ca/apps/gpsh/help/model1_e.php>.



ANNEXE A

Tests et calibration des équipements



ANNEXE B
Cartes



ANNEXE C
Données numériques sur CD-ROM

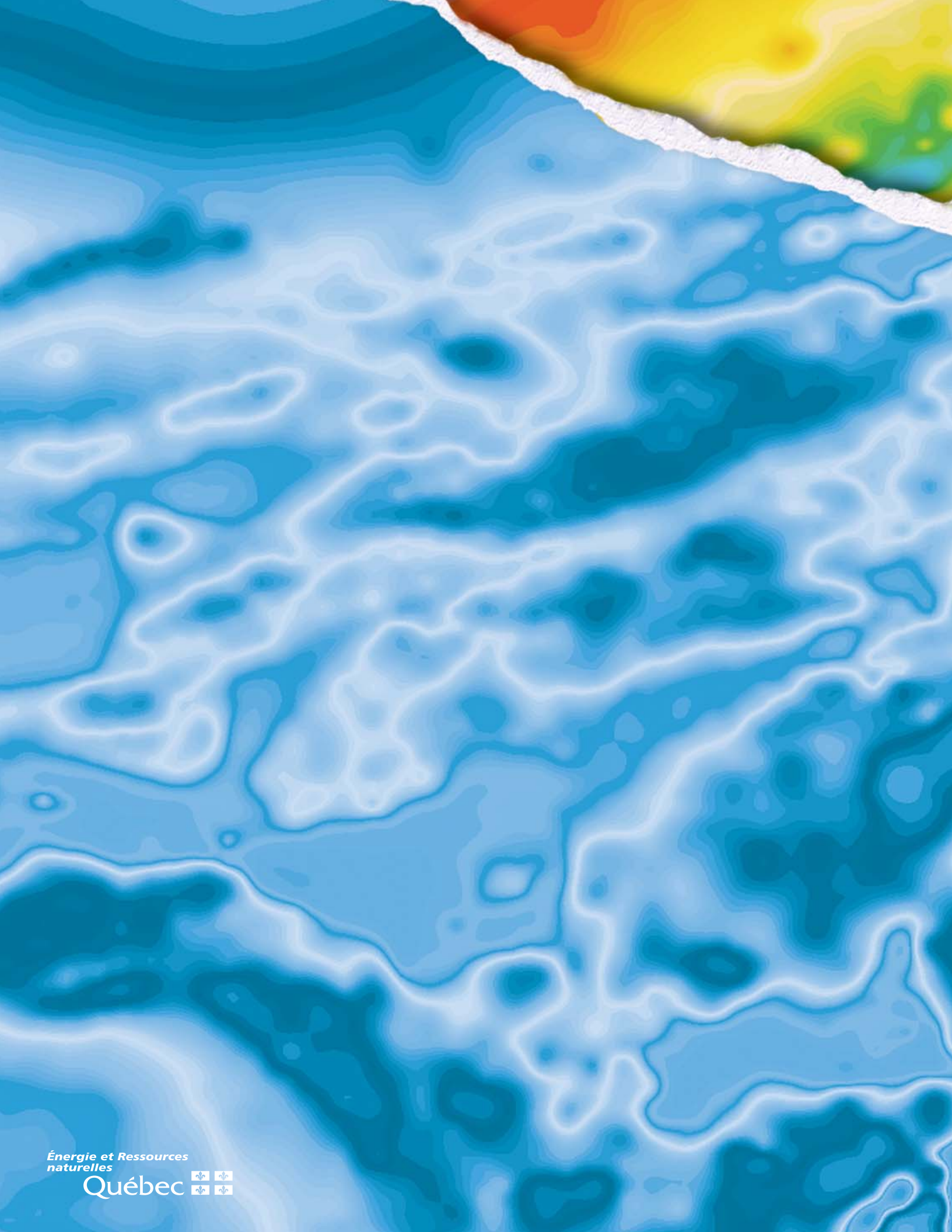


Contenu du CD

| Répertoire | Archives des données | Données | Format |
|-----------------------|--|--|----------------------|
| DATA/ GDB | Base de données (voir section 5.3) | Données magnétiques, GPS, radar et baro., brutes et corrigées | Geosoft GDB NAD83 |
| DATA/ GRD | Fichiers grilles du levé | Champ magnétique total résiduel (moins IGRF) | Geosoft GRD NAD83 |
| | | Mag 1DV | |
| | | Mag 2DV | |
| | | MEN | |
| DATA/ TIFF | Images référencées du levé | Champ magnétique total résiduel (moins IGRF) | Geotiff NAD83 |
| | | Mag 1DV | |
| | | Mag 2DV | |
| DATA/ MAP | Découpage SNRC Cartes 1:100 000 | Champ magnétique total résiduel ombré en couleur | Geosoft MAP NAD83 |
| | | Mag 1DV ombrée couleur | |
| | | Mag 2DV ombrée couleur | |
| | Cartes de tout le levé Cartes 1:500 000 | Champ magnétique total résiduel ombré en couleur | |
| | | Mag 1DV ombrée couleur | |
| | | Mag 2DV ombrée couleur | |
| RAPPORT/ MAP | Découpage SNRC Cartes 1:100 000 | Champ magnétique total résiduel ombré en couleur | PDF NAD83 |
| | | Mag 1DV ombrée couleur | |
| | | Mag 2DV ombrée couleur | |
| | Cartes de tout le levé Cartes 1:500 000 | Champ magnétique total résiduel ombré en couleur | |
| | | Mag 1DV ombrée couleur | |
| | | Mag 2DV ombrée couleur | |
| RAPPORT/ DOC | Rapport d'acquisition | Logistique, traitement et documentation des produits | WORD, PDF |
| DATAT/ Calibration | Données de calibrations | Feuillet de calibration, données fusionnées | PDF, GDB |

DESCRIPTION DES CANAUX DE LA BASE DE DONNÉES MAGNÉTIQUES

| Nom de canal | Unité | Description |
|--------------|--------------|---|
| Altitude | m | Hauteur de l'avion en vol corrigé à l'aide du MEN (z-men) |
| BaseA_brut | nT | Lecture magnétique de la station de base à l'aéroport |
| BaseH_brut | nT | Lecture magnétique de la station de base de l'hôtel |
| BaseFinal | nT | Fusion des deux (2) base nettoyé et filtragé |
| Date | YYYY/MM/DD | Date du levé |
| MEN | m | Niveau du sol au-dessus du niveau de la mer micronivelé |
| DRAPE | m | Modèle de drapage |
| SRTM | m | Donnes topographique du "Shuttle Radar Topography Mission" |
| FID | | Numéro Fiduciel |
| Vol | # | Numéro du vol |
| IGRF | nT | Valeur locale du IGRF |
| Lat | Déc. Degrés | Latitude WGS84 |
| Ligne | # | Numéro de ligne |
| Long | Déc. Degrés | Longitude WGS84 |
| MAGc | nT | Champ magnétique total corrigé |
| MAGCOMP | nT | Champ magnétique total corrigé et compensé |
| MAGRAW | nT | Champ magnétique total brut |
| MAGUNCOMP | nT | Champ magnétique total filtré |
| RMF | nT | Champ magnétique résiduel compensé, corrigé, parallaxe |
| RMF_TieLev | nT | Champ magnétique résiduel nivelé aux lignes de contrôle |
| RMF_Final | nT | Champ magnétique résiduel micro nivelé finale |
| NIV | nT | Nivellement magnétique |
| Temps | HH:MM:SS.SS | Temps GPS |
| Sec | ss.ss | Seconde GPS après minuit |
| X_Nad83 | m | Coordonnées d'abscisse UTM post traitée (NAD83 zone 19N) |
| Y_Nad83 | m | Coordonnées d'ordonnée UTM post traitée (NAD83 zone 19N) |
| Z_Nad83 | m | Élévation de l'aéronef au-dessus du géoïde HT2_0 |
| Flux_X | nT | Données d'inductions terrestres dans la direction longitudinale |
| Flux_Y | nT | Données d'inductions terrestres dans la direction tangente |
| Flux_Z | nT | Données d'inductions terrestres dans la direction verticale |
| Z_Brut | m | Élévation brute de l'aéronef au-dessus du niveau d'eau |
| X_Brut | m | Coordonnées brutes d'abscisse UTM (NAD83 zone 19N) |
| Y_Brut | m | Coordonnées brutes d'ordonnée UTM (NAD83 zone 19N) |



Énergie et Ressources
naturelles

Québec 