

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES

**LEVÉS MAGNÉTIQUES ET SPECTROMÉTRIQUES AÉROPORTÉS
DANS LE SECTEUR DE LAC-SAINT-JEAN, BLOC B**

Projet: 117840512-20200508-02

RAPPORT FINAL

Préparé par:



Sander Geophysics

High Resolution Airborne Surveys

Ottawa, Ontario

2 mars 2021

Table des matières

1.	Introduction	5
2.	Spécifications du levé.....	6
2.1.	Localisation du levé	6
2.2.	Topographie de la zone des travaux	7
2.3.	Spécifications de vol	8
2.3.1.	Plan de vol	8
2.3.2.	Altitude de vol.....	9
2.4.	Spécifications techniques.....	9
2.4.1.	Variations diurnes.....	10
2.4.2.	Vérifications quotidiennes du spectromètre	10
3.	Équipements utilisés	11
3.1.	Avions.....	11
3.2.	Systèmes aéroportés	12
3.2.1.	Spectromètres	12
3.2.2.	Magnétomètre	12
3.2.3.	Système d'acquisition de données et de compensation.....	12
3.2.4.	Système de navigation	13
3.2.5.	Altimètre radar.....	13
3.2.6.	Altimètre barométrique	13
3.2.7.	Altimètre laser	14
3.2.8.	Caméra vidéo.....	14
3.3.	Stations de contrôle au sol.....	14
3.3.1.	Station GPS	14
3.3.2.	Magnétomètres	15
3.4.	Système utilisé pour le contrôle de la qualité	16
4.	Personnel.....	17
5.	Opérations de terrain.....	18
5.1.	Base des opérations	18
5.2.	Calendrier	18
5.3.	Défis opérationnels	19
5.4.	Tests et calibrations.....	19
6.	Traitement des données.....	20
6.1.	Traitement des données sur le terrain et contrôle de la qualité	20
6.2.	Données de positionnement	20
6.3.	Données altimétriques et modèle numérique de terrain	20
6.4.	Données aéromagnétiques et diurnes.....	21
6.4.1.	Stations de contrôle au sol	21
6.4.2.	Données aéromagnétiques	21
6.4.3.	Données maillées.....	23
6.4.4.	Coefficients de corrélation de Keating	23
6.5.	Données spectrométriques	24
6.5.1.	Données maillées.....	27
6.5.2.	Carte ternaire des radioéléments	27
7.	Produits finaux	32
7.1.	Données numériques.....	32

7.2. Autres produits.....	32
8. Conclusion	33
Annexe A – Résultats des tests et calibrations.....	35
A.1. «Figure of Merit» (FOM).....	35
A.2. Étalonnage du magnétomètre (Morewood).....	41
A.3. Étalonnage de l’altimètre.....	44
A.4. Test de parallaxe (lag)	47
A.5. Calibration des spectromètres	50
A.6. Test de Breckenridge.....	53
A.7. Test cosmique	59
A.8. Étalonnage des niveaux de base radon	67
Annexe B – Description des champs des bases de données finales	73
B.1. Données magnétiques	73
B.2. Données spectrométriques	75
Annexe C – Lignes corrigées en raison de la base du radon non résolu et/ou des changements des conditions du sol.....	79
Annexe D – Rapports hebdomadaires	81
Semaine 1	81
Semaine 2	83
Semaine 3	84
Semaine 4	87
Semaine 5	89
Semaine 6	90
Semaine 7	93
Semaine 8	95
Semaine 9	97
Annexe E – Filtres.....	99

Liste des figures

Figure 1: Localisation du levé magnétique et spectrométrique aéroporté – Bloc B.....	6
Figure 2: Avion utilisé pour l’exécution du levé magnétique et spectrométrique – Bloc B	11

Liste des tableaux

Tableau 1: Coordonnées de la zone des travaux – Bloc B.....	7
Tableau 2: Spécifications du plan de vol – Bloc B	8
Tableau 3: Personnel impliqué dans le projet.....	17
Tableau 4: Calendrier des étapes du projet.....	19
Tableau 5: Résumé des paramètres de traitement spectrométrique, C-GSGV	29
Tableau 6: Résumé des paramètres de traitement spectrométrique, C-GSGW	30
Tableau 7: Résumé des paramètres de traitement spectrométrique, CGSGZ.....	31



Sander Geophysics



1. Introduction

Le **Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)** désire mettre en œuvre des levés géophysiques permettant de mieux comprendre la complexité de la mise en place des minéralisations, et ainsi de mieux évaluer le potentiel minier de la région par la détection directe d'anomalies qui conduiront à des travaux de suivi, de la part des intervenants privés.

Sander Geophysics Ltd. (SGL) a répondu à la demande du **MERN** par l'exécution d'un levé magnétique et spectrométrique aéroporté situé dans le secteur du Lac Saint-Jean, couvrant le **bloc B**.

En incluant les tests et calibrations préparatoires et l'acquisition des données, la réalisation du levé magnétique et spectrométrique aéroporté s'est échelonnée du 15 septembre au 15 novembre 2020. Un total de 57 502 km linéaires a été nécessaire afin de couvrir la totalité du bloc B, d'une superficie d'environ 10 402 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 et spectrométrique aéroporté du bloc B, dont fait mention le présent rapport, est situé dans le secteur du Lac-Saint-Jean et couvre une superficie d'environ 10 402 km² (Figure 1, Bloc B).

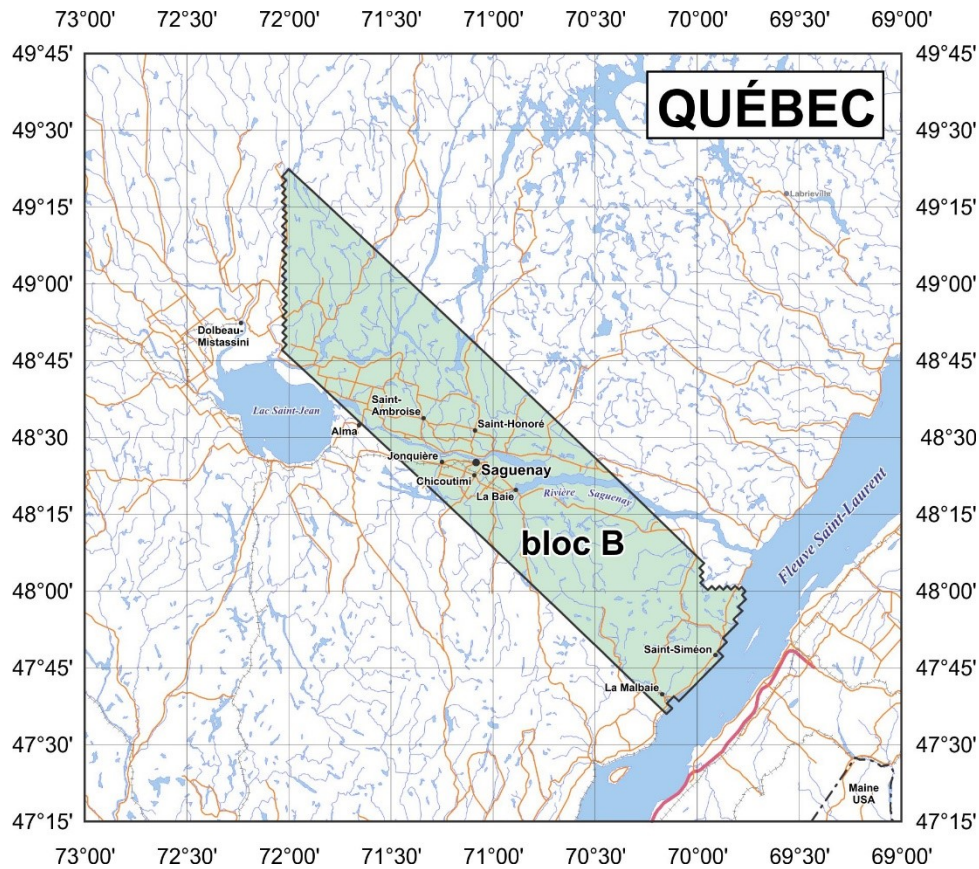


Figure 1: Localisation du levé magnétique et spectrométrique aéroporté – Bloc B

Les limites du bloc B sont définies par les coordonnées suivantes :

Coordonnées du périmètre du levé								
Coin No.	Latitude	Longitude	Coin No.	Latitude	Longitude	Coin No.	Latitude	Longitude
1	-72.034	48.795	31	-72.034	49.193	61	-69.764	48.007
2	-72.011	48.812	32	-72.009	49.210	62	-69.781	47.995
3	-72.031	48.824	33	-72.030	49.222	63	-69.761	47.980
4	-72.010	48.838	34	-72.011	49.235	64	-69.800	47.955
5	-72.031	48.851	35	-72.031	49.248	65	-69.780	47.942
6	-72.013	48.864	36	-72.014	49.259	66	-69.821	47.913
7	-72.032	48.876	37	-72.035	49.271	67	-69.803	47.901
8	-72.012	48.891	38	-72.012	49.287	68	-69.873	47.853
9	-72.032	48.903	39	-72.032	49.300	69	-69.854	47.839
10	-72.011	48.917	40	-72.015	49.311	70	-69.899	47.809
11	-72.031	48.930	41	-72.036	49.324	71	-69.878	47.796
12	-72.011	48.944	42	-72.013	49.340	72	-70.094	47.648
13	-72.032	48.957	43	-72.033	49.352	73	-70.113	47.660
14	-72.010	48.971	44	-72.001	49.376	74	-70.149	47.636
15	-72.030	48.982	45	-69.966	48.099	75	-70.129	47.623
16	-72.011	48.996	46	-69.989	48.083	76	-70.155	47.605
17	-72.032	49.008	47	-69.969	48.070	77	-72.034	48.795
18	-72.014	49.021	48	-69.987	48.057			
19	-72.034	49.034	49	-69.969	48.044			
20	-72.014	49.049	50	-69.986	48.033			
21	-72.033	49.060	51	-69.949	48.010			
22	-72.013	49.075	52	-69.929	48.024			
23	-72.033	49.088	53	-69.911	48.011			
24	-72.012	49.102	54	-69.891	48.025			
25	-72.033	49.115	55	-69.873	48.012			
26	-72.011	49.130	56	-69.853	48.025			
27	-72.031	49.143	57	-69.834	48.012			
28	-72.013	49.155	58	-69.815	48.025			
29	-72.033	49.167	59	-69.796	48.013			
30	-72.013	49.181	60	-69.783	48.021			

Tableau 1: Coordonnées de la zone des travaux – Bloc B

2.2. Topographie de la zone des travaux

Le bloc B est situé dans la région administrative du Saguenay-Lac-Saint Jean. L'altitude de la zone d'étude varie d'environ 0 m au-dessus du niveau moyen de la mer (MSL) à environ 1048 m au-dessus de MSL.



2.3. Spécifications de vol

2.3.1. Plan de vol

Selon les spécifications du plan de vol présentées au *Tableau 2*, 52 232,90 km de traverses et 5 269,09 km de lignes de contrôle ont été enregistrées pour un total de 57 502 km de lignes.

	Traverses	Lignes de contrôle	Total
Espacement des lignes	200 m	2 000 m	
Direction des lignes	N 135° E	N 45° E	
Kilométrage	52 232,90 km	5 269,09 km	57 501,98 km

Tableau 2: Spécifications du plan de vol – Bloc B

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 225 m ou supérieur à 375 m, et semblaient affecter les données en maille.

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 et spectrométrique aéroporté a été réalisé avec une altitude nominale de 80 m.

Afin d'assurer une différence d'altitude minimale aux intersections entre les lignes de traverse et 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 un taux d'ascension maximal de 7%. Les données topographiques disponibles sur SRTM 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 finale 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 de limiter 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. Vérifications quotidiennes du spectromètre

Des lignes de test, au-dessus d'un plan d'eau ainsi qu'au-dessus du sol, furent acquises quotidiennement, lorsque possible, pré et post-sortie à l'altitude de vol nominale. Les données acquises au-dessus du sol (lignes test) furent corrigées et comparées dans chaque cas à une moyenne du canal compte total ou Th, les écarts ne devant pas être supérieurs à $\pm 10\%$. Les données acquises sur l'eau (BOW) étaient compilées en vue d'établir les paramètres finaux de soustraction du niveau de base du radon atmosphérique.

Des tests avec une source de thorium ont été effectués au début et à la fin de chaque jour de production. Une source a été placée sous chaque paquet de cristaux. Les données pour les fenêtres correspondant au thorium et au niveau de base ont été enregistrées pendant 300 seconds. Les données enregistrées ont été corrigées pour le temps mort et le niveau de base.

3. Équipements utilisés

3.1. Avions

Trois avions ont été utilisés pour ce projet, de type Cessna 208B Grand Caravan, immatriculation C-GSGV, C-GSGW et C-GSGZ (Figure 2). Ces avions étaient équipés d'un rostre installé à la queue de l'avion d'une longueur de 3 mètres permettant l'installation du senseur magnétique.

Les caractéristiques du Cessna 208B Grand Caravan utilisés sont les suivantes :

Immatriculation :	C-GSGV, C-GSGW et C-GSGZ
Type :	Cessna 208B Grand Caravan
Autonomie (km) :	2 685
Vitesse de levé (m/s) :	Moyenne de 56 (de 42 à 70)
Taux de montée :	10%
Essence :	Jet-A
Consommation d'essence (L/hr) :	189
Valeur pour le FOM (nT) :	C-GSGV : 1.25 à Ottawa, 0.73 à Saguenay
	C-GSGW : 1.0 à Ottawa, 0.58 à Saguenay
	C-GSGZ : 1.47 à Ottawa, 0.73 à Saguenay



Figure 2: Avion utilisé pour l'exécution du levé magnétique et spectrométrique – Bloc B

3.2. Systèmes aéroportés

Pour l'exécution de ses levés magnétiques et spectrométriques aéroportés, SGL utilise des équipements à la fine pointe de la technologie tel que décrits dans les sections suivantes.

3.2.1. Spectromètres

Dans chaque avion, deux (2) spectromètres à 1 024 canaux, modèle SGSpec appartenant à SGL (un système de spectromètre développé et construit par Sander Geophysics Ltd.), ont été utilisés. Le système SGSpec comprend un spectromètre numérique avancé (ADS) pour chaque cristal fournissant un traitement et une analyse du signal en temps réel, et permettant un contrôle automatique du gain pour des cristaux individuels en utilisant le pic de thorium naturel, et un enregistrement et une analyse des multicanaux.

Le système utilise un volume total des cristaux NaI orientés vers le bas de 33,6 litres et un volume total des cristaux NaI orientés vers le haut de 8,4 litres. Les données ont été enregistrées en mode spectral 1024 canaux et en mode données fenêtrées à un intervalle de 1 Hz.

3.2.2. Magnétomètre

Un capteur 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) :	± 0,0005
Précision absolue (nT) :	± 0,3
Niveau de bruit (nT) :	< 0,01
Intervalle d'échantillonnage (sec) :	0,1
Effet de cap (nT) :	< 0,15

3.2.3. Système d'acquisition de données et de compensation

Le système d'acquisition de données "Sander Geophysics Data Acquisition System (SGDAS)" et le système de compensation (Sander Geophysics AIRComp) de SGL ont été utilisés par SGL. Ces systèmes permettent un taux d'échantillonnage de 10 Hz (0,1 sec). Le système de compensation 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 d'ainsi calibrer la compensation selon une série de manœuvres standards de roulis, tangage et lacet dans les directions du levé. Les coefficients de compensation sont déterminés en post-traitement.

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 transmis aux secondes (PPS). 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.

3.2.4. Système de navigation

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

Système GPS aéroporté	
Manufacturier:	NovAtel
Modèle:	OEMV-3
Système différentiel post-mission:	GPS différentiel
Fréquences:	L1-L2
Précision (m):	± 1
Nombre de canaux:	72
Système de navigation:	Sander Geophysics Data Acquisition System (SGDAS)
Affichage pour pilote:	ACL avec indicateurs de trajectoire
Intervalle d'échantillonnage (sec):	0,1

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;
- 2) Navigation verticale utilisant une surface moulant le relief topographique;
- 3) Indicateurs d'écarts par rapport à la ligne suivie et indicateurs de distance effectuée et à faire, indicateurs d'écarts verticaux par rapport à la surface suivie;
- 4) Modes d'opération points de destination (*waypoints*) ou selon des lignes planifiées;
- 5) Enregistrement des données GPS brutes pour traitement post-mission.

3.2.5. Altimètre radar

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

Manufacturier :	TRT	Bendix-King	Garmin
Modèle :	ERT 530A	KRA-10A	Garmin GRA 5500
Avion : Plage (m) :	C-GSGV et C-GSGW 1 – 2 440	C-GSGV 6 – 760	C-GSGW et C-GSGZ
Précision :	± 1%	± 5% (100-500 pi)	2%
Intervalle d'échantillonnage (sec) :	0,1	0,1	10 Hz

Note: L'altimètre Bendix King KRA 10-A est utilisé comme système de sauvegarde et n'est pas activement utilisé pour le guidage d'enquête ou le traitement des données.

3.2.6. Altimètre barométrique

L'altitude barométrique a été calculée des données de pression et de température acquises en vol. Le tableau suivant décrit les caractéristiques des senseurs de pression et de température utilisés pour ce levé :

Manufacturier :	Sensotec
Modèle :	Sensotec Digital Pressure Sensor
Paramètre mesuré	Pression atmosphérique
Précision (m) :	± 4
Intervalle d'échantillonnage (sec) :	0,1

3.2.7. Altimètre laser

Les principales caractéristiques de l'altimètre laser installés dans les avions sont les suivantes:

Manufacturier :	Riegl
Modèle :	LD90-31K-HiP
Avion : Plage (m) :	C-GSGV, C-GSGW et C-GSGZ 0 - 1500
Précision (m):	± 0,05
Intervalle d'échantillonnage (sec) :	0,33

3.2.8. Caméra vidéo

Des caméras vidéo digitales Panasonic HR 1/3 CCD, possédant les caractéristiques décrites ci-dessous, furent utilisées en permanence durant l'acquisition des données magnétiques et spectrométriques. L'image vidéo enregistrée comporte, 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 :	Datatoys
Modèle :	E600
Montage :	Vertical
Format :	AVI
Résolution :	640x480
Angle de vision :	90°

3.3. Stations de contrôle au sol

3.3.1. Station GPS

Le tableau suivant décrit les deux stations de base GPS mise en place à proximité de la base d'opération à l'aéroport de Saint-Honoré, pour la durée du projet.

Manufacturier :	NovAtel
Modèle :	OEMV-3
Précision (m) :	± 1
Intervalle d'échantillonnage (sec) :	0,1



3.3.2. Magnétomètres

Deux stations de contrôle au sol du champ magnétique (voir les caractéristiques ci-dessous) furent utilisées afin d'enregistrer sans interruption les variations diurnes. Les bases principale et secondaire étaient installées à proximité de la base d'opération à l'aéroport de Saint-Honoré, pour la durée du projet.

Manufacturier :	Geometrics
Type et Modèle:	Césium G822A
Plage dynamique (nT) :	20 000 – 100 000
Sensibilité (nT) :	± 0,0005
Précision absolue (nT) :	± 0,3
Intervalle d'échantillonnage (sec) :	0,1
Niveau de bruit (nT) :	< 0,01



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 et spectrométrique, a été réalisée en utilisant les composantes suivantes.

Ordinateurs portables :	Intel Core i5-520M, 2,4 GHz, 4GB DD3 RAM
Logiciels :	Logiciels propriétaire de SGL
Transmission des données :	Site FTP

4. Personnel

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

Opérations de terrain	
Gestionnaires de projet	Martin Bates
Gestionnaire de terrain/Géophysicien Contrôleur de la qualité sur le terrain	Colin Terry Max Buneta Keith Wells Luis Vargas
Pilotes	Jean Deschênes Tomo Nishimura George Sagaev Randall Forwell Shaun Rodrigues Daniel Parker Maliha Khan
Copilotes	Alison Gourgeon Amyeric Douerin Andrew Flieder
Ingénieur de l'entretien	Scott Campbell Darren McBeth Austin Hext Joseph Al-Salem
Technicien	Zachary Seguin-Forest
Traitement des données	
Traitement des données finales	Ania Fitzsimmons Krista Kaski Sol Meyer Carsten Mueller Derek Kouhi
Produits finaux	
Préparation des vidéos	Fatima Mechennef
Rapport final	Fatima Mechennef

Tableau 3: *Personnel impliqué dans le projet*

5. Opérations de terrain

5.1. Base des opérations

La municipalité de Saguenay fut utilisée comme base des opérations. L'aéroport de Chicoutimi / Saint-Honoré (CYRC) a offert tous les services nécessaires, incluant l'essence Jet-A ainsi que la planification de vols.



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 15 novembre 2020, pour un total de 57 502 km.

Avion	Date	Description
C-GSGZ	4 mars 2020	Tests pré-mobilisation
	15 septembre 2020	Mobilisation à Saint-Honoré (CYRC)
	16 septembre 2020	Installation des stations de base magnétique et GPS
	17 septembre 2020	Compensation et cosmique tests.
	18 septembre 2020	Début de l'acquisition de données Test Statique
	3 octobre 2020	Comparaison des systèmes embarqués

	13 novembre 2020	Fin du levé / Démobilisation
C-GSGV	18-19 mars 2020	Tests pré-mobilisation
	24 septembre 2020	Mobilisation à Saint-Honoré (CYRC)
	25 septembre 2020	Compensation et cosmique tests.
	3 octobre 2020	Comparaison des systèmes embarqués
	15 novembre 2020	Fin du levé / Démobilisation
C-GSGW	18 mars 2020	Tests pré-mobilisation
	21 septembre 2020	Mobilisation à Saint-Honoré (CYRC)
	22 septembre 2020	Compensation et cosmique tests
	3 octobre 2020	Comparaison des systèmes embarqués
	8 novembre 2020	Fin du levé / Démobilisation

Tableau 4: Calendrier des étapes du projet

5.3. Défis opérationnels

Les conditions météorologiques ont causé environ 60 vols annulés et 4 vols interrompus prématurément. Des basses températures ont causé quelques problèmes avec l'équipement. Ces difficultés ont été adressées en gardant l'équipement toujours allumé.

Les conditions météorologiques ont été la principale cause des lignes revolées. Deux lignes ont été revolées pour des problèmes dans les données spectrométriques et les autres lignes ont été revolées due à la déviation du drapé en raison des turbulences. La présence d'une couverture de neige vers la fin du levé, a également affecté la productivité.

L'acquisition de données a été faite sur un total de 57 502 km, qui se répartit comme suit :

- 56 680,80 km planifiés/acceptés (98,6%);
- 821,20 km éliminés/revolés (1,4%).

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

5.4. Tests et calibrations

Avant de débiter l'acquisition des données magnétiques et spectrométriques sur le bloc B, 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 Morewood),
- Étalonnage des altimètres,
- Test de parallaxe (*lag*),
- Calibration des spectromètres,
- Test de Breckenridge,
- Test cosmique,
- Étalonnage des niveaux de base radon (effectué pendant toute la durée du levé).

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 aéroportées magnétiques et spectrométriques. Le traitement des données fut entièrement exécuté avec les logiciels propriétaires de **SGL**.

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

Suivant chaque vol, les données acquises étaient copiées et sauvegardées sur une unité USB et transférées au géophysicien sur le terrain, afin qu'il effectue le contrôle de la qualité et le traitement préliminaire des données tel que décrit dans ce qui suit.

En premier lieu, la trajectoire de vol était vérifiée de façon à répertorier le kilométrage réalisé et à s'assurer de la couverture complète de la portion volée. Par la suite, chacun des canaux de données enregistrés était d'abord affiché en profil, puis mis en maille, afin de 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 tout segment de ligne pouvant nécessiter un ré-vol était noté. Un nivellement préliminaire était régulièrement exécuté de façon à évaluer l'impact de ces segments de lignes sur la qualité générale du produit final. Une évaluation finale des données fut également réalisée par le chargé de projet du **MERN**. Un total de 821,20 km fut ainsi sélectionné pour ré-vol, tel que décrit plus haut (section 5.3, Défis opérationnels).

6.2. Données de positionnement

Pour réaliser le traitement post-mission du positionnement (PP-DGPS), les données GPS brutes L1-L2 étaient enregistrées en vol par le système SGDAS, ainsi qu'en simultané sur une base GPS fixe utilisant une unité OEMV (NovAtel), à une fréquence de 10 Hz. Le traitement post-mission, effectué au moyen du logiciel GPSoft propriétaire à **SGL**, fut réalisé pour la totalité des données avant la démobilisation. Le contrôle de la qualité finale du GPS incluait l'inspection des profils de vitesse ainsi qu'une comparaison avec les données et d'altitude barométrique, de façon à s'assurer de l'amélioration de la précision en PP-DGPS (<1m). Les données PP-DGPS furent de haute qualité et ne nécessitèrent aucune correction pour sauts ponctuels.

6.3. Données altimétriques 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 à partir du calcul d'un modèle numérique de terrain utilisant l'altitude finale PP-DGPS, et sa comparaison avec le modèle topographique publié par SRTM.

L'altimètre laser a enregistré le dégagement du terrain à 3 Hz. Même si l'altimètre laser peut enregistrer avec un degré de certitude élevé les échos provenant de plus de 300 m au-dessus du sol, certaines pertes de données laser se sont produites en raison de zones de faible réflectivité et de l'effet des nuages. De courtes sections de mauvaises données laser ou de données manquantes ont été remplacées à l'aide des

données radar du TRT. Les données du GPS et de l'altimètre sont ajustées de manière à être référencées à un point de référence standard dans l'avion afin de s'assurer qu'elles sont à un niveau cohérent. Un modèle d'élévation numérique est dérivé par rapport au niveau moyen de la mer (MSL) en soustrayant les données laser altimétriques manquantes de l'élévation GPS au-dessus du MSL. Le MSL est fourni sous forme de grille.

L'altitude barométrique brute était calculée à partir des données de pression enregistrées à bord de l'avion. Les données de température furent d'abord vérifiées pour concordance avec les observations. Les données de pression et température furent ensuite inspectées pour occurrence de sauts ponctuels (spikes) et/ou décrochages prolongés.

Il est à noter que des filtres supplémentaires passe-bas ont également été appliqués sur les données de radar, de pression, et de température pour fins de calcul de l'altitude radar STP (voir section 6.5).

6.4. Données aéromagnétiques et diurnes

6.4.1. Stations de contrôle au sol

Les données magnétiques provenant des stations de contrôle au sol étaient analysées quotidiennement afin de s'assurer qu'aucune donnée en vol n'ait été enregistrée durant des périodes présentant des micro-pulsations ou de l'activité diurne en excès des spécifications et affectant la qualité des mailles finales. Bien que toutes les précautions aient été prises afin d'installer la station de base dans une zone magnétiquement calme, loin de toute activité humaine, passage de véhicules, lignes de transmission ou autre, les données magnétiques de la station de base principale furent également vérifiées afin de corriger tout signal d'origine culturelle.

Station de base	Coordonnées		
	Latitude	Longitude	Élévation (mètres au dessus de WGS-84)
GND1	N48°30'59.31"	W071°03'25.83"	134,05
GND2	N48°30'59.06"	W071°03'25.68"	134,52

Les données éditées de la base principale (GND1) furent utilisées pour le calcul de la correction diurne lors du traitement final. La station de base secondaire (GND2) a été utilisée pour le contrôle de qualité et l'édition de la base principale pour les intervalles présentant des signaux d'origines culturelles (changements de niveaux, anomalies additionnelles, bruit haute-fréquence ou spikes).

6.4.2. Données aéromagnétiques

La correction du signal magnétique dû à la direction et aux manœuvres de l'avion fut effectuée lors du post-traitement, les coefficients de compensation calculés lors des tests de FOM du 17 septembre 2020 pour C-GSGZ, 22 septembre 2020 pour C-GSGW et du 25 septembre pour C-GSGV. Tel que mentionné auparavant dans la section 5.4, les résultats détaillés de ces tests sont présentés en Annexe A.

Une correction de décalage dynamique en fonction de la vitesse instantanée de l'aéronef a été appliquée à chaque point de données. Le décalage dynamique en fonction de la vitesse de l'avion a été calculé à l'aide du logiciel Dynlag de SGL. a été appliqué sur les données du champ magnétique total compensés. Ensuite, les données en profils furent vérifiées sur une base quotidienne afin d'évaluer l'efficacité de la compensation.

Dans le but d'atténuer l'effet des variations diurnes sur les profils de données magnétiques enregistrées en vol, une correction diurne fut calculée en utilisant les profils de la base principale éditée. Cette correction fut obtenue par la soustraction du champ géomagnétique de référence (IGRF) et l'application d'un filtre spatial passe-bas de 369 points (voir Annexe E). Tous les variations diurnes appliquées aux lignes ont été déterminées avec la base principale (GND1). La moyenne pour GND2 est de 462,478 nT. La moyenne pour GND1 est de 475.250 nT. Cette correction fut alors appliquée au champ total pour l'obtention du champ total corrigé pour diurnes.

Une correction d'altitude a été appliquée aux données magnétiques. Cette correction est appliquée en premier lieu pour corriger les données magnétiques dans les endroits où il y avait des grandes variations en altitude, notamment au dessus des villages. Les corrections furent aussi déterminées et appliquées pour tous les lignes de vols avec des variations d'altitudes. La méthode traditionnelle pour corriger des données magnétiques dû au changement d'altitude est par le prolongement vers le haut. Cette méthode est relativement facile à appliquer mais, souvent, la surface de référence est dessous l'altitude enregistrée; qui implique qu'il faut appliqué un prolongement vers le bas. Le prolongement vers le bas est problématique car cette méthode amplifie le contenu en haute fréquences qui n'est généralement que du bruit. Une meilleure approche, et celui utilisée ici, est de calculer le champ magnétique, qui aurait été enregistré à la surface de référence, basé sur une série de Taylor qui additionne les dérivées du champ comme ceci :

$$T + (T' h) / 1! + (T'' h^2) / 2! + (T''' h^3) / 3! + (T'''' h^4) / 4! +$$

où

T est le champ magnétique totale pour un point

T' est la première dérivée verticale du champ magnétique totale, T'' est la deuxième dérivée verticale etc.

1! est la factorielle de 1, 2! est la factorielle de 2 etc.

h est la différence de hauteur entre la surface de référence et l'altitude enregistrée

La série est infinie cependant, en pratique, nous avons déterminé qu'il n'est pas nécessaire de calculer les termes au delà de la deuxième dérivée.

Par la suite, le champ magnétique total nivelé fut obtenu à partir du champ magnétique corrigé des variations diurnes en déterminant les intersections entre les lignes de contrôle et les traverses. Un logiciel extrait les données magnétiques, d'altitude et de position x et y des traverses et des lignes de contrôle à chaque point d'intersection. En premier lieu, chaque ligne de contrôle a été corrigé par une valeur constante pour minimisé les différences aux intersections, calculé de cette façon.

$\sum |i - a|$ additionner pour tous les traverses

où, i = (différence d'intersection individuelle)

a = (différence d'intersection moyenne pour la traverse)

Les lignes de contrôle furent corrigées localement pour minimiser les différences résiduelles. Le nivellement des traverses a été accompli par un logiciel qui interpole et extrapole les valeurs des corrections de nivellement pour chaque point basé sur les deux valeurs les plus proches. Après que les traverses soient nivelées, les lignes de contrôle sont assorties aux traverses. Ceci assure que tous les intersections sont nivelées parfaitement et permet l'utilisation de toutes les données dans les produits finaux.

Le logiciel Clevel effectue une correction courbé utilisant une fonction semblable à une interpolation spline. Un polynôme du troisième degré est utilisé pour interpoler entre deux intersections et les deux valeurs et

deux dérivées sont choisis pour déterminer le polynôme. Clevel est une méthode améliorée car il préserve les valeurs aux intersections et l'interpolation est continue avec la première dérivée qui approche la même valeur des deux côtés de l'intersection.

Suite au nivellement par intersection, un micro-nivellement a été appliqué pour éliminer des effets de corrugation. Ceci a été accompli en utilisant des filtres directionnels pour identifier et éliminer des artefacts de grande longueur d'onde parallèle aux lignes de traverse et courte longueur d'onde perpendiculaire aux lignes de traverse. Un seuil de correction de ± 0.5 nT a été assigné pour corriger tous les lignes du levé.

Le champ géomagnétique de référence fut calculé selon le modèle IGRF- 13 pour 16 octobre 2020 et couvrant la durée du projet , la position d'acquisition et une élévation correspondant à l'altitude du drapé. Le champ magnétique résiduel fut obtenu par la soustraction de ce champ géomagnétique de référence du champ magnétique total nivelé par les lignes de contrôle et micronivlé.

6.4.3. Données maillées

Les données magnétiques finales ont été maillées en utilisant uniquement les lignes de traverse, selon une cellule de maillage de 50 m, via un algorithme de courbure minimale.

6.4.4. Coefficients de corrélation de Keating

Les cibles potentielles de cheminées verticales (kimberlite) ont été identifiées à partir des anomalies magnétiques présentant un patron anormal plus ou moins circulaire observées sur la maille du champ magnétique total résiduel.

Le processus automatique d'identification est basé sur un algorithme mathématique mis au point par Pierre Keating en 1995 (*Keating, P., 1995. A simple technique to identify magnetic anomalies due to kimberlite pipes. Exploration and Mining Geology, vol 4, no. 2, p. 121-125*). Le modèle utilisé est celui d'un cylindre vertical et toutes les anomalies magnétiques présentant un coefficient de corrélation supérieur à une certaine limite fixée au départ sont ainsi retenues.

Les cibles retenues sont présentées sur la carte de la dérivée première verticale par des cercles dont le rayon est proportionnel au coefficient de corrélation.

Les paramètres du modèle utilisé sont :

Inclinaison magnétique :	71,667°
Déclinaison magnétique :	-16,583°
Intensité du champ magnétique total :	54,418 nT
Distance au sommet du cylindre :	130 m
Rayon du cylindre :	100 m
Longueur du cylindre :	infini (-1)
Coefficient de corrélation minimal :	0,90 (90%)
Dimension de la fenêtre :	600 m (13 x 13 cellules de maille)

6.5. Données spectrométriques

Les spectres d'énergie, mesurés vers le haut (8,4 litres) et vers le bas (33,6 litres), furent enregistrés en 1 024 canaux. Le tableau qui suit décrit les fenêtres d'énergie utilisées pour les régions d'intérêt (ROI) correspondant au compte total, au potassium, à l'uranium, au thorium, et au cosmique :

ROI	Canaux (1024)	Fenêtre d'énergie (keV)	Pic d'énergie (keV)
Compte total	134 – 937	410 – 2810	–
Potassium	457 – 524	1370 – 1570	1460.88
Uranium (up/down)	554 – 620	1660 – 1860	1764.54
Thorium	804 – 937	2410 – 2810	2614.51
Cosmique	1023	3000+	–

La stabilité du gain instrumental pouvait ainsi être constamment contrôlée par l'inspection directe des données pour la stabilité de la position et de la résolution des pics K-U-Th. Des tests périodiques pour la stabilité du thorium furent également effectués pour valider les données acquises.

Les paramètres de calcul des niveaux de base cosmique et de l'aéronef furent d'abord déterminés par vols de calibration. Chaque aéronef a effectué deux calibrations (voir Annex A), une première en ascension puis immédiatement une seconde en descente, chacune contenant 5 intervalles de 6 minutes à des altitudes fixes réparties de 1 800 à 3 500 m ASL à des intervalles de 300 m en enregistrant environ 6 minutes de données à chaque altitude. La moyenne des paramètres de ces deux calibrations fut considérée comme étant le résultat du test. Les coefficients sont déterminés par régression linéaire des comptes cosmiques en fonction de chaque fenêtre spectrale, comme décrit dans le rapport 323 de l'AIEA (1991) ; la pente de la régression fournit le coefficient cosmique et l'intersection avec l'axe de la région d'intérêt fournit l'arrière-plan de l'avion. En plus, un filtre passe-bas de 67 points (Annexe E) est appliqué aux données cosmiques pour réduire le bruit statistique.

Comme l'acquisition des données nécessaires au calcul du niveau de base du radon atmosphérique fut effectuée sur toute la durée du levé, pour le traitement et contrôle de qualité sur le terrain, les paramètres de correction pour le radon furent déterminés en effectuant plusieurs passes au dessus d'une étendue d'eau.

Les paramètres finaux de soustraction pour l'effet Compton ont été déterminés par une calibration du dépouillement Compton effectuée pour chaque avions en utilisant des blocs d'étalonnage de la CGC entreposés à Ottawa. La calibration pour C-GSGV, C-GSGW et C-GSGZ a été effectuée en septembre 2020. Tel qu'indiqué au Tableaux 5,6 et 7 plus bas, on notera que les coefficients α , β , γ , a, b et g utilisés pour chaque aéronef correspondent à la moyenne de leurs deux unités.

Les paramètres d'atténuation et de sensitivité à l'altitude nominale de 80 m furent d'abord déterminés par l'acquisition de données aéroportées et terrestres sur le site de calibration de Breckenridge. L'acquisition aéroportée comportait sept séries de deux passes (terrestre et à l'aplomb de la rivière Outaouais) réparties entre les altitudes nominales 500-2000' ASL. Les vols de C-GSGV, C-GSGW et C-GSGZ furent effectués en septembre 2020 ainsi qu'une collecte de données de concentration au sol (**SGL**).

La plupart des paramètres obtenus à partir des calibrations décrites ci-haut résultent d'acquisitions effectuées dans des conditions instrumentales et environnementales essentiellement ponctuelles, donc susceptibles d'ajustements déterminables à partir d'une base statistique plus représentative des conditions rencontrées en cours d'acquisition. Dans le cas du présent levé, cette procédure d'ajustement a été

progressivement effectuée à partir des données des lignes de test acquises à l'aplomb de l'eau (BgL), des lignes de test terrestres (TestL).

Les paramètres initiaux de traitement spectrométrique sur le terrain pour chaque aéronef (Tableaux 5, 6 et 7) furent déterminés selon les résultats préliminaires obtenus par l'utilisation des paramètres test (cosmique, Compton, et Breckenridge) ou par défaut (radon atmosphérique) sur les lignes BgL et TestL acquises lors des premiers vols. Une moyenne des comptes atténués suffisamment près du ZÉRO fut obtenue sur les BgL étudiés, confirmant les résultats positifs obtenus lors des tests de Breckenridge, et ne justifiant, à ce stade préliminaire, aucun ajustement des paramètres test de niveau de base de l'aéronef;

Un traitement complet des données selon les paramètres initiaux (voir plus haut et au Tableaux 5, 6 et 7) put alors être effectué sur une base quotidienne, pour fins de contrôle de la qualité, comme suit:

- inspection des ROI bruts, tel qu'obtenus par sommation des canaux spectre (voir plus haut);
- soustraction des niveaux de base cosmique et de l'aéronef;
- soustraction du niveau de base radon (paramètres par défaut);
- soustraction de l'effet Compton sur les ROI K-U-Th;
- calcul de l'élévation AGL à pression et température standard, utilisant des canaux radar filtrés, de pression filtrés, et de température filtrés préalablement édités;
- compensation de l'atténuation des comptes due aux variations de l'altitude vs. 80 m AGL;
- calcul des concentrations selon les sensibilités déterminées pour 80 m AGL;
- calcul préliminaire des rapports U/Th, U/K, et Th/K, ainsi que de l'image ternaire;

Pour calculer la hauteur effective au-dessus du sol (AGL), un filtre passe-bas de 67 points (Annexe E) a été appliqué aux données de l'altimètre radar à 10 Hz et toutes les données à 10 Hz de l'altimètre barométrique ont été filtrées avec un filtre passe-bas dans le domaine des fréquences. Les données de l'altimètre barométrique ont été converties en pression équivalente et utilisé avec la température enregistrée pour convertir les données de l'altimètre radar à une hauteur effective à une pression et température standard (STP).

Les données spectrométriques, 1024 canaux, ont été analysées utilisant noise adjusted singular value decomposition (NASVD; J. Hovgaard and R L. Grasty paper 98; Geophysics and Geochemistry at the Millennium, Proceedings of the 4th Decennial International Conference on Mineral Exploration, 1997). La normalisation, par rapport au taux de compte, est réalisée en divisant chaque spectre d'énergie mesuré par la racine carrée du meilleur ajustement du spectre moyen (composante zéro). La méthode NASVD détermine les composantes en ordre d'importance par rapport à la valeur de la variance dans les données qu'elles décrivent. Chaque composante est un spectre avec 1024 canaux. En théorie, le nombre de composante est égale au nombre de canaux. Les variations dans le signal sont prises en considération par les composantes primaires et les variations dûes au bruit sont prises en considération par les composantes de degré plus haut.

En raison des différences de contenu spectral pour les données volées à différentes hauteurs effectives, aux fins de l'analyse de la NASVD, les données ont été divisées en données volées à haute altitude (au-dessus de 300 m) et à basse altitude (en dessous de 300 m). Pour les données volées à basse altitude, les composantes 0 à 23 ont été sélectionnées, les composantes 5, 11, 16, 20 et 22 ayant été omises. Pour les données des vols à haute altitude, seules les composantes 0-3 contenaient un signal significatif.

Les paramètres finaux de soustraction du niveau de base du radon atmosphérique ont pu être déterminés à la fin du levé par la compilation des données des lignes test à l'aplomb d'une étendue d'eau (BgL) qui furent régulièrement acquises en début, milieu et/ou fin de journée par chacun des aéronefs. Les relations linéaires entre les ROI TC-K-Uup-Th par rapport au ROI U furent déterminées par régression linéaire, tel



qu'indiqué au Tableaux 5, 6 et 7 plus bas. Les coefficients finaux ont été affinés pour mieux représenter les données du levé et les données test.

Les paramètres A1 et A2 (skyshine) ont été déterminés par les données du levé. Ces paramètres permettent le calcul du niveau de base radon brut pour l'uranium down et subséquemment l'obtention du niveau effectif par filtrage passe-bas. Les niveaux de base radon pour TC-K-Uup-Th peuvent ensuite être calculés et soustraits en multipliant leur paramètre respectif Ir-Kr-Tr-ur par le niveau de base effectif de l'uranium down.

Les paramètres finaux du traitement spectrométrique ont été déterminés en ajustant les paramètres préliminaires obtenus à partir des tests de calibration (cosmique, radon, dépouillement Compton et atténuation) en évaluant leur impact sur les données du levé.

Une liste des paramètres finaux peut être consultée aux Tableaux 5, 6 et 7, tandis que les compilations des tests et calibrations spectrométriques sont disponibles en annexe.

Des corrections ont été appliquées après avoir examiné les mailles avec les données des lignes test. Voir Annexe C pour les lignes qui ont été corrigées pour tenir compte de la base du radon non résolu et/ou des changements de conditions du sol, avec leur valeur de correction. La colonne « Temps d'application » indique les temps (en secondes UTC) entre lesquelles des corrections ont été appliquées. Les corrections dans les tables d'Annexe C ont été appliquées aux données en comptes par seconde avant la conversion à des concentrations.

Malgré tous ces traitements, des corrugations résiduelles étaient toujours observables sur les mailles des concentrations calculées, tout particulièrement dans le cas de l'uranium. Ce problème, bien que partiellement explicable par des conditions environnementales variables, est très probablement causé par une relative inefficacité des formules théoriques employées pour la détermination du niveau de base radon. Afin d'obtenir des mailles de plus haute qualité, il fut entendu avec le MERN d'utiliser la solution pragmatique du nivellement polynomial différentiel, une technique similaire au micro-nivellement.

Selon la méthode de Beiki et. al (2010, Geophysics, Vol. 75, No. 1, L13-L23), le nivellement polynomial différentiel a été utilisé pour corriger les effets résiduels du radon dans le canal d'uranium mesuré. L'algorithme est basé sur l'ajustement polynomial des points de données dans des fenêtres glissantes 1D et 2D. L'erreur de nivellement est prise comme la différence entre les données ajustées polynomiales 1D et 2D au centre des fenêtres. Les polynômes d'ordre 1 ont été utilisés avec un rayon de recherche de 600m pour le comptage total, le potassium et le thorium et de 1600m pour l'uranium. Les corrections ont été limitées à +/- 3 nGy/h pour le comptage total, +/- 0.1% pour le potassium, +/- 0.15 ppm pour l'uranium et +/- 0.1 ppm pour le thorium.

Il est bon de noter qu'une bonne corrélation entre les corrections pour chacun des canaux fut observée, tout particulièrement dans le cas du taux d'absorption (TC) et de la concentration en uranium, ce qui indique que la cause principale du problème nécessitant le nivellement en basse altitude réside très probablement au niveau de la détermination des niveaux de base radon.

Les limites de hauteur maximales placées sur les données sont variables. En général, plus le signal est fort, plus les données peuvent être retenues. Pour cette raison une seule limite de hauteur effective maximale n'est pas fixée pour toutes les données, au lieu de cela une limite est fixée pour chaque indépendant ROI. De plus, deux limites sont fixées pour chaque ROI, une pour les zones à compte élevé (principalement sur les collines) et une autre pour les zones à faible compte (principalement sur les zones basses et plates). Les limites que nous avons sélectionnées pour cette livraison sont les suivantes:

- Hauteur effective maximale du compte total de 400 m pour < 150 cps
- Hauteur effective maximale du compte total 450 m pour > 150 cps

- Hauteur maximale effective du potassium 400 m pour < 30 cps
- Hauteur maximale effective du potassium 450 m pour > 30 cps

- Hauteur maximale effective de l'uranium 250 m pour < 15 cps
- Hauteur maximale effective de l'uranium 400 m pour > 15 cps

- Hauteur maximale effective du thorium 350 m pour < 10 cps
- Hauteur maximale effective du thorium 400 m pour > 10 cps

Les rapports U/Th, U/K, Th/K furent initialement calculés à partir des concentrations finales. Il fut nécessaire de contrôler, et d'éliminer au besoin, l'effet des valeurs de concentration trop basses K (<0,05%). En outre, les ratios ne sont calculés que si le numérateur et le dénominateur sont tout les deux équivalents à 100 comptes. Lorsque cette condition n'est pas atteinte, l'échantillonnage peut augmenter jusqu'à 500 m dans une rayon autour de l'échantillon de la maille. L'échantillon de la maille est annulé si ces conditions ne sont pas rencontrés. Les rapports ont été corrigés selon les principes suivants:

- U/Th : annulation systématique des rapports pour numérateur U<10,38 et dénominateur Th<18,69;
- U/K : annulation systématique des rapports pour numérateur U<10,38, et dénominateur K<1,20;
- Th/K : annulation systématique des rapports pour numérateur Th<18,69, et dénominateur K<1,20;

Ces limites sont basées sur la sensibilité moyenne des trois systèmes de spectromètre utilisés pour le levé.

6.5.1. Données maillées

Les données spectrométriques finales ont été maillées à l'aide d'un algorithme de courbure minimale pour créer une maille bidimensionnelle échantillonnée de manière égale dans les directions x et y. L'algorithme produit une grille lisse en résolvant itérativement un ensemble d'équations de différence minimisant la dérivée horizontale seconde totale tout en essayant d'honorer les données d'entrée (Briggs, 1974). Les grilles finales des données radiométriques ont été créées avec une taille de cellule de grille de 50 m.

6.5.2. Carte ternaire des radioéléments

La carte ternaire des radioéléments est générée selon les principes décrits dans le document AIEA-TECDOC-1363 "Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data" (AIEA 2003). La carte ternaire est une image composite en couleur dans laquelle les concentrations relatives de potassium, d'uranium équivalent et de thorium équivalent déterminent la teinte de la couleur tandis que l'intensité globale de la teinte est déterminée par la radioactivité totale.

La radioactivité totale (TR) est calculée comme suit :

$$TR = K + eU + \frac{eTh}{4}$$

où K est exprimé en pourcentage et eU et eTh sont exprimés en ppm.

La radioactivité totale est divisée en cinq niveaux qui, ensemble, couvrent toute la gamme des valeurs allant de zéro à la radioactivité totale maximale rencontrée. L'intensité des couleurs utilisées augmente pour chaque niveau supérieur de radioactivité totale.

Les concentrations relatives de chaque radioélément sont calculées comme suit :

$$K_n = \frac{K}{(K + eU + eTh/4)}$$

$$U_n = \frac{U}{(K + eU + eTh/4)}$$

$$Th_n = \frac{(Th/4)}{(K + eU + eTh/4)}$$

Cela permet de normaliser les données par rapport aux concentrations moyennes de la croûte terrestre. Chaque concentration relative est exprimée en pourcentage de la radioactivité totale, et ensemble elles s'élèvent à 100 %. La saturation relative du magenta, du cyan et du jaune est déterminée par le pourcentage de la concentration relative de potassium, d'uranium et de thorium respectivement. Par exemple, 100 % de potassium sera représenté par du magenta pur. À l'intérieur de chaque niveau de radioactivité totale, toute la gamme des couleurs possibles est attribuée pour obtenir une répartition égale de la surface, de sorte que toutes les couleurs apparaissent en même abondance sur l'image ternaire. Cette approche permet de conserver la résolution la plus détaillée des données de l'image ternaire.

Paramètres de traitement spectrométrique – C-GSGV		
Fenêtre	Niveau de base cosmique (b)	Niveau de base de l'aéronef (a)
Total	1.0650	29.2944
Potassium	0.0563	8.9131
Uranium	0.0331	0.0000
Thorium	0.0562	0.0000
Cosmique	0.0085	0.0428
Niveau de base radon	a	b
Total (I _r)	19.000	0.0000
Potassium (K _r)	0.8300	0.0000
Thorium (T _r)	0.0417	0.0000
Up (u _r)	0.2900	0.0000
Composante du sol	A ₁	A ₂
Up (u _g)	0.031957	0.029276
Niveau de base Compton	Contribution au sol	Ajustement de la hauteur effective (m ⁻¹)
α	0.2930	0.00049
β	0.4088	0.00065
γ	0.7959	0.00069
a	0.0484	

b	0.0000	
g	0.0069	
Atténuation (m⁻¹)		
Total		-0.006988
Potassium		-0.008979
Uranium		-0.006788
Thorium		-0.006957
Sensitivité (ajusté au bloc B)		
Total		32.9924 cps/(nGy/h)
Potassium		84.41 cps/%
Uranium		11.48 cps/eU ppm
Thorium		5.24 cps/eTh ppm

Tableau 5: Résumé des paramètres de traitement spectrométrique, C-GSGV

Paramètres de traitement spectrométrique – C-GSGW		
Fenêtre	Niveau de base cosmique (b)	Niveau de base de l'aéronef (a)
Total	1.2454	37.4645
Potassium	0.0664	9.4227
Uranium	0.0479	0.0000
Thorium	0.0613	0.0000
Cosmique	0.0120	0.0891
Niveau de base radon	a	b
Total (I _r)	18.2000	0.0000
Potassium (K _r)	0.8700	0.0000
Thorium (T _r)	0.0522	0.0000
Up (u _r)	0.3000	0.0000
Composante du sol	A₁	A₂
Up (u _g)	0.026713	0.038609
Niveau de base Compton	Contribution au sol	Ajustement de la hauteur effective (m⁻¹)
α	0.2972	0.00049
β	0.4069	0.00065
γ	0.7732	0.00069
a	0.0465	
b	0.0000	
g	0.0057	
Atténuation (m⁻¹)		

Total	-0.007106
Potassium	-0.009239
Uranium	-0.007166
Thorium	-0.006779
Sensitivité (ajusté au bloc B)	
Total	33.2668 cps/(nGy/h)
Potassium	87.19 cps/%
Uranium	8.89 cps/eU ppm
Thorium	5.36 cps/eTh ppm

Tableau 6: Résumé des paramètres de traitement spectrométrique, C-GSGW

Paramètres de traitement spectrométrique – C-GSGZ		
Fenêtre	Niveau de base cosmique (b)	Niveau de base de l'aéronef (a)
Total	1.1130	26.0000
Potassium	0.0558	9.6800
Uranium	0.0329	0.0000
Thorium	0.0549	0.0000
Cosmique	0.0093	0.0908
Niveau de base radon	a	b
Total (I_r)	17.5000	0.0000
Potassium (K_r)	0.8500	0.0000
Thorium (T_r)	0.0424	0.0000
Up (u_r)	0.2900	0.0000
Composante du sol	A₁	A₂
Up (u_g)	0.024487	0.035555
Niveau de base Compton	Contribution au sol	Ajustement de la hauteur effective (m ⁻¹)
α	0.3008	0.00049
β	0.4253	0.00065
γ	0.7947	0.00069
a	0.0430	
b	0.0000	
g	0.0076	
Atténuation (m⁻¹)		
Total	-0.007143	
Potassium	-0.008977	
Uranium	-0.008038	



Sander Geophysics

Thorium	-0.006945
Sensitivité (ajusté au bloc B)	
Total	31.5557 cps/(nGy/h)
Potassium	78.14 cps/%
Uranium	8.54 cps/eU ppm
Thorium	5.45 cps/eTh ppm

Tableau 7: Résumé des paramètres de traitement spectrométrique, CGSGZ

7. Produits finaux

7.1. Données numériques

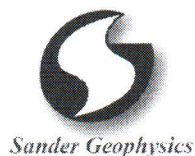
Les données numériques suivantes ont été livrées au **MERN** :

RÉSUMÉ DES PRODUITS NUMÉRIQUES FINAUX		
Produit	Données	Format et projection
Bases de données	Données magnétiques	Geosoft GDB, NAD83
	Données spectrométriques	Geosoft GDB, NAD83
	Coefficients de Keating	Geosoft GDB, NAD83
Mailles	Champ magnétique total résiduel	Geosoft GRD, NAD83
	1VD Dérivée première verticale	Geosoft GRD, NAD83
	2VD Dérivée seconde verticale	Geosoft GRD, NAD83
	Modèle numérique de terrain créée à partir de l'altimètre radar.	Geosoft GRD, NAD83
	Modèle numérique de terrain créée à partir de l'altimètre laser	Geosoft GRD, NAD83
	Taux d'absorption naturel (nGy/h)	
	Équivalent Uranium (ppm)	Geosoft GRD, NAD83
	Équivalent Thorium (ppm)	Geosoft GRD, NAD83
	Potassium (%)	Geosoft GRD, NAD83
	Rapport eqU/eqTh	Geosoft GRD, NAD83
	Rapport eqU/K	Geosoft GRD, NAD83
	Rapport eqTh/K	Geosoft GRD, NAD83
Images	Image ternaire des radioéléments	PDF et Geosoft, NAD83
Rapport	Logistique, traitement et documentation des produits	Word et PDF

Des descriptions complètes des bases de données finales sont fournies en Annexe B.

7.2. Autres produits

- Deux (2) copies papier du rapport final
- Une (1) copie des bandes vidéo sur disque dur



8. Conclusion

L'acquisition des données magnétiques et spectrométriques aéroportées du bloc B situé dans la région de Saguenay-Lac-Saint-Jean, dans le secteur du Lac-Saint-Jean, a été complétée en utilisant trois Cessna 208B Grand Caravan, immatriculés C-GSGV, C-GSGW et C-GSGZ, permettant la mesure du champ magnétique total, grâce à un magnétomètre monté dans un rostre fixé à la queue des avions, et des radiations gamma, grâce à des spectromètres installés dans les avions.

Environ neuf semaines (9) ont été nécessaires pour acquérir les 57 502 km linéaires de données magnétiques et spectrométriques.

Les problèmes majeurs rencontrés lors de ce levé, qui ont considérablement ralenti la production, sont les mauvaises conditions météorologiques. La totalité des données acquises respecte les exigences du **MERN** et a permis la production de produits finaux de haute qualité.

Soumis par:

Dr. Martin Bates, PhD, P. Géo (#2330)

Directeur du département de géophysique et de cartographie

Ordre des géologues du Québec: Autorisation spéciale numéro 20200914

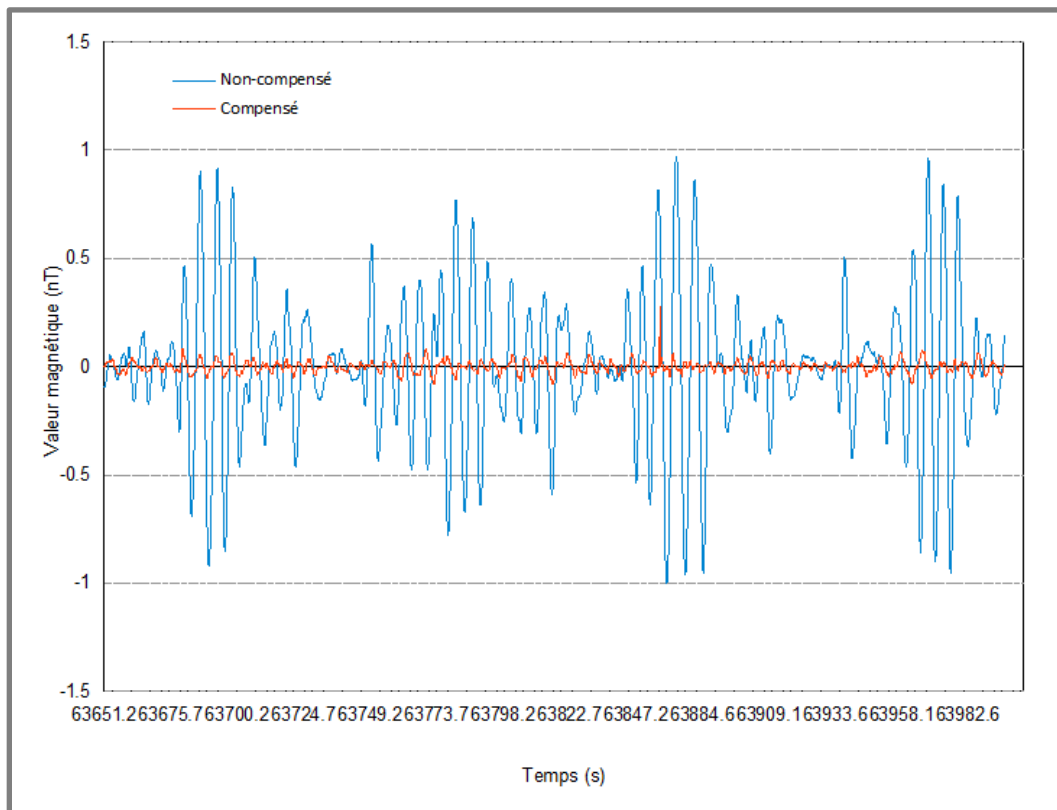
Sander Geophysics Ltd.



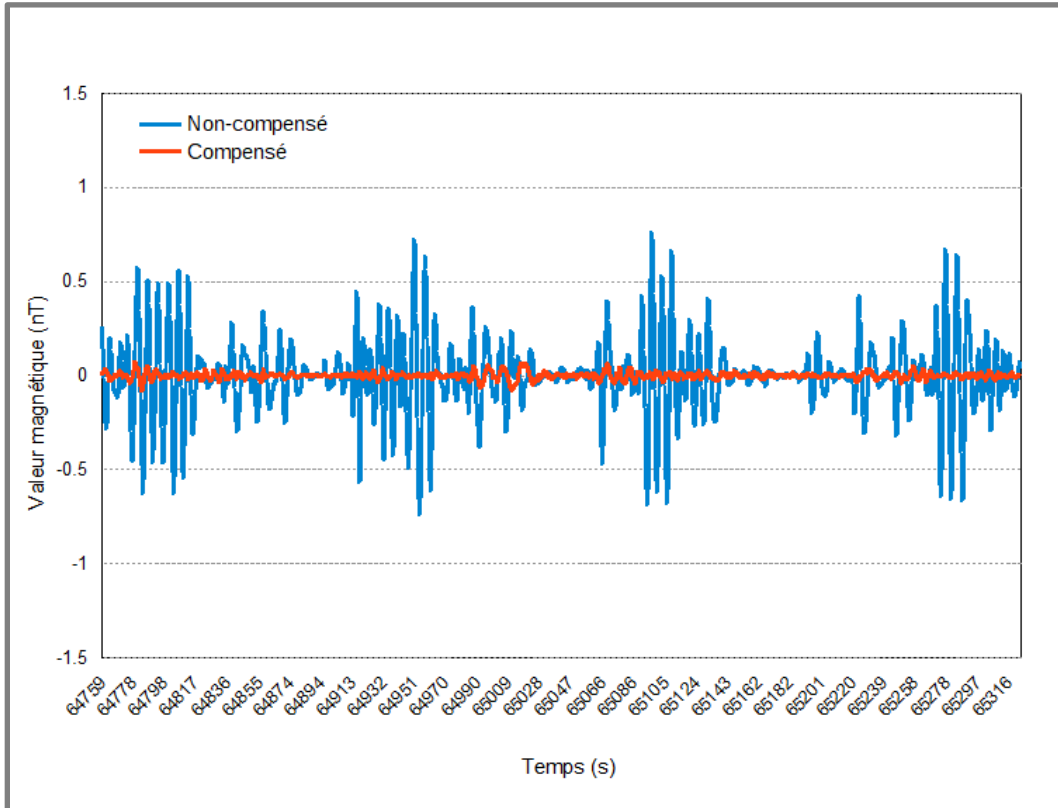
Sander Geophysics

Annexe A – Résultats des tests et calibrations

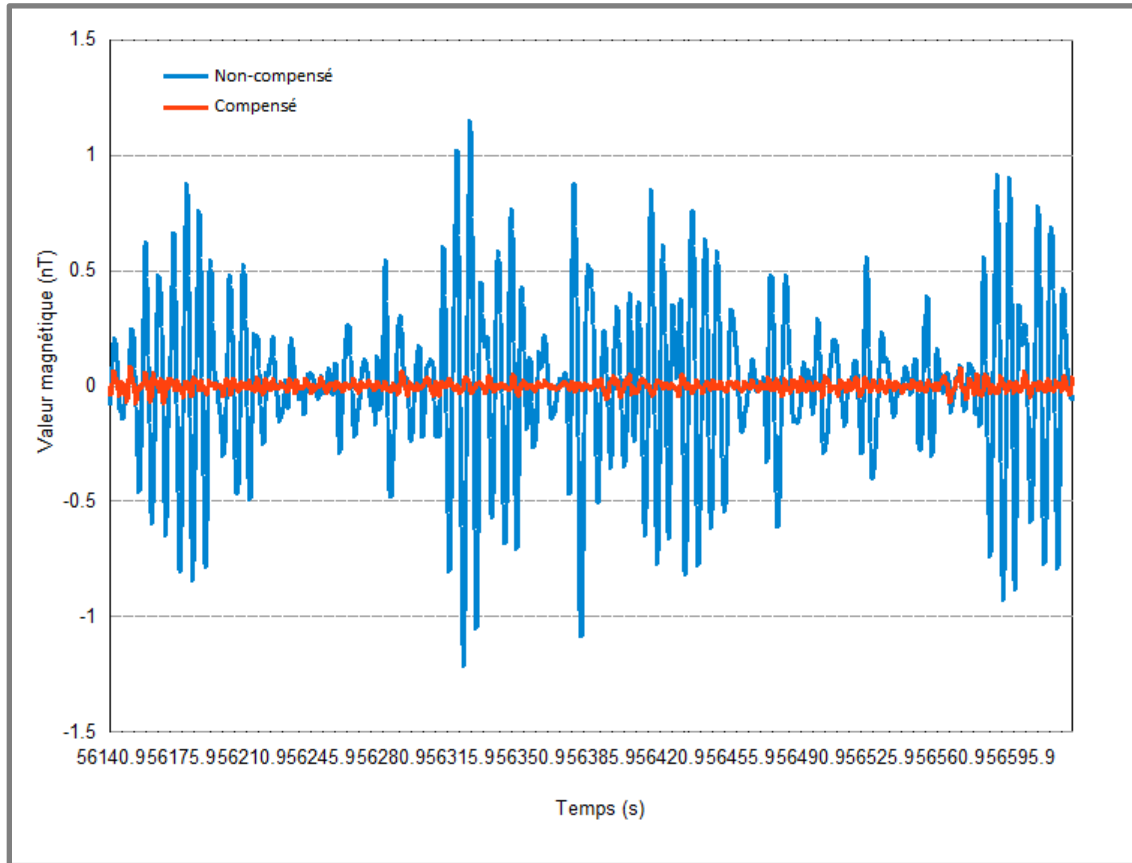
A.1. «Figure of Merit» (FOM)



Test de compensation, C-GSGV, vol 1527, 22 septembre 2020, FOM=1.25



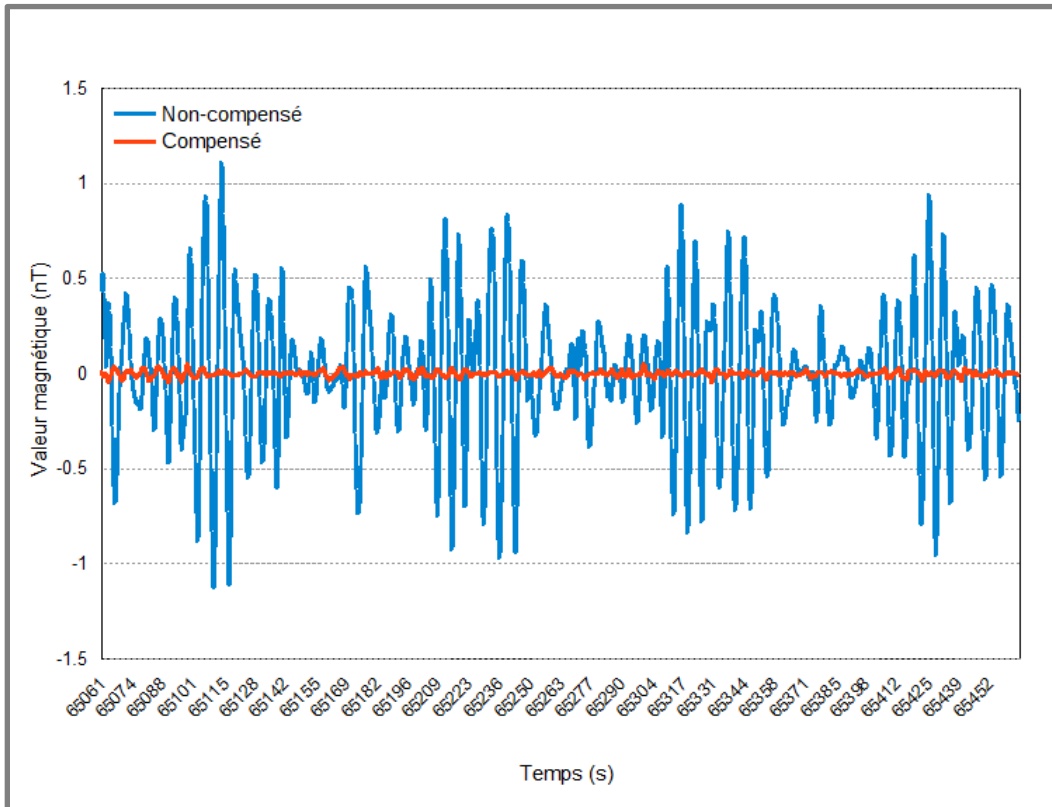
Test de compensation, C-GSGV, vol 3901, 25 septembre 2020, FOM=0.73



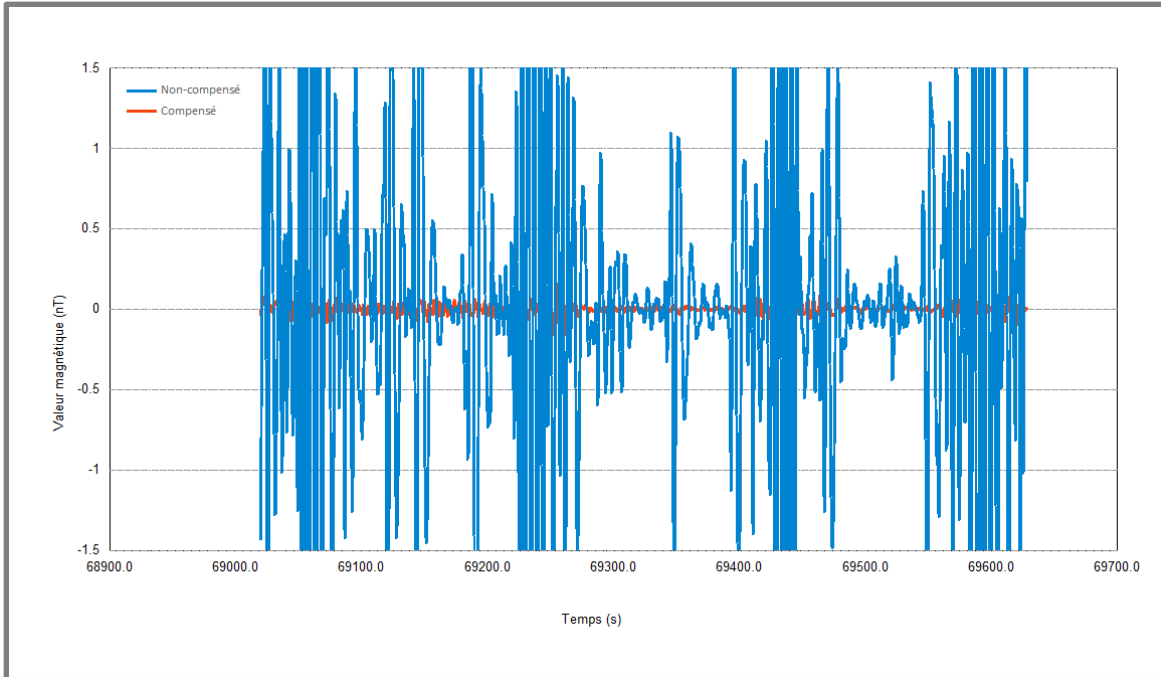
Test de compensation, C-GSGW, vol 1524, 19 septembre 2020, FOM=1.00



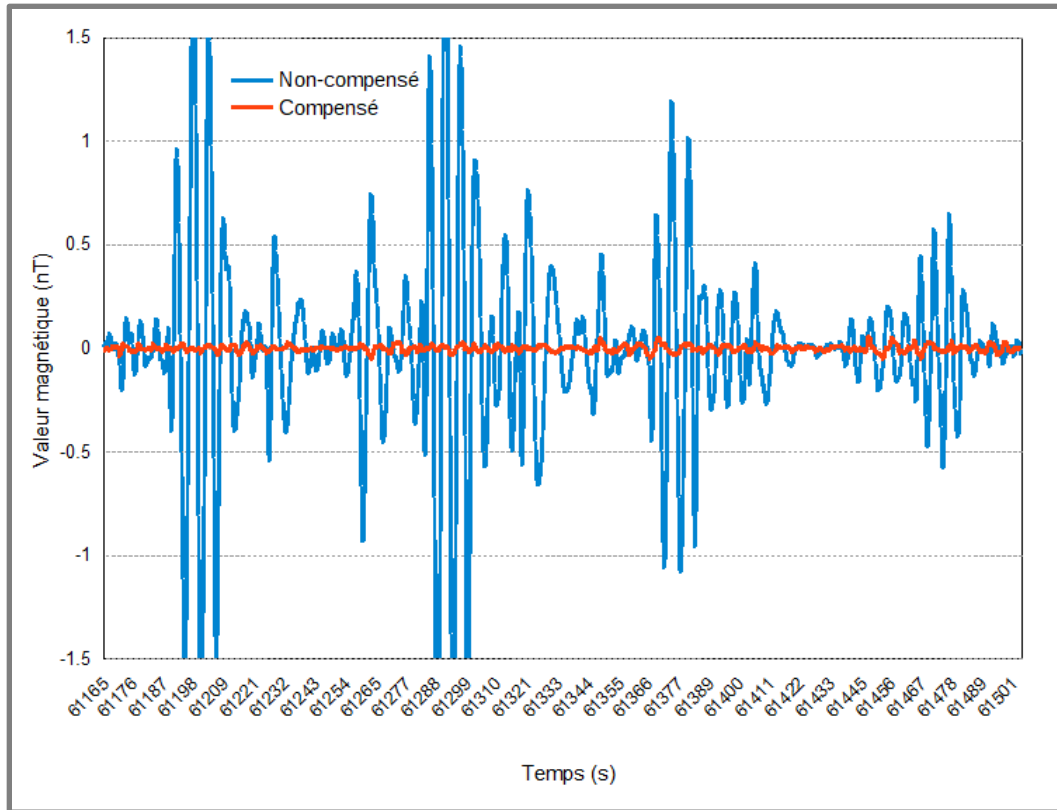
Sander Geophysics



Test de compensation, C-GSGW, vol 2901, 22 septembre 2020, FOM=0.58



Test de compensation, C-GSGZ, vol 1521, 11 septembre 2020, FOM=1.47



Test de compensation, C-GSGZ, vol 6001, 17 septembre 2020, FOM=0.73

A.2. Étalonnage du magnétomètre (Morewood)

Type d'avion:	Cessna Grand Caravan			Type de magnétomètre:	Geometrics G-822A		
Registration :	C-GSGV			Compensator:	Compensation après-vol		
Project :	Lac-Saint-Jean, bloc B			Taux d'échantillonnage:	10/s		
Date :	21 septembre 2020			Système d'acquisition:	SGDAS		
Altitude :	1500 ft AGL			Caméra :	video		
				Images par seconde:	30		

Line #	Dir	HH:MM:SS	GMT sec	Total field Aircraft T1	Ott Stn Prev Min T2	Ott Stn Subs Min T3	Interpolated Reading T4	Calculated T5	Error Value T6	Variation from Average
2001.0.2	N	19:25:38	38	53,341.81	53,978.5	53,978.5	53978.5	53338.4	3.42	0.42
2001.0.1	S	19:16:55	56	53,340.43	53,977.9	53,977.9	53977.9	53337.8	2.61	-0.38
201.0.2	E	19:29:53	53	53,342.03	53,979.1	53,979.1	53979.1	53339.0	3.02	0.02
201.0.1	W	19:21:05	6	53,340.67	53,977.8	53,977.8	53977.8	53337.7	2.98	-0.01
2001.0.4	N	19:42:13	13	53,344.58	53,981.5	53,981.5	53981.5	53341.4	3.17	0.18
2001.0.3	S	19:34:04	5	53,341.67	53,979.0	53,979.0	53979.0	53338.9	2.75	-0.25
201.0.4	E	19:46:11	12	53,345.24	53,982.6	53,982.6	53982.6	53342.5	2.79	-0.21
201.0.3	W	19:38:09	9	53,343.89	53,980.8	53,980.8	53980.8	53340.7	3.23	0.23
Total :									23.98	
Average:									3.00	
Average N-S Heading Error :							0.61 nT			
Average E-W Heading Error :							-0.20 nT			



Type d'avion:	Cessna Grand Caravan			Type de magnétomètre:	Geometrics G-822A		
Registration :	C-GSGW			Compensator:	Compensation après-vol		
Project :	Lac-Saint-Jean, bloc B			Taux d'échantillonnage:	10/s		
Date :	19 septembre 2020			Système d'acquisition:	SGDAS		
Altitude :	1500 ft AGL			Caméra :	video		
				Images par seconde:	30		

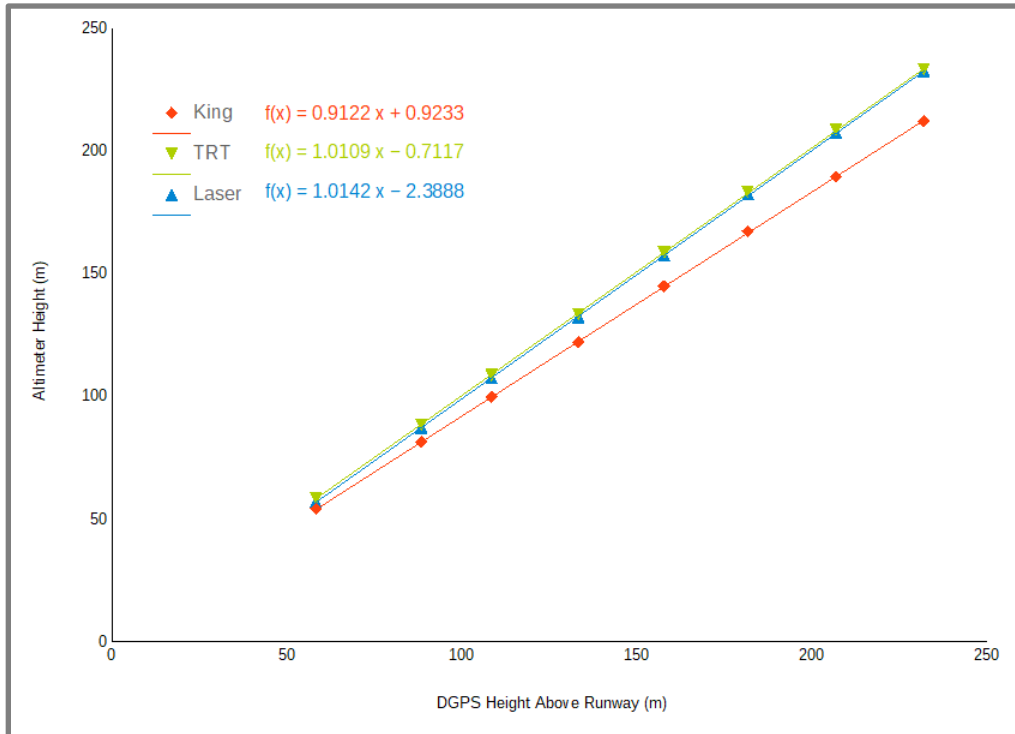
Line #	Dir	HH:MM:SS	GMT sec	Total field Aircraft T1	Ott Stn Prev Min T2	Ott Stn Subs Min T3	Interpolated Reading T4	Calculated T5	Error Value T6	Variation from Average
2001.0.1	N	16:46:52	53	53,331.22	53,968.9	53,968.9	53968.9	53328.8	2.40	0.25
2001.0.2	S	16:56:01	2	53,330.73	53,969.1	53,969.1	53969.1	53329.0	1.75	-0.40
201.0.2	E	17:00:31	31	53,331.67	53,969.5	53,969.5	53969.5	53329.4	2.28	0.13
201.0.1	W	16:51:33	33	53,330.41	53,968.7	53,968.7	53968.7	53328.6	1.85	-0.29
2001.0.3	N	17:05:13	14	53,332.33	53,969.9	53,969.9	53969.9	53329.8	2.55	0.41
2001.0.4	S	17:14:11	12	53,332.28	53,970.6	53,970.6	53970.6	53330.5	1.77	-0.38
201.0.4	E	17:18:41	42	53,333.64	53,971.4	53,971.4	53971.4	53331.3	2.31	0.17
201.0.3	W	17:09:50	50	53,332.32	53,970.2	53,970.2	53970.2	53330.1	2.26	0.12
Total :									17.17	
Average:									2.15	
Average N-S Heading Error :						0.72 nT				
Average E-W Heading Error :						0.24 nT				



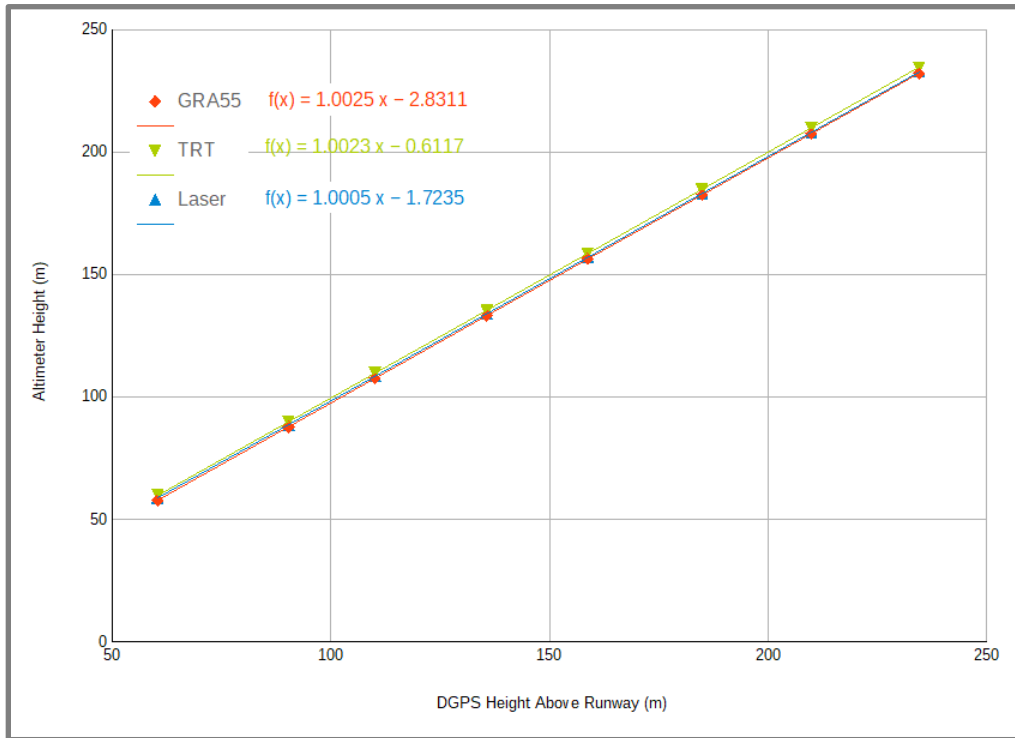
Type d'avion:	Cessna Grand Caravan	Date :	September 11, 2020
Registration :	C-GSGZ	Height flown :	1500 ft AGL
Project :	Lac-Saint-Jean, bloc B	Magnetometer type :	GEOMETRICS G-822A
		Compensator:	Compensation après-vol
Date :	11 septembre 2020	Sampling rate :	10/s
Altitude :	1500 ft AGL	Data acquisition system :	SGDAS
		Camera :	video
		Camera sampling rate :	continuous

Line #	Dir	HH:MM:SS	GMT sec	Total field Aircraft	Grnd Stn Prev Min	Grnd Stn Subs Min	Interpolated Reading	Calculated	Error Value	Variation from Average	
				T1	T2	T3	T4	T5	T6		
2001.0.2	N	21:09:51	52	53,349.09	53,991.7	53,991.7	53991.7	53351.6	-2.53	0.21	
2001.0.1	S	21:01:11	12	53,346.65	53,989.5	53,989.5	53989.5	53349.4	-2.77	-0.03	
201.0.1	E	21:05:31	32	53,347.69	53,990.5	53,990.5	53990.5	53350.4	-2.70	0.03	
201.0.2	W	21:13:22	23	53,348.44	53,991.5	53,991.5	53991.5	53351.4	-2.93	-0.20	
2001.0.4	N	21:25:55	56	53,347.03	53,989.4	53,989.4	53989.4	53349.3	-2.27	0.47	
2001.0.3	S	21:17:26	27	53,346.97	53,990.2	53,990.2	53990.2	53350.1	-3.14	-0.40	
201.0.3	E	21:21:39	39	53,347.12	53,990.1	53,990.1	53990.1	53350.0	-2.84	-0.10	
201.0.4	W	21:29:41	42	53,345.41	53,988.2	53,988.2	53988.2	53348.1	-2.71	0.02	
									Total :	-21.88	
									Average:	-2.73	
Average N-S Heading Error :						0.56 nT					
Average E-W Heading Error :						0.05 nT					

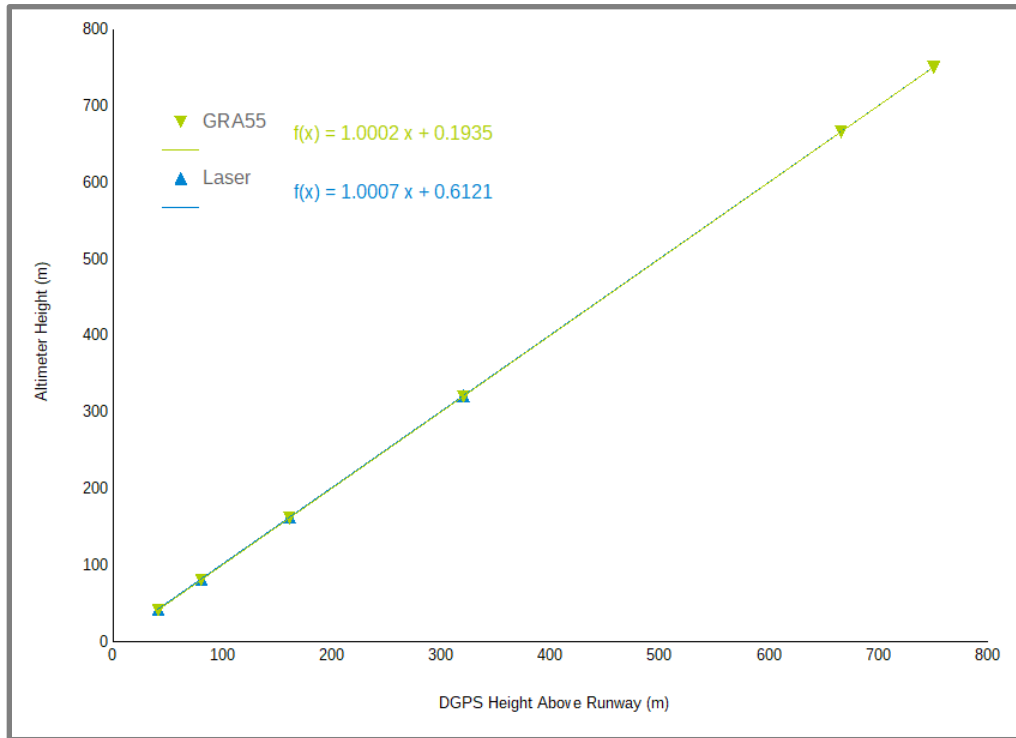
A.3. Étalonnage de l'altimètre



Étalonnage de l'altimètre, C-GSGV, vol 1526, 21 septembre 2020

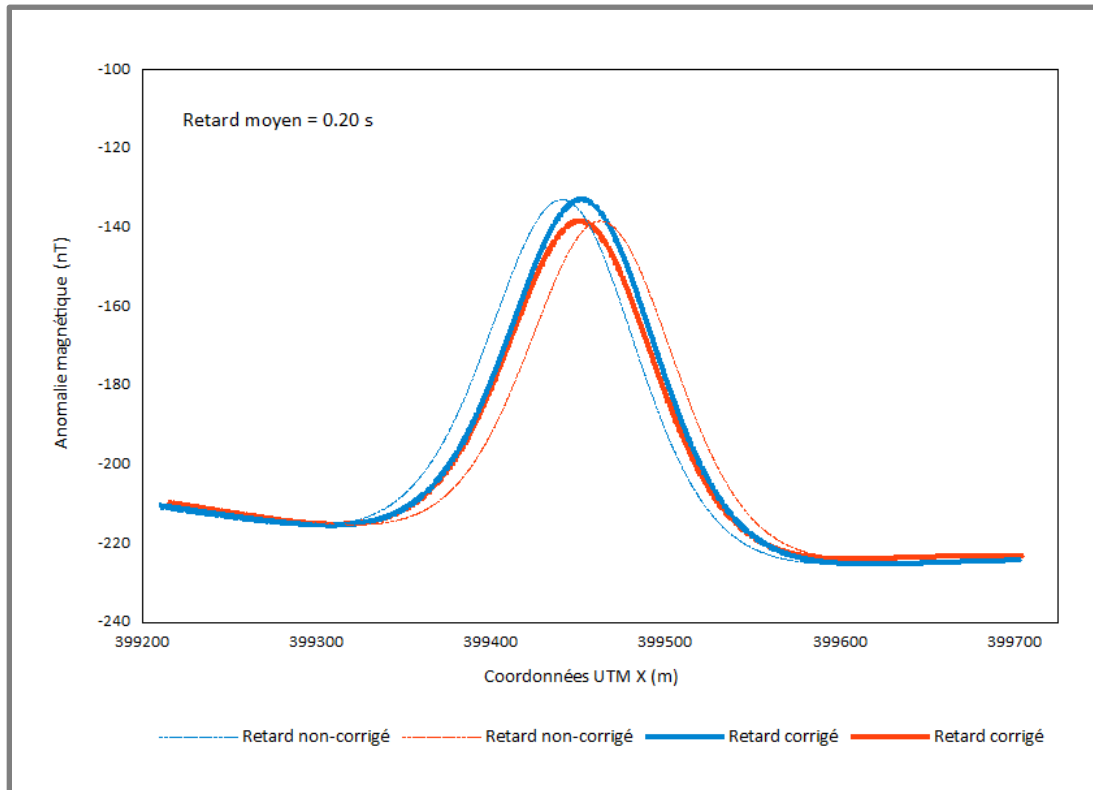


Étalonnage de l'altimètre, C-GSGW, vol 1524, 19 septembre 2020

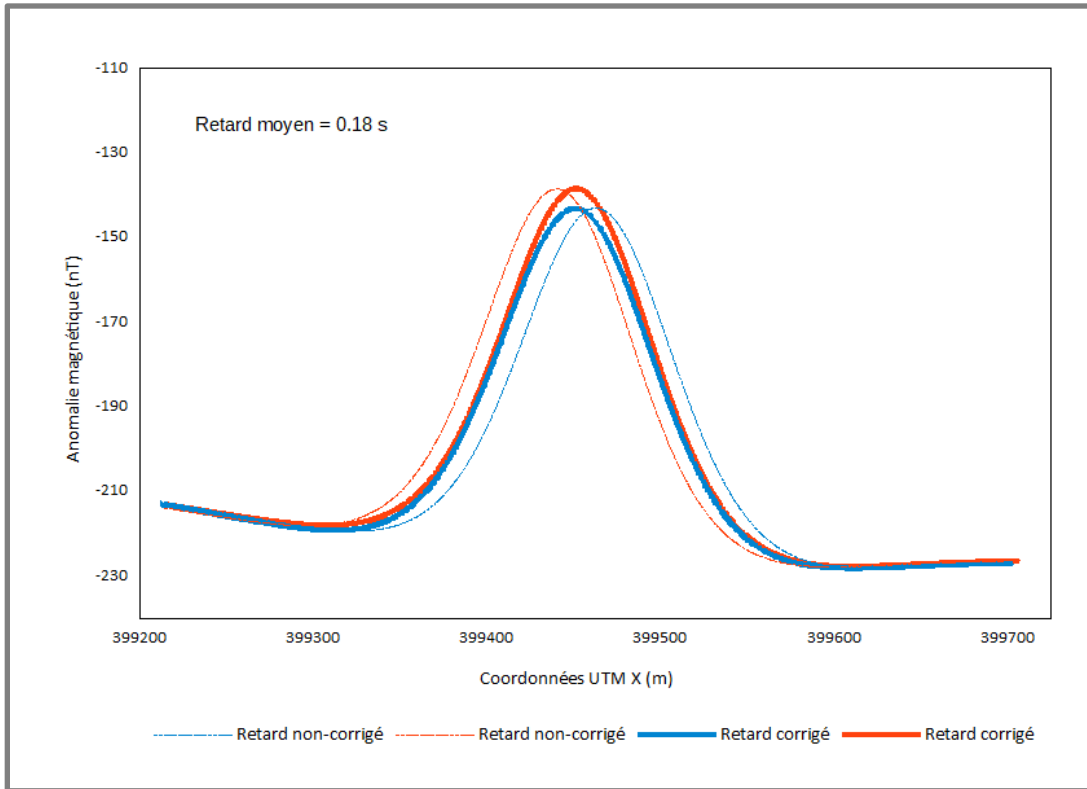


Étalonnage de l'altimètre, C-GSGZ, vol 1523, 11 septembre 2020

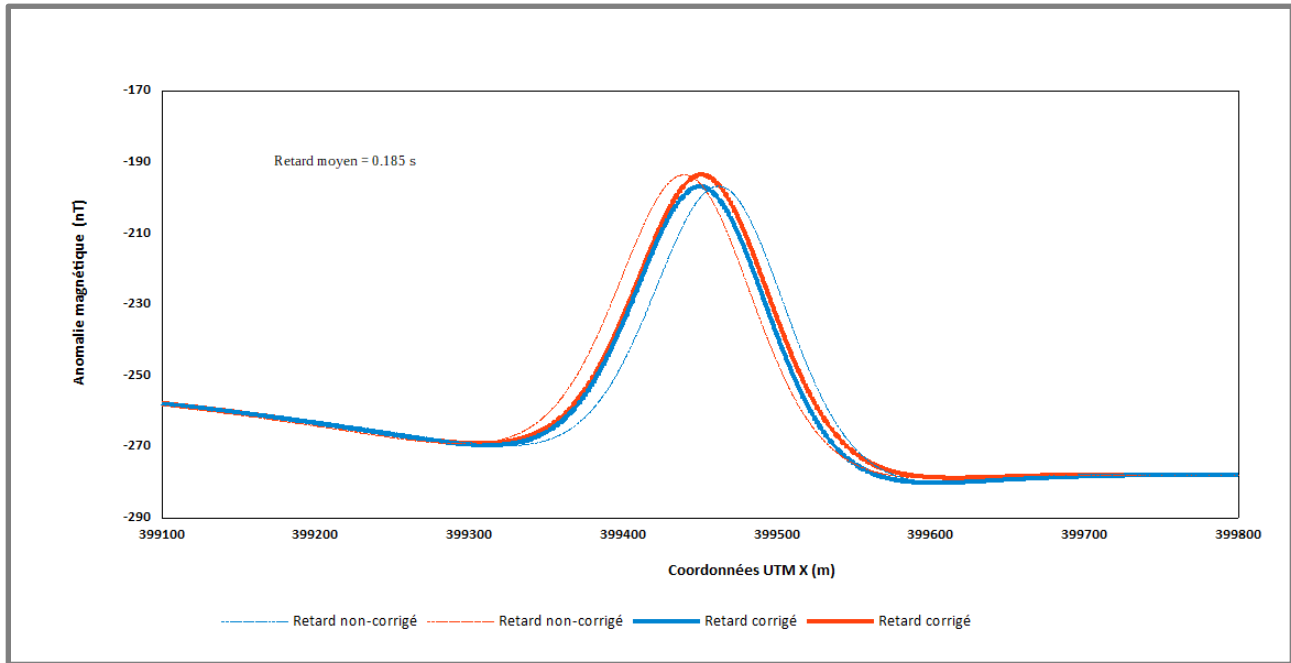
A.4. Test de parallaxe (lag)



Test de parallaxe, C-GSGV, vol 1526, 21 septembre 2020



Test de parallaxe, C-GSGW, vol 1524, 19 septembre 2020



Test de parallaxe C-GSGZ, vol 1521, 11 septembre 2020

A.5. Calibration des spectromètres

Dépouillement compton avec C-GSGV

PACK A -- SGSpec9	ratio	stdev
TH into U (ALPHA = A23/A33):	0.2965	0.0033
TH into K (BETA = A13/A33):	0.4042	0.0068
U into K (GAMMA = A12/A22):	0.7981	0.0195
U into TH (A = A32/A22):	0.0512	0.0076
K into TH (B = A31/A11):	-0.0052	0.0064
K into U (G = A21/A11):	0.0066	0.0034
PACK B -- SGSpec10	ratio	stdev
TH into U (ALPHA = A23/A33):	0.2894	0.0036
TH into K (BETA = A13/A33):	0.4133	0.0077
U into K (GAMMA = A12/A22):	0.7937	0.0224
U into TH (A = A32/A22):	0.0456	0.0076
K into TH (B = A31/A11):	0.0028	0.0054
K into U (G = A21/A11):	0.0072	0.0029
SYSTEM STRIPPING RATIOS		
(valeurs moyennes)		
TH into U (ALPHA = A23/A33):	0.2930	
TH into K (BETA = A13/A33):	0.4088	
U into K (GAMMA = A12/A22):	0.7959	
U into TH (A = A32/A22):	0.0484	
K into TH (B = A31/A11):	-0.0012	
K into U (G = A21/A11):	0.0069	

Dépouillement compton avec C-GSGW

PACK A -- SGSpec9	ratio	stdev
TH into U (ALPHA = A23/A33):	0.3040	0.0035
TH into K (BETA = A13/A33):	0.4160	0.0074
U into K (GAMMA = A12/A22):	0.7888	0.0214
U into TH (A = A32/A22):	0.0483	0.0080
K into TH (B = A31/A11):	-0.0019	0.0061
K into U (G = A21/A11):	0.0077	0.0033
PACK B -- SGSpec10	ratio	stdev
TH into U (ALPHA = A23/A33):	0.2903	0.0035
TH into K (BETA = A13/A33):	0.3978	0.0074
U into K (GAMMA = A12/A22):	0.7575	0.0212
U into TH (A = A32/A22):	0.0447	0.0078
K into TH (B = A31/A11):	-0.0033	0.0060
K into U (G = A21/A11):	0.0036	0.0032
SYSTEM STRIPPING RATIOS (valeurs moyennes)		
TH into U (ALPHA = A23/A33):	0.2972	
TH into K (BETA = A13/A33):	0.4069	
U into K (GAMMA = A12/A22):	0.7732	
U into TH (A = A32/A22):	0.0465	
K into TH (B = A31/A11):	0.0000	
K into U (G = A21/A11):	0.0057	

Dépouillement compton avec C-GSGZ

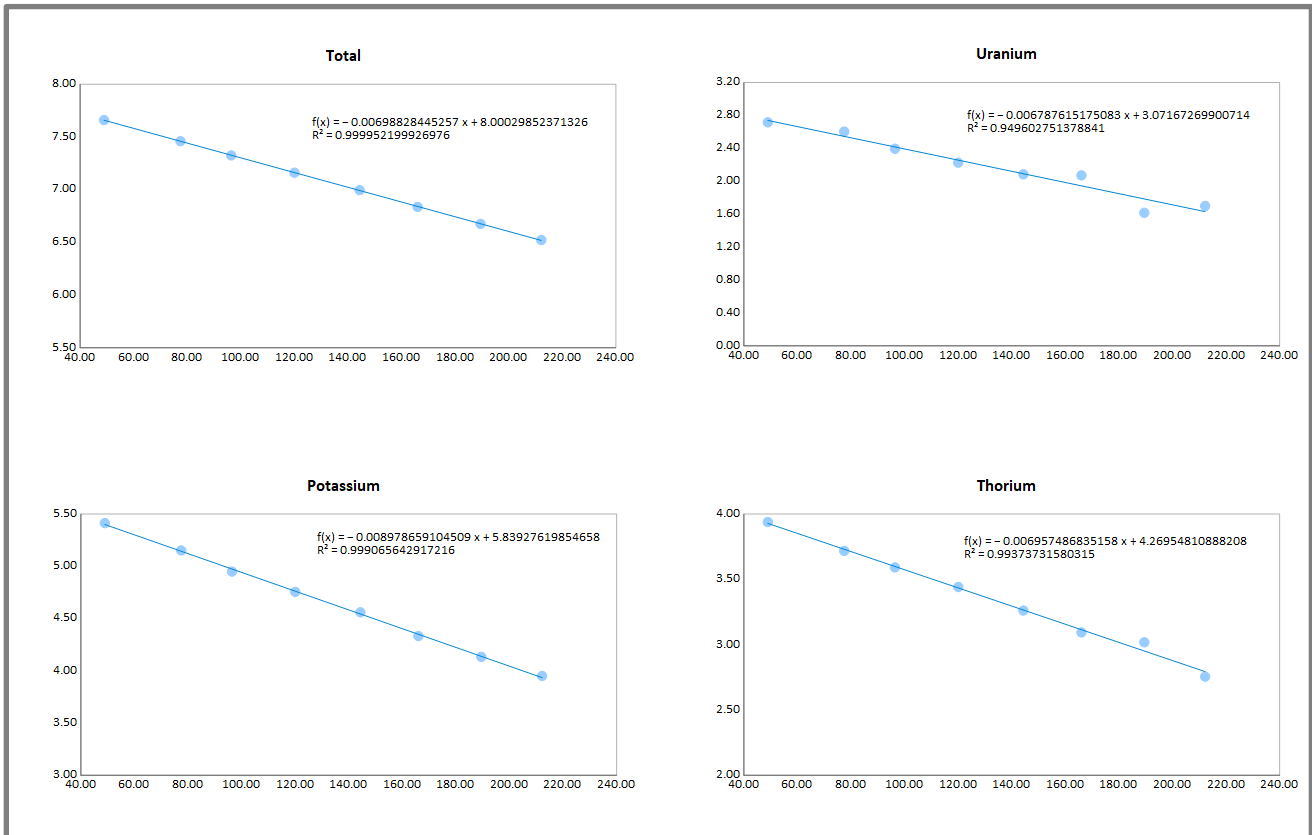
PACK A -- SGSpec9	ratio	stdev
TH into U (ALPHA = A23/A33):	0.2970	0.0043
TH into K (BETA = A13/A33):	0.4428	0.0093
U into K (GAMMA = A12/A22):	0.7706	0.0224
U into TH (A = A32/A22):	0.0399	0.0083
K into TH (B = A31/A11):	-0.0038	0.0065
K into U (G = A21/A11):	0.0043	0.0038
PACK B -- SGSpec10	ratio	stdev
TH into U (ALPHA = A23/A33):	0.3045	0.0045
TH into K (BETA = A13/A33):	0.4077	0.0096
U into K (GAMMA = A12/A22):	0.8188	0.0251
U into TH (A = A32/A22):	0.0461	0.0090
K into TH (B = A31/A11):	-0.0067	0.0063
K into U (G = A21/A11):	0.0109	0.0039
SYSTEM STRIPPING RATIOS (valeurs moyennes)		
TH into U (ALPHA = A23/A33):	0.3008	
TH into K (BETA = A13/A33):	0.4253	
U into K (GAMMA = A12/A22):	0.7947	
U into TH (A = A32/A22):	0.0430	
K into TH (B = A31/A11):	-0.0053	
K into U (G = A21/A11):	0.0076	

A.6. Test de Breckenridge

C-GSGV

- 21 septembre 2020
- vol 1526

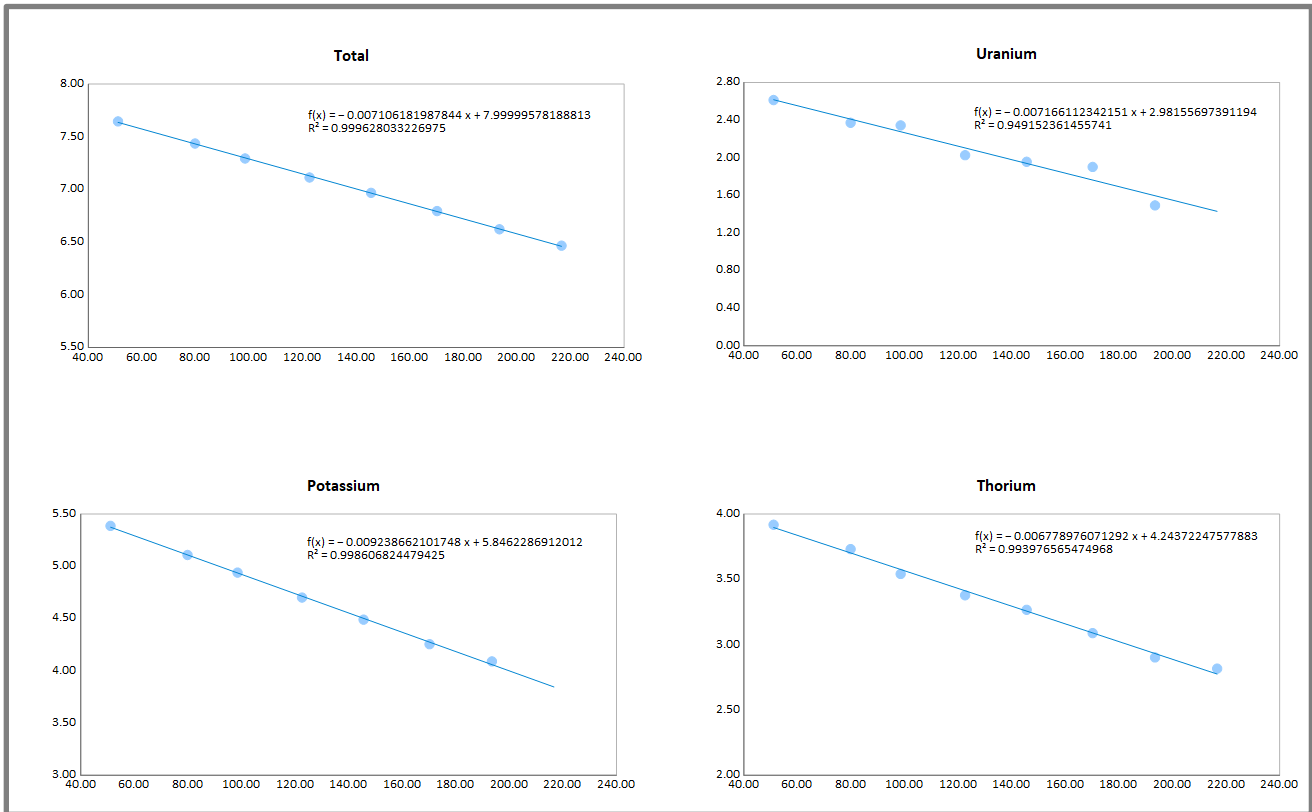
EH =	Hauteur effective	Coefficients d'atténuation											
TC =	Compte total	TC	-0.006988										
K =	Potassium	K	-0.008979										
U =	Uranium	U	-0.006788										
Th =	Thorium	Th	-0.006957										
0													
Données converties en cps										Données corrigées (80 m AGL)			
EH	TC	K	U	Th	K/U	lnTC	lnK	lnU	lnTh	TC	K	U	Th
m	cps	cps	cps	cps						cps	cps	cps	cps
48.94	2121.98	224.38	15.12	51.38	14.84	7.66	5.41	2.72	3.94	1707.90	169.77	12.26	41.38
77.46	1736.01	172.65	13.51	41.18	12.78	7.46	5.15	2.60	3.72	1705.29	168.72	13.28	40.46
96.41	1517.38	141.09	10.97	36.28	12.86	7.32	4.95	2.40	3.59	1701.69	163.47	12.26	40.67
120.02	1287.65	116.17	9.26	31.23	12.55	7.16	4.76	2.23	3.44	1702.95	166.33	12.14	41.24
144.34	1090.61	95.54	8.04	26.08	11.88	6.99	4.56	2.08	3.26	1709.77	170.18	12.46	40.81
166.01	930.56	76.10	7.94	22.05	9.59	6.84	4.33	2.07	3.09	1697.19	164.69	14.24	40.09
189.48	791.98	62.35	5.04	20.45	12.37	6.67	4.13	1.62	3.02	1701.97	166.72	10.58	43.82
212.17	679.49	51.93	5.48	15.72	9.48	6.52	3.95	1.70	2.75	1710.98	170.11	13.44	39.41
Compte moyen										1704.72	167.50	12.58	40.98
Concentrations (de G SC)													
K U Th													
% ppm ppm													
1.98 1.10 7.82													
C=N/S													
S=N/C S 84.41 11.48 5.24													



C-GSGW

- 19 septembre 2020
- vol 1524

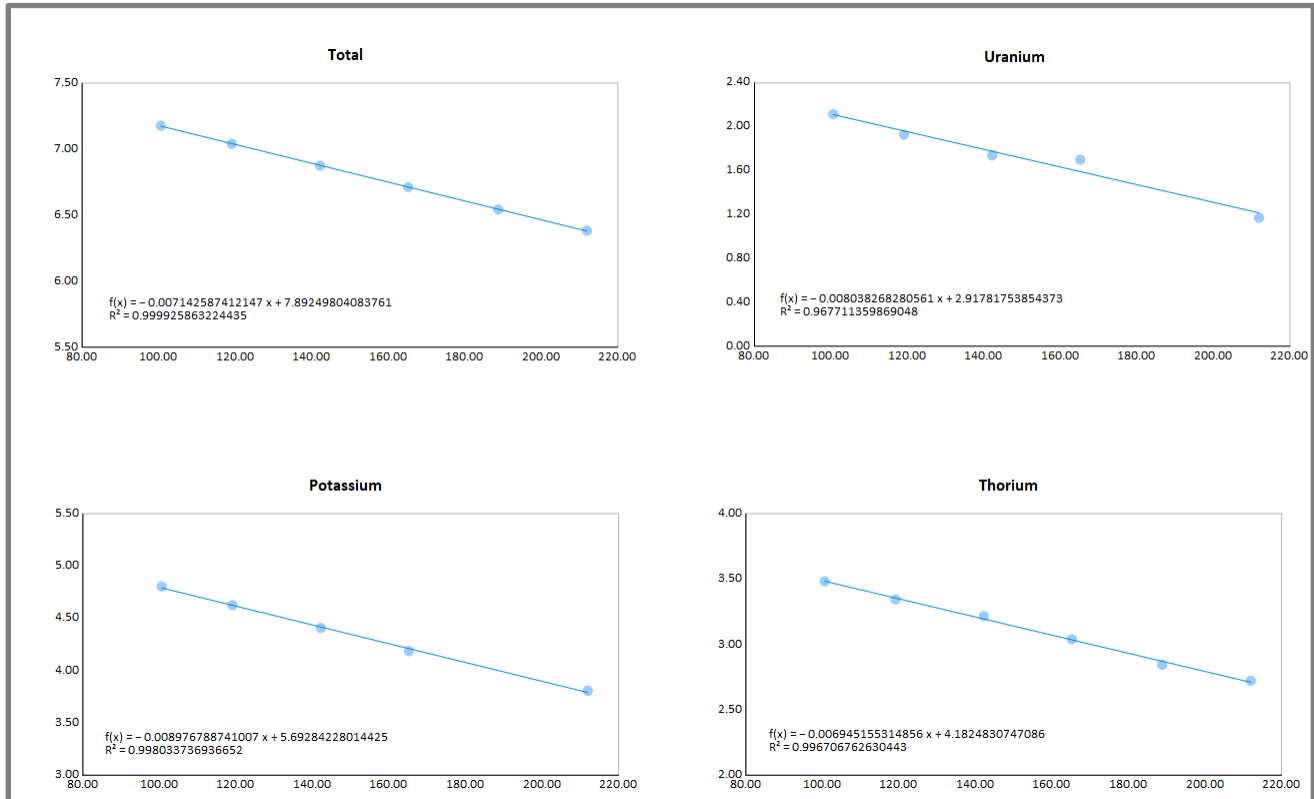
EH =	Hauteur effective	Coefficients d'atténuation											
TC =	Compte total	TC	-0.007106										
K =	Potassium	K	-0.009239										
U =	Uranium	U	-0.007166										
Th =	Thorium	Th	-0.006779										
0													
Données converties en cps										Données corrigées (80 m AGL)			
EH	TC	K	U	Th	K/U	lnTC	lnK	lnU	lnTh	TC	K	U	Th
m	cps	cps	cps	cps						cps	cps	cps	cps
51.09	2091.50	218.42	13.63	50.31	16.03	7.65	5.39	2.61	3.92	1703.10	167.23	11.07	41.37
79.85	1695.70	165.33	10.70	41.75	15.45	7.44	5.11	2.37	3.73	1694.03	165.07	10.68	41.73
98.52	1471.23	139.70	10.41	34.51	13.42	7.29	4.94	2.34	3.54	1677.89	165.73	11.86	39.15
122.59	1228.24	110.01	7.58	29.32	14.51	7.11	4.70	2.03	3.38	1662.01	162.92	10.29	39.14
145.57	1061.81	89.03	7.07	26.23	12.60	6.97	4.49	1.96	3.27	1691.72	163.18	11.31	40.88
170.19	893.35	70.38	6.69	21.94	10.52	6.79	4.25	1.90	3.09	1695.55	162.02	12.78	40.42
193.48	751.63	59.70	4.45	18.21	13.43	6.62	4.09	1.49	2.90	1683.19	170.26	10.00	39.31
216.66	643.12	49.29	2.49	16.72	19.80	6.47			2.82	1697.94			42.19
Compte moyen										1688.18	165.20	11.14	40.52
Concentrations (de GSC)													
K										U	Th		
%										ppm	ppm		
										1.89	1.25	7.56	
C=N/S													
S=N/C										S	87.19	8.89	5.36



C-GSGZ

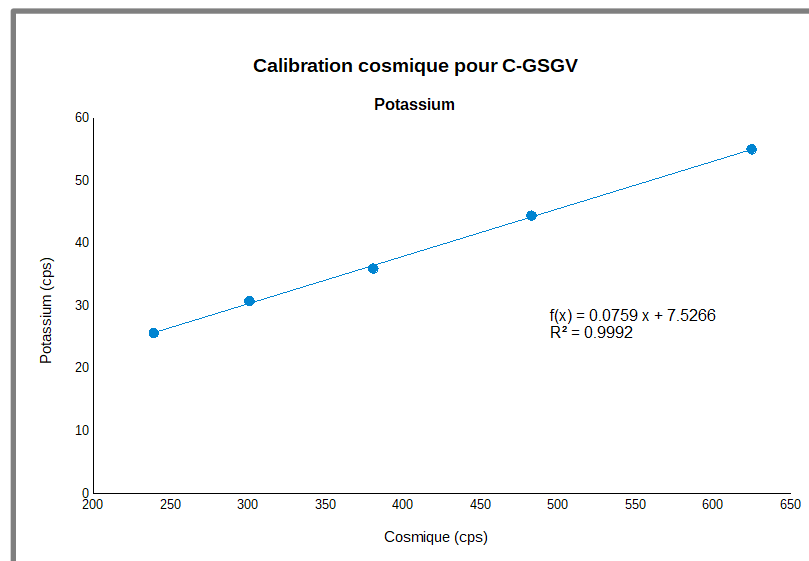
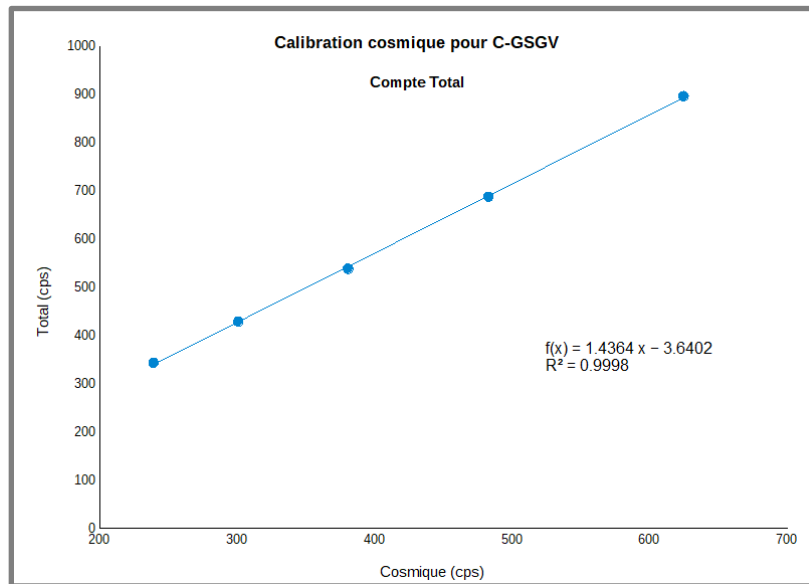
- 11 septembre 2020
- vol 1522

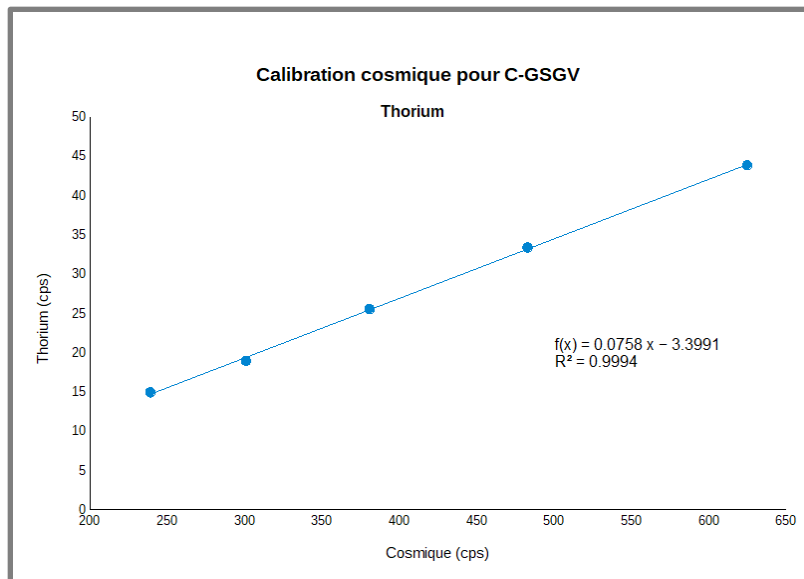
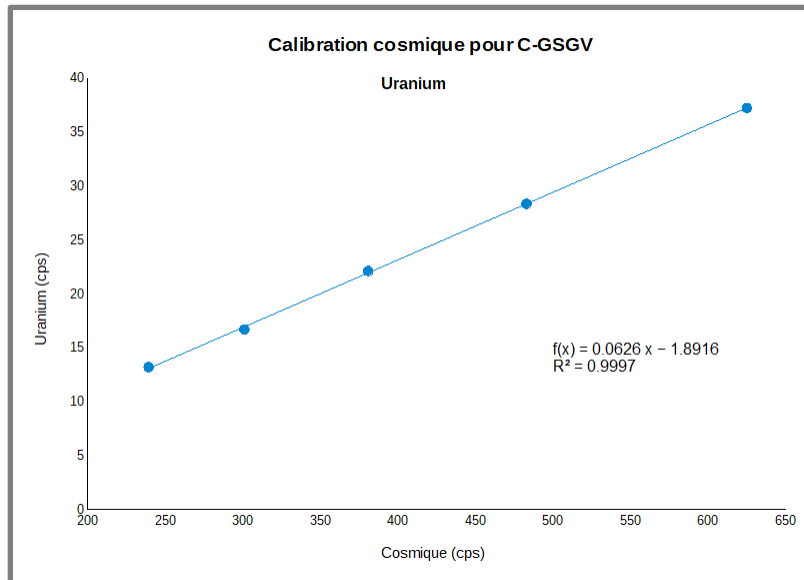
EH =	Hauteur effective	Coefficients d'attenuation												
TC =	Compte total	TC	-0.007143											
K =	Potassium	K	-0.008977											
U =	Uranium	U	-0.008038											
TH =	Thorium	Th	-0.006945											
0														
Données converties en cps										Données corrigées (80 m AGL)				
EH	TC	K	U	Th	K/U	InTC	InK	InU	InTh	TC	K	U	Th	
m	cps	cps	cps	cps						cps	cps	cps	cps	
100.59	1309.68	122.03	8.28	32.56	14.73	7.18	4.80	2.11	3.48	1515.76	146.20	9.76	37.65	
119.10	1141.61	102.07	6.87	28.35	14.86	7.04	4.63	1.93	3.34	1509.46	144.90	9.41	37.22	
142.17	967.38	82.07	5.69	24.93	14.42	6.87	4.41	1.74	3.22	1508.09	143.32	9.37	38.40	
165.17	822.49	65.74	5.47	20.91	12.02	6.71	4.19	1.70	3.04	1511.21	141.25	10.82	37.77	
188.77	693.85	51.62	5.15	17.20	10.03	6.54			2.85	1508.75			36.64	
211.93	590.97	45.05	3.22	15.22	13.98	6.38	3.81	1.17	2.72	1516.32	147.14	9.29	38.07	
Compte moyen										1511.60	144.56	9.73	37.63	
										Concentrations (de GSC)				
										K	U	Th		
										%	ppm	ppm		
										1.85	1.14	6.91		
										C=N/S				
										S=N/C	S	78.14	8.54	5.45

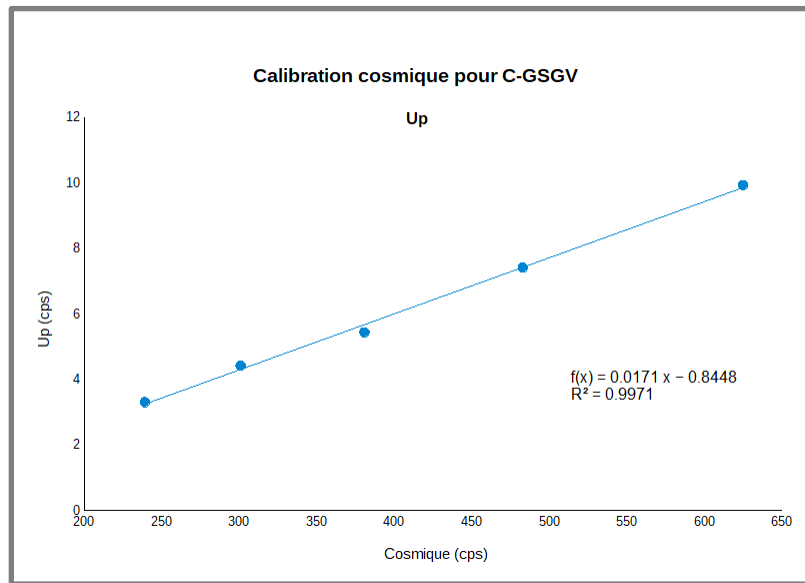


A.7. Test cosmique

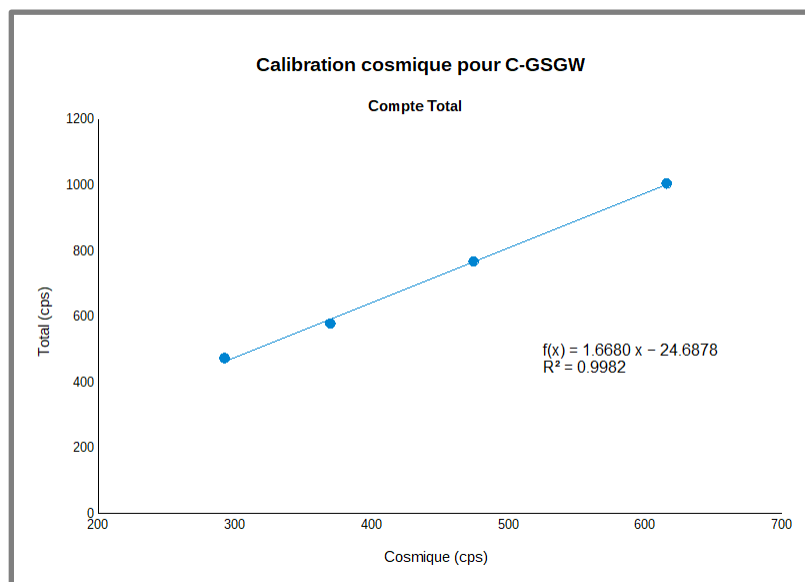
C-GSGV: 25 septembre 2020





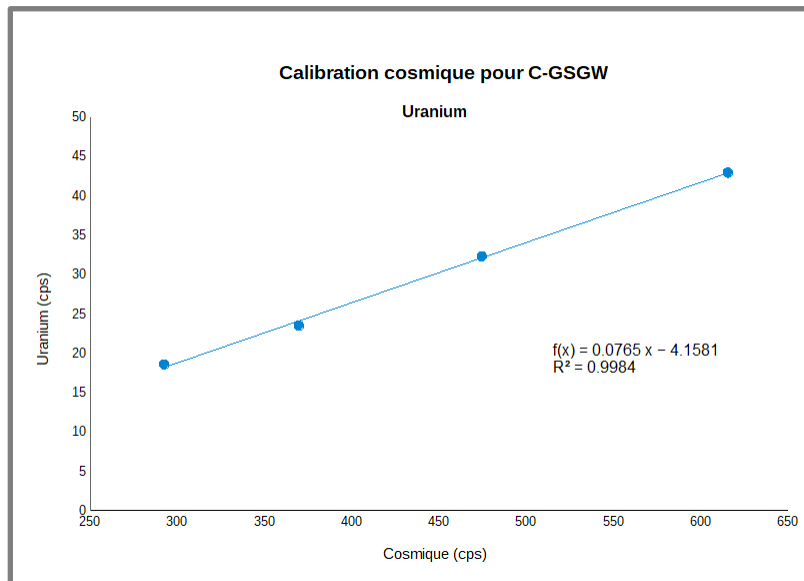
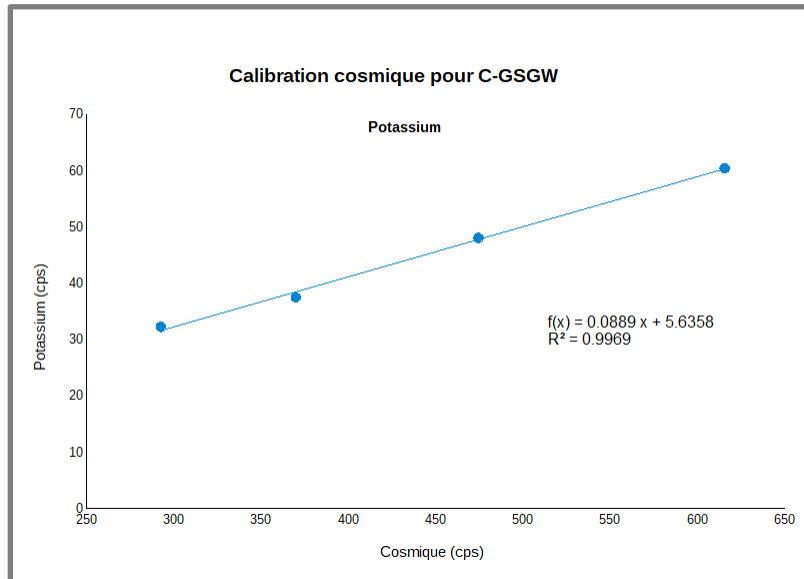


C-GSGW: 22 septembre 2020



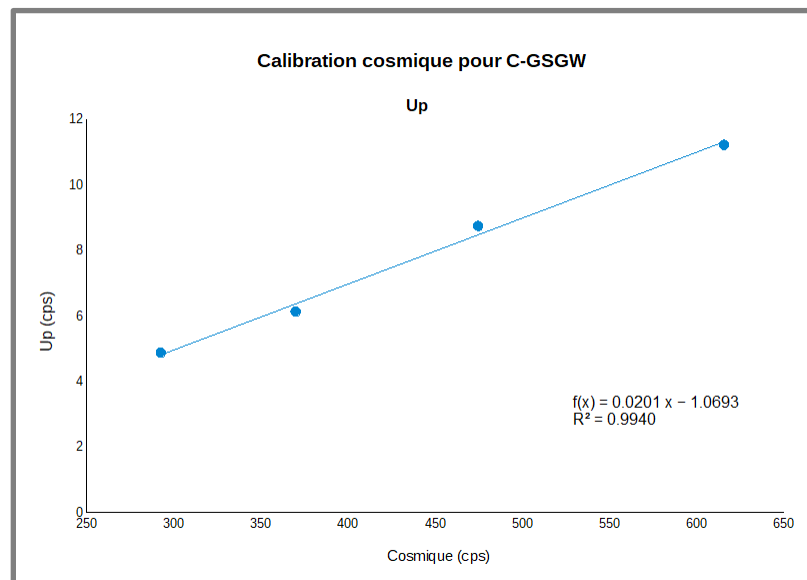
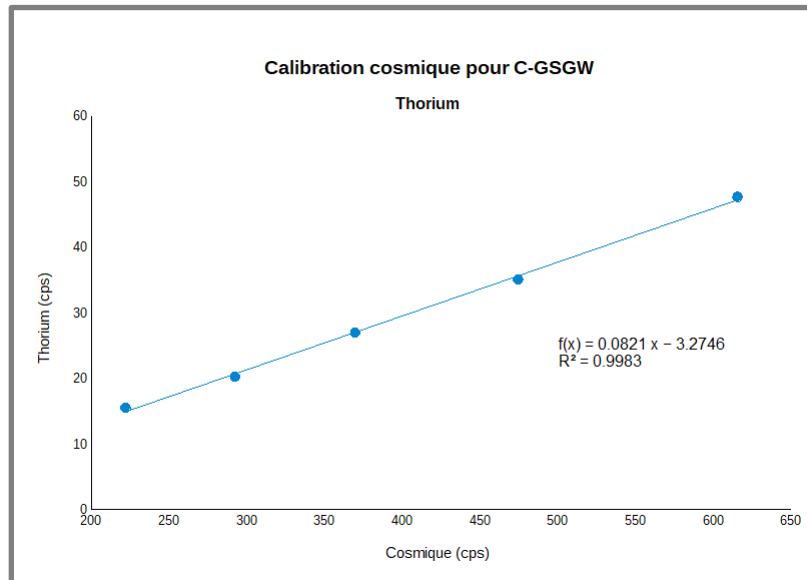


Sander Geophysics

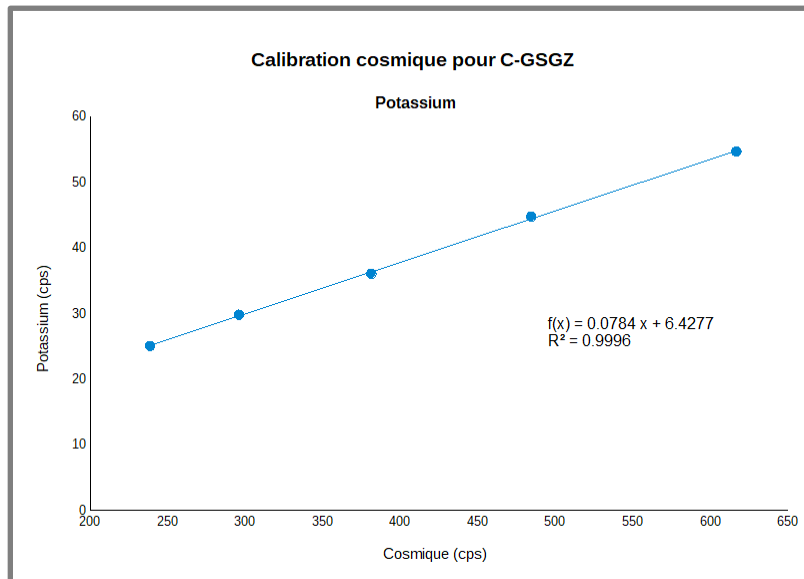
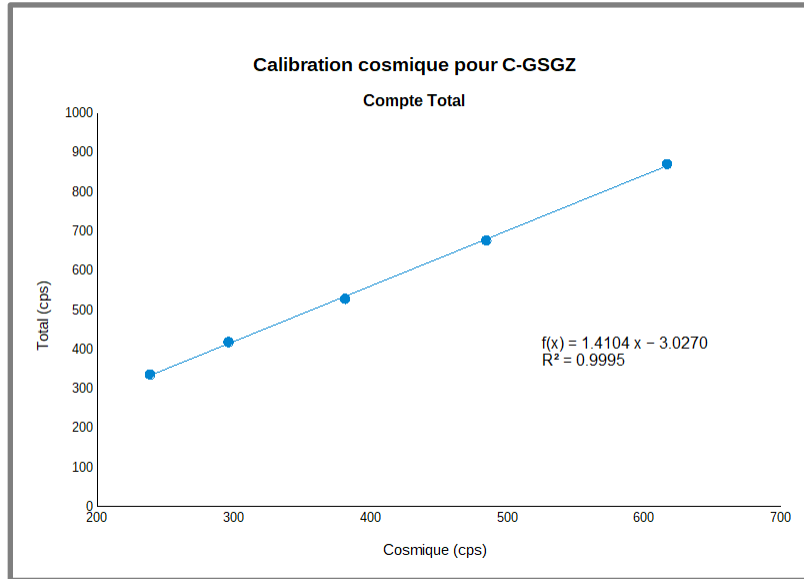


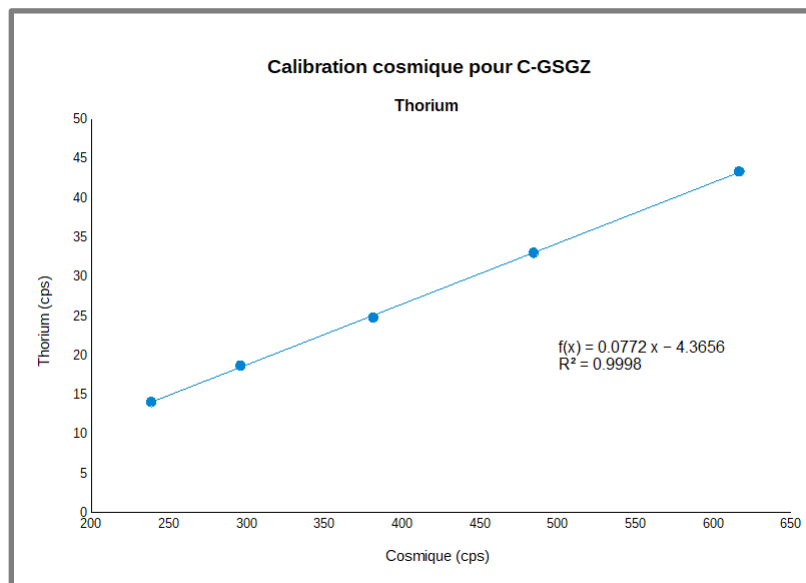
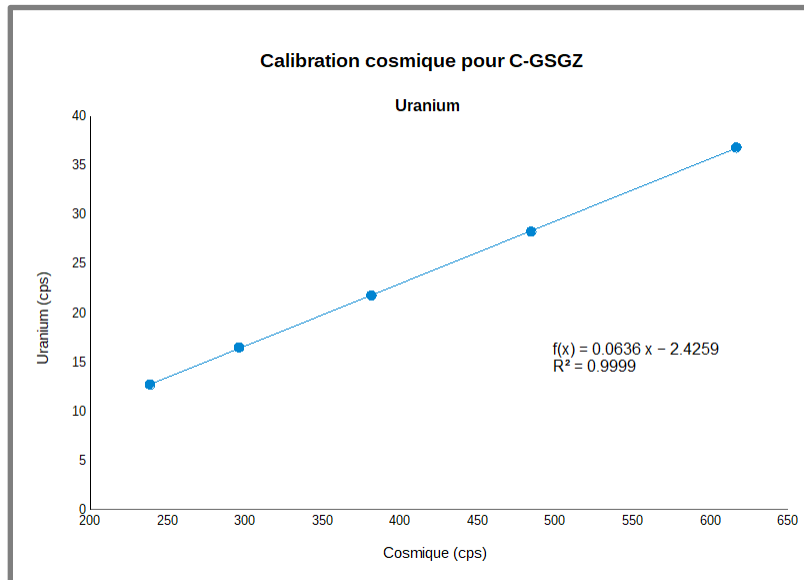


Sander Geophysics



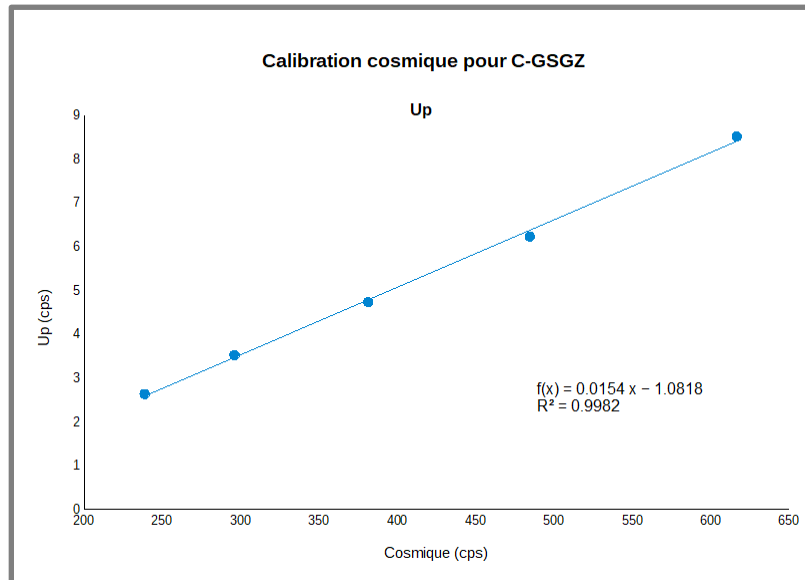
C-GSGV: 17 septembre 2020





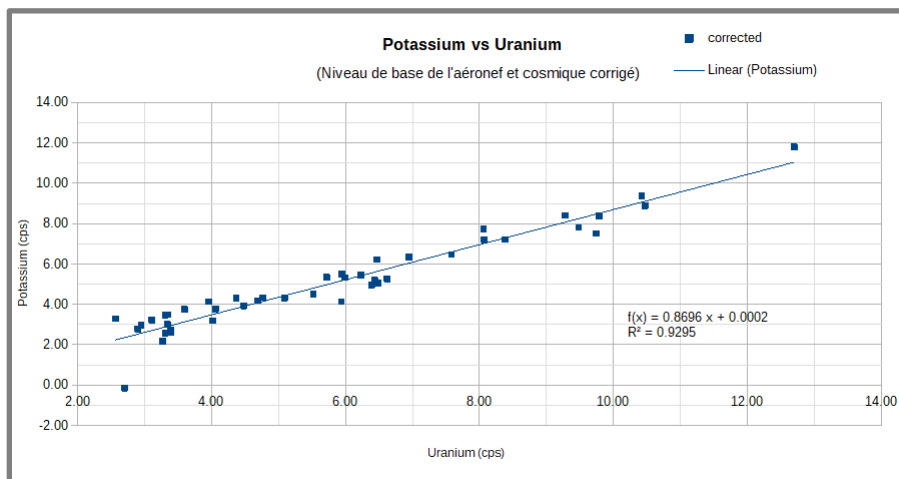
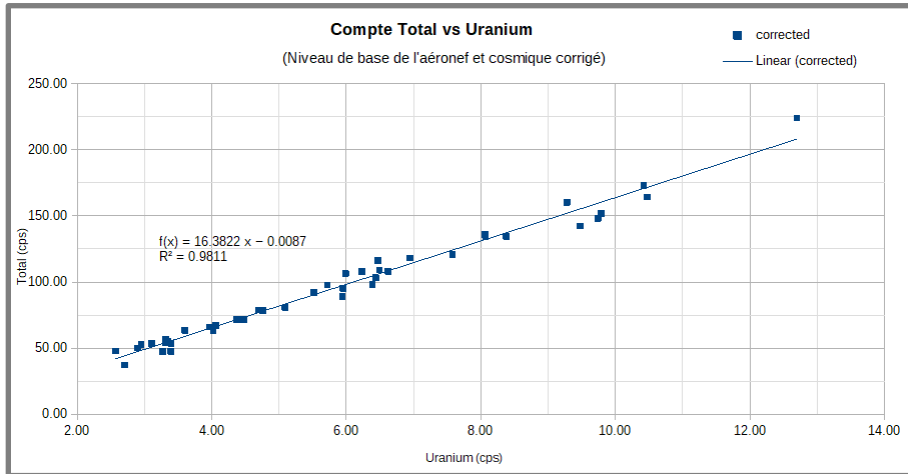


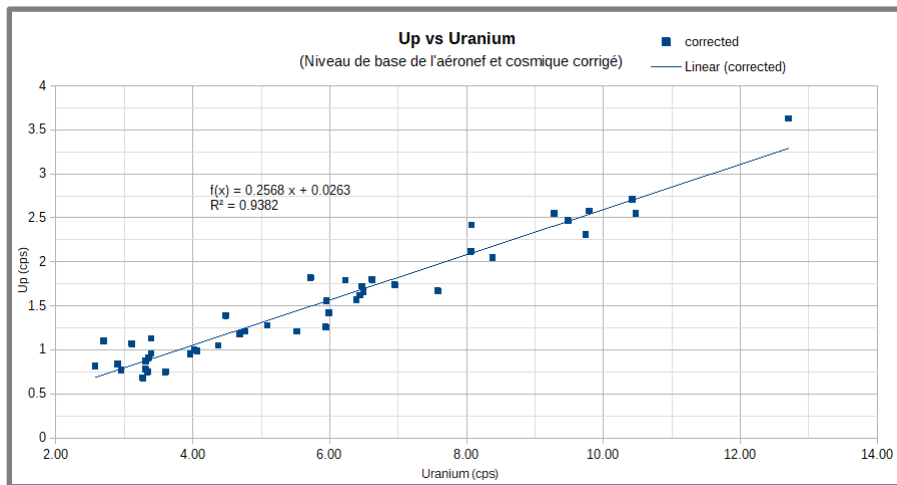
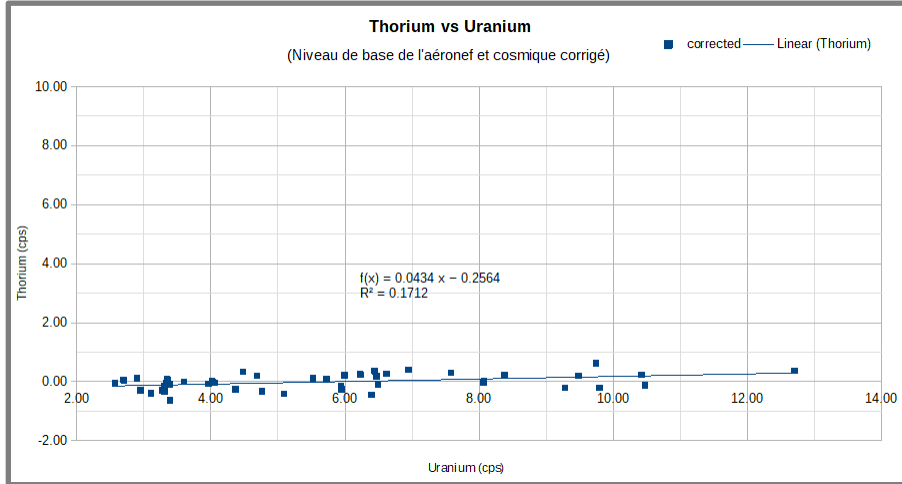
Sander Geophysics



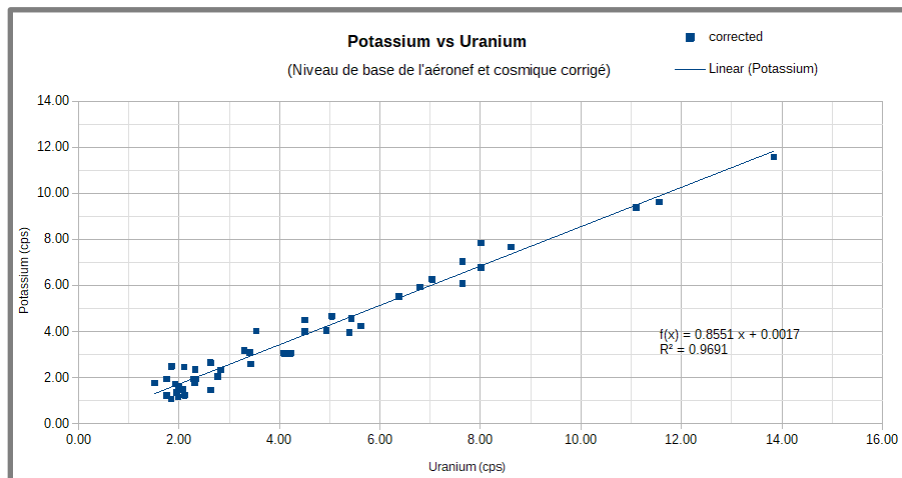
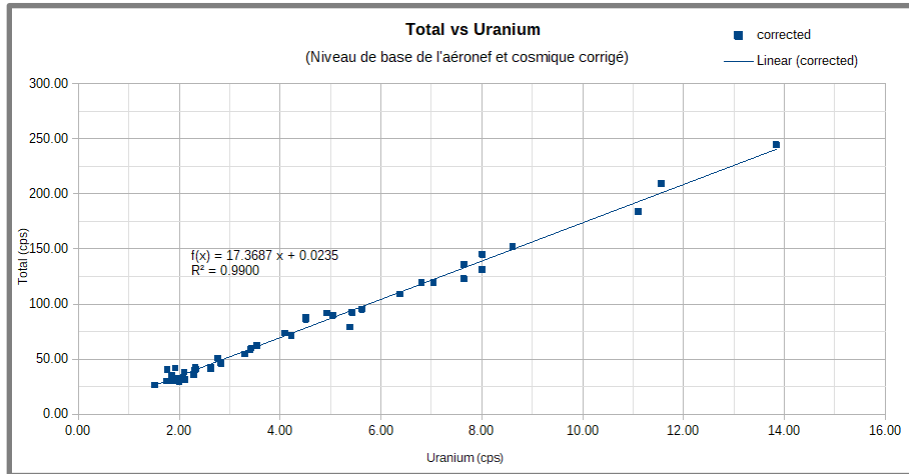
A.8. Étalonnage des niveaux de base radon

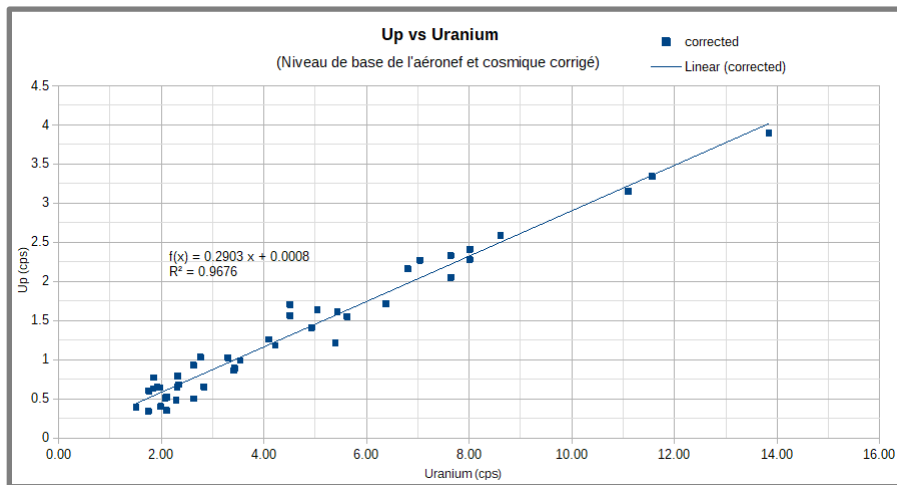
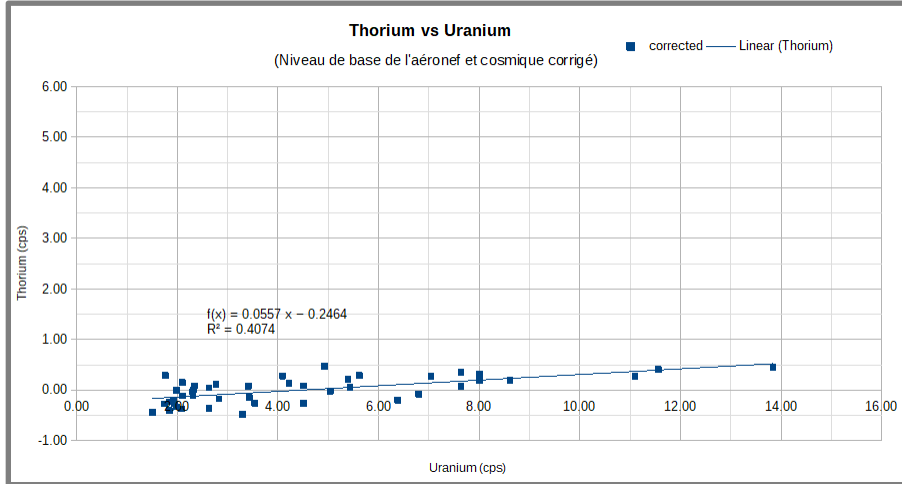
C-GSGV



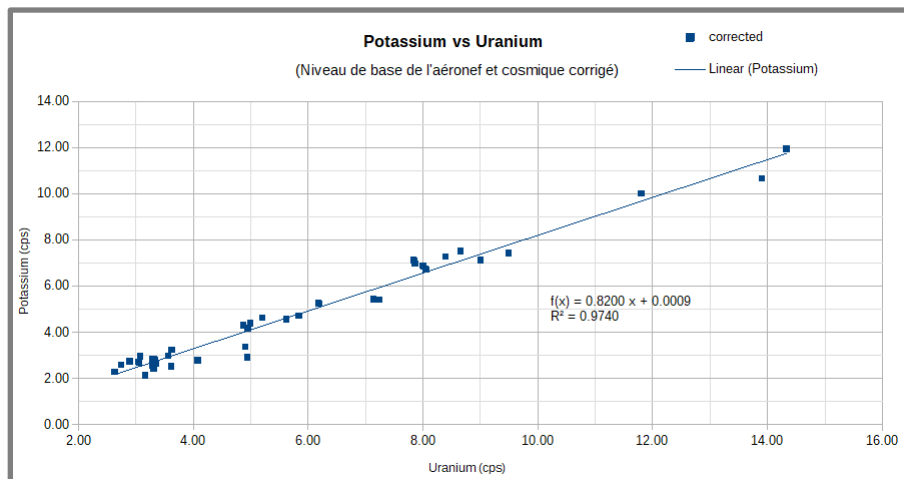
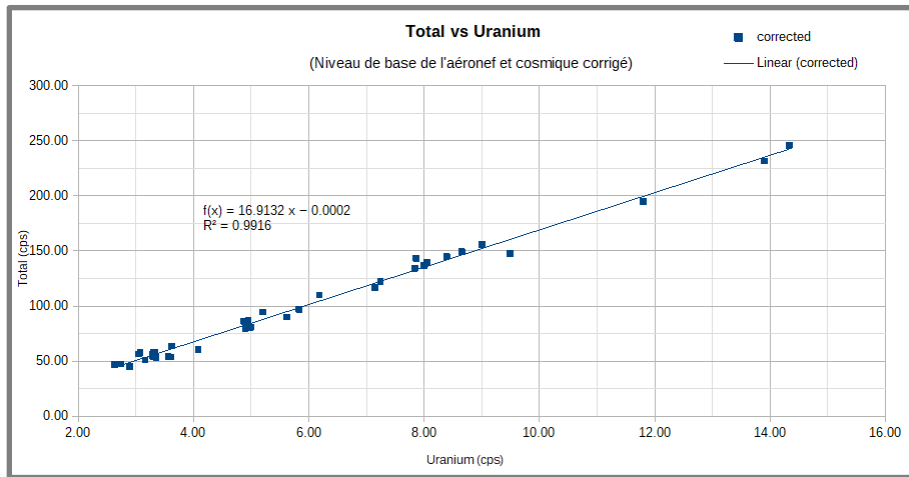


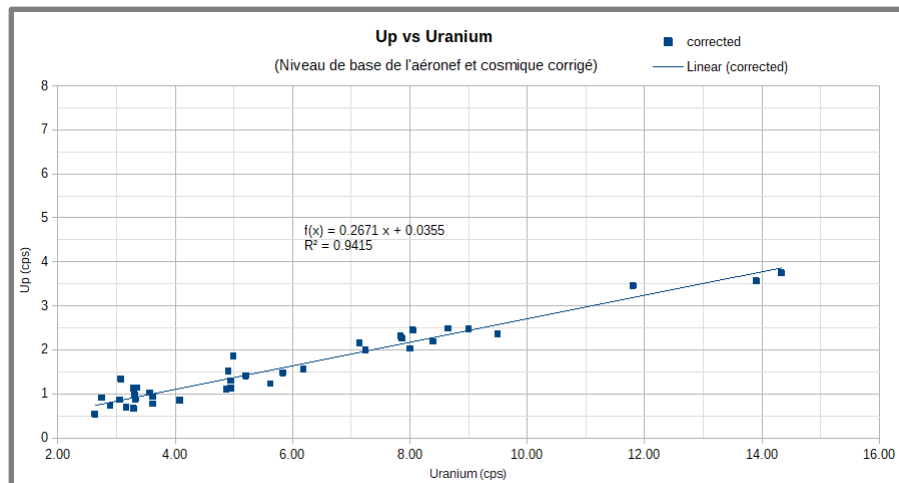
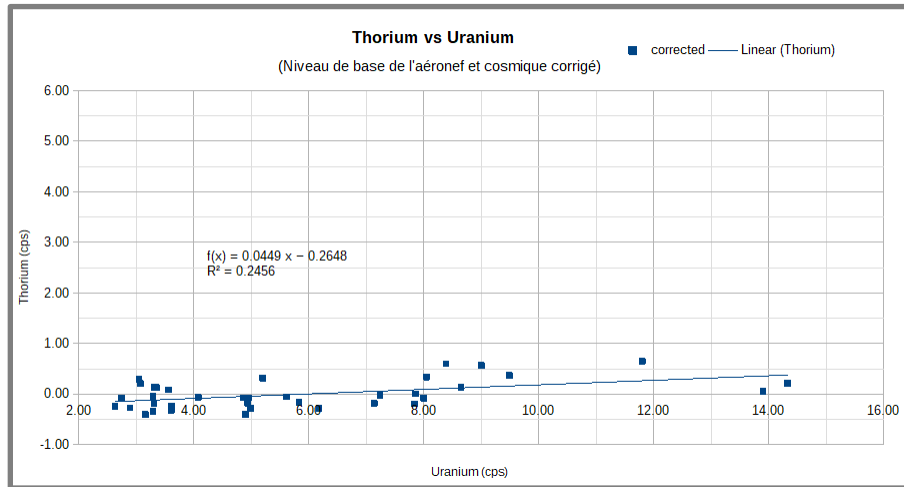
C-GSGW





C-GSGZ





Annexe B – Description des champs des bases de données finales

B.1. Données magnétiques

Livraison : DLV2320 - Archivage des données magnétiques
 Date : 11 FEB 2021
 Acquisition et compilation par Sander Geophysics Ltd.

DONNÉES LINÉAIRES

Noms des fichiers: Mag-BlocB.gdb

Vols

C-GSGZ : 1001-1022
 C-GSGW : 2001-2024
 C-GSGV : 3001-3026

Format des fichier:

Colonne	Largeur	Nom	Unité	Nul	Description
01	10	fiducial	s	*	Fiducial
02	6	vol	-	-	Numéro de vol
03	9	ligne	-	-	Numéro de ligne
04	10	temps_utc	s	*	Temps d'acquisition UTC en seconde après minuit
05	9	date		-	Date locale
06	12	gps_xrt	m	*	X gps temps réel (NAD83 UTM 19N)
07	12	gps_yrt	m	*	Y gps temps réel (NAD83 UTM 19N)
08	12	gps_zrt	m	*	Z gps temps réel (NAD83)
09	12	X_nad83	m	*	Coordonnées X (NAD83 UTM 19N)
10	12	Y_nad83	m	*	Coordonnées Y (NAD83 UTM 19N)
11	12	gps_z_final	m	*	Z gps traité (NAD83)
12	11	drape	m	*	Hauteur de vol prédéfinie
13	14	long_nad83	degré	*	Longitude NAD83
14	14	lat_nad83	degré	*	Latitude NAD83
15	11	radar_raw	m	*	Altimètre radar brut
16	11	radar_cor	m	*	Altimètre radar corrigé et filtré
17	11	laser_raw	m	*	Altimètre laser brut
18	11	laser_cor	m	*	Altimètre laser corrigé et filtré
19	11	baro_raw	m	*	Données barométriques brutes
20	11	baro_cor	m	*	Données barométriques corrigées
21	11	radar_dem	m	*	Modèle digital d'élévation créé à partir de l'altimètre radar



Sander Geophysics

22	11	laser_dem	m	*	Modèle digital d'élévation créé à partir de l'altimètre laser
23	14	mag_base_raw	nT	*	Données brutes de la station de base
24	16	mag_base_final	nT	*	Données corrigées de la station de base
25	14	Mag_U	nT	*	Données magnétiques non compensées brutes
26	14	Mag_comp	nT	*	Données magnétiques compensées
27	14	Mag_comp_lag	nT	*	Données magnétiques compensées, éditées et corrigées du lag
28	16	Mag_corr_diurne	nT	*	Données magnétiques corrigées de la diurne
29	14	Corr_alt	nT	*	Correction d'altitude
30	14	Mag_corr_alt	nT	*	Données magnétiques corrigées de l'effet de l'altitude
31	14	Corr_lvl	nT	*	Correction de nivellement
32	14	Mag_lvl	nT	*	Données magnétiques nivelées
33	14	Corr_mlvl	nT	*	Correction de micronivellement
34	14	Mag_mlvl	nT	*	Données magnétiques micronivelées
35	14	igrf	nT	*	Champ IGRF local
36	14	mag_res	nT	*	Données magnétiques résiduelles (corrigées de l'IGRF)

GRILLES

Datum: NAD-83
Projection: UTM Zone 19N
Taille des mailles: 50 m

Nom	Unité	Description
RES.grd	nT	Champ magnétique total résiduel
1DV.grd	nT/km	Dérivée première verticale
2DV.grd	nT/km ²	Dérivée seconde verticale
RAD-TER.grd	m	Modèle numérique de terrain créé à partir de l'altimètre radar
LAS-TER.grd	m	Modèle numérique de terrain créé à partir de l'altimètre laser

B.2. Données spectrométriques

Livraison : DLV2317 - Archivage des données spectrométriques
 Date : 15 FEB 2021
 Acquisition et compilation par Sander Geophysics Ltd.

DONNÉES LINÉAIRES

Noms des fichiers: Spec-BlocB_1.gdb

Vols

C-GSGZ : 1001-1022
 C-GSGW : 2001-2024
 C-GSGV : 3001-3026

Format des fichiers:

Colonne	Largeur	Nom	Unité	Nul	Description
01	11	X_nad83	m	*	Coordonnées X (NAD83 UTM 19N)
02	11	Y_nad83	m	*	Coordonnées Y (NAD83 UTM 19N)
03	11	gps_z_final	m	*	Z-GPS corrigé
04	13	long_nad83	degré	*	Longitude (NAD83)
05	13	lat_nad83	degré	*	Latitude (NAD83)
06	6	vol	-	-	Numéro de vol
07	10	ligne	-	-	Numéro de ligne
08	10	dem	m	*	Modèle numérique de terrain
09	9	fiducial	s	*	Fiducial
10	9	Temps_utc	s	*	Temps d'acquisition UTC en seconde après minuit
11	8	date	-	-	Date locale
12	11	Radar_raw	m	*	Altimètre radar brut
13	11	radar_cor	m	*	Altimètre radar filtré
14	9	Temp	°C	*	Température
15	9	Pression	mBar	*	Pression
16	11	Hstp	m	*	La hauteur aux conditions standards de température et de pression, calculée à partir du radar_cor, Pression et Temp
17	8	Livetime	ms	*	Temps de vie
18	11	COSraw	comptes	*	Compte cosmique brut
19	11	upUraw	comptes	*	Compte Uranium upward brut
20	11	TCraw	comptes	*	Compte total brut
21	11	Kraw	comptes	*	Compte Potassium brut
22	11	Uraw	comptes	*	Compte Uranium brut
23	11	THraw	comptes	*	Compte Thorium brut



24	11	filCOS	cps	*	Compte cosmique avec un filtre
25	11	filUpU	cps	*	Compte Uranium upward filtré (corrigé pour lag, NASVD, livetime et recalibration de l'énergie)
26	11	filTC	cps	*	Compte total filtré (corrigé pour lag, NASVD, livetime et recalibration de l'énergie)
27	11	filK	cps	*	Compte Potassium filtré (corrigé pour lag, NASVD, livetime et recalibration de l'énergie)
28	11	filU	cps	*	Compte Uranium filtré (corrigé pour lag, NASVD, livetime et recalibration de l'énergie)
29	11	filTh	cps	*	Compte Thorium filtré (corrigé pour lag, NASVD, livetime et recalibration de l'énergie)
30	11	bakTC	cps	*	Compte total filtré et corrigé du cosmic et du bruit d'avion
31	11	bakK	cps	*	Compte Potassium filtré et corrigé du cosmic et du bruit d'avion
32	11	bakU	cps	*	Compte Uranium filtré et corrigé du cosmic et du bruit d'avion
33	11	bakTh	cps	*	Compte Thorium filtré et corrigé du cosmic et du bruit d'avion
34	11	bakUpU	cps	*	Compte Uranium upward filtré et corrigé du cosmic et du bruit d'avion
35	11	radU	cps	*	Niveau de base du Radon brut
36	11	radUfil	cps	*	Niveau de base du Radon filtré
37	11	radUPU	cps	*	Niveau de base du Radon dans l'Uranium upward
38	11	radTC	cps	*	Niveau de base du Radon dans le compte total
39	11	radK	cps	*	Niveau de base du Radon dans le Potassium
40	11	radTH	cps	*	Niveau de base du Radon dans le Thorium
41	11	rnrTC	cps	*	Compte total corrigé du Radon
42	11	rnrK	cps	*	Compte Potassium corrigé du Radon
43	11	rnrU	cps	*	Compte Uranium corrigé du Radon
44	11	rnrTH	cps	*	Compte Thorium corrigé du Radon
45	11	stripK	cps	*	Compte Potassium après application du "Compton stripping"
46	11	stripU	cps	*	Compte Uranium après application du "Compton stripping"
47	11	stripTH	cps	*	Compte Thorium après application du "Compton stripping"
48	11	attTC	cps	*	Compte total corrigé de l'atténuation
49	11	attK	cps	*	Compte Potassium corrigé de l'atténuation
50	11	attU	cps	*	Compte Uranium corrigé de l'atténuation
51	11	attTH	cps	*	Compte Thorium corrigé de l'atténuation
52	11	conTC	nGy/h	*	Compte total du taux d'absorption
53	11	conK	%	*	Concentration de Potassium
54	11	conU	ppm	*	Concentration équivalente d'Uranium
55	11	conTH	ppm	*	Concentration équivalente de Thorium
56	11	conTC_Ft	nGy/h	*	Compte total du taux d'absorption micronivelé
57	11	conK_Ft	%	*	Concentration de Potassium micronivelée
58	11	conU_Ft	ppm	*	Concentration équivalente d'Uranium micronivelée



Sander Geophysics

59	11	conTH_Ft	ppm	*	Concentration équivalente de Thorium micronivelée
60	11	UTHratio_t	ppm/ppm	*	Rapport de concentration équivalente Uranium et concentration équivalente Thorium
61	11	UKratio_t	ppm/%	*	Rapport de concentration équivalente Uranium et concentration Potassium
62	11	THKratio_t	ppm/%	*	Rapport de concentration équivalente Thorium et concentration Potassium
63	11	conTC_F	nGy/h	*	Compte total du taux d'absorption micro-nivelé (données non fiables provenant des sections volés a haute altitude sont exclues)
64	11	conK_F	%	*	Concentration de Potassium micro-nivelée (données non fiables provenant des sections volés a haute altitude sont exclues)
65	11	conU_F	ppm	*	Concentration équivalente d'Uranium micro-nivelée (données non fiables provenant des sections volés a haute altitude sont exclues)
66	11	conTH_F	ppm	*	Concentration équivalente de Thorium micro-nivelée (données non fiables provenant des sections volés a haute altitude sont exclues)
67	11	UTHratio	ppm/ppm	*	Rapport de concentration équivalente Uranium et concentration équivalente Thorium (données non fiables provenant des sections volés a haute altitude sont exclues)
68	11	UKratio	ppm/%	*	Rapport de concentration équivalente Uranium et concentration Potassium (données non fiables provenant des sections volés a haute altitude sont exclues)
69	11	THKratio	ppm/%	*	Rapport de concentration équivalente Thorium et concentration Potassium (données non fiables provenant des sections volés a haute altitude sont exclues)

Noms des fichiers: Spec-BlocB_3.gdb

Format des fichiers:

Colonne	Largeur	Nom	Unité	Nul	Description
01	11	X_nad83	m	*	Coordonnées X (NAD83 UTM 19N)
02	11	Y_nad83	m	*	Coordonnées Y (NAD83 UTM 19N)
03	6	Vol	-	*	Numéro de vol
04	10	Ligne	-	*	Numéro de ligne
05	9	Fiducial	secondes	*	Fiducial
06	9	Temps_utc	secondes	*	Temps d'acquisition UTC en seconde après minuit
07	8	Date	AAAAMMJJ	*	Date locale
08	tableau	Raw_specU	comptes	*	Spectre brut vers le haut

Noms des fichiers: Spec-BlocB_2.gdb

Format des fichiers:

Colonne	Largeur	Nom	Unité	Nul	Description
01	11	X_nad83	m	*	Coordonnées X (NAD83 UTM 19N)
02	11	Y_nad83	m	*	Coordonnées Y (NAD83 UTM 19N)
03	6	Vol	-	*	Numéro de vol
04	10	Ligne	-	*	Numéro de ligne
05	9	Fiducial	secondes	*	Fiducial
06	9	Temps_utc	secondes	*	Temps d'acquisition UTC en seconde après minuit
07	8	Date	AAAAMMJJ	*	Date locale
08	tableau	Raw_specU	comptes	*	Spectre brut vers le bas

GRILLES

Datum: NAD-83
 Projection: UTM Zone 19N
 Taille des mailles: 50 m

Nom	Unité	Description
TOT.grd	nGy/h	Taux d'absorption naturel
URA.grd	ppm	Equivalent Uranium
THO.grd	ppm	Equivalent Thorium
POT.grd	%	Potassium
RUT.grd	ppm/ppm	Rapport eqU/eqTh
RUK.grd	ppm/%	Rapport eqU/K
RTK.grd	ppm/%	Rapport eqTh/K

IMAGES

Datum: NAD-83
 Projection: UTM Zone 19N
 Taille des mailles: 50 m
 Formats : Portable Document Format (.PDF)

Nom	Unité	Description
TERN	-	Image ternaire des radioéléments

Annexe C – Lignes corrigées en raison de la base du radon non résolu et/ou des changements des conditions du sol

Ligne	Vol	Temps d'application (s)		Ajustments (ppm)
		Début	Fin	
1137.0.0	2011	62177.5	62500.5	-0.30
1138.0.0	2011	62590.5	63066.5	-0.30
1228.0.1	3025	57975.5	58040.5	-0.30
1229.0.2	3025	57692.5	57800.5	-0.30
1235.0.0	1005	59610.5	59842.5	+0.35
1236.0.0	1005	57911.5	58089.5	+0.30

Tableau C.1. Lignes corrigées en raison de la base du radon non résolu et/ou des changements des conditions du sol - Uranium



Sander Geophysics

Annexe D – Rapports hebdomadaires

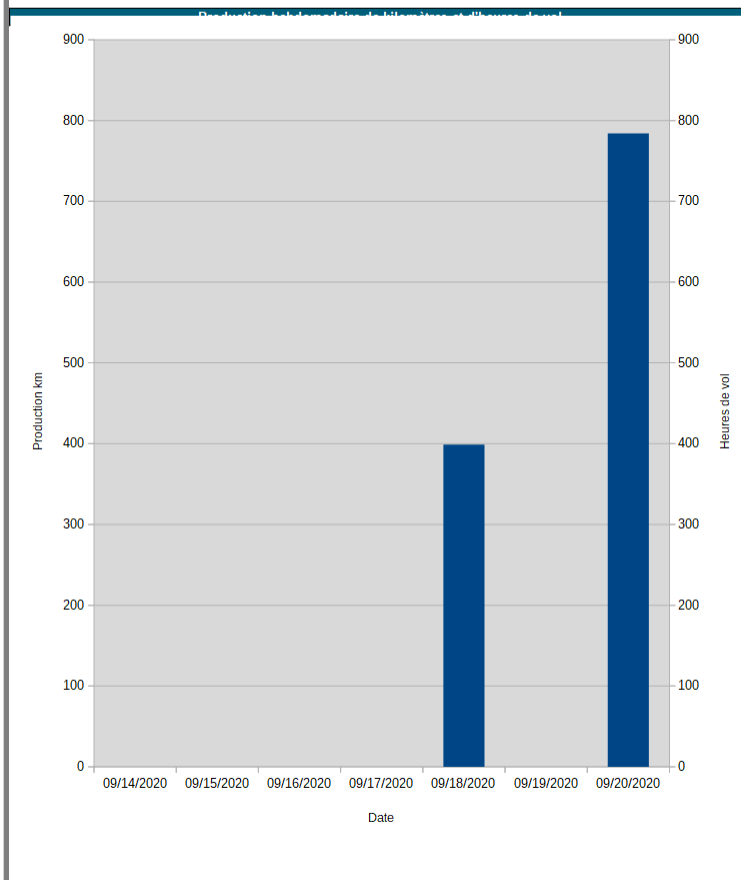
Semaine 1

SANDER GEOPHYSICS AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY							
260 Hunt Club Road, Ottawa, ON K1V 1C1 Canada Tel: +1 613-521-9626 Fax: +1 613-521-0215 www.sgl.com							
DÉTAILS DU LEVÉ							
Nom Du Levé	Levés Magnétiques et Spectrométriques Aéroportés Dans le Secteur du Lac-Saint-Jean			Nom du client	Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec		
Lieu Du Levé	Saguenay, QC			Nom du contact	Rachid Intissar		
Code du projet	MERN_20.QC			# de Téléphone du contact			
Total km	57502			Adresse du client	5700, 4e Avenue Ouest, bureau D- 307 Québec G1H 6R1		
l'espacement des lignes	200m / 2000m						
Type de Levé	Magnétique, Spectrométrique			Email	Rachid.intissar@mern.gouv.qc.ca		
Résumé de la Production du Levé							
Production de cette semaine (km)	1183.0			Km total volé jusqu'à date	1183.0		
Total restant (km)	56319.0			Nombre de km revolés cette semaine	0.0		
Pourcentage accompli (%)	2.1			Temps de vol de la semaine (h)	10.6		
Prod km / Jour de la semaine	169.0			Production km / heure de vol de la semaine	111.6		
PRODUCTION HEBDOMADAIRE							
Semaine 1		No de vol	Temps de vol	Nombre de lignes volées	Nombre de lignes revolées	Production (km)	Revolé (km)
TOTAUX			10.6	27.0	0.0	1183.0	0.0
14-Sep	Lundi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo			Remarques				
Géomag							
15-Sep	Mardi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo			Remarques				
Géomag			L'Équipe et un avion (C-GSGZ) sont arrivés à Saguenay				
16-Sep	Mercredi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo			Remarques				
Géomag			Installation de la station de base				
17-Sep	Jeudi		2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Temps clair		Remarques				
Géomag	Calme		Vol de tests de compensation et cosmique ont été effectués.				
18-Sep	Vendredi		3.4	10.8	0.0	398.8	0.0
		C-GSGZ	3.4	10.8	0.0	398.8	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Partiellement nuageux		Remarques				
Géomag	Calme		Un vol sur la zone du levé Bloc B.				
19-Sep	Samedi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, un peu de pluie		Remarques				
Géomag	Calme		Aucun vol sur le Bloc B, en raison de la maintenance de l'avion.				
20-Sep	Dimanche		5.0	16.2	0.0	784.2	0.0
		C-GSGZ	5.0	16.2	0.0	784.2	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Brouillard le matin		Remarques				
Géomag	Calme		Vol du levé				
Commentaires	Mobilisation à Chicoutimi terminée. Vol de Tests de compensation magnétique et cosmique ont été effectués. Début de la production avec deux vols.						
Signé	Keith Wells						

Semaine 1 Page 2

PERSONNEL SUR SITE CETTE SEMAINE						
Nom	Emploi	Arrivés cette semaine	Départs cette semaine	Sur Site?	# de jours sur site cette semaine	# de jours sur site jusqu'à date
Colin Terry	Géophysicien	15-Sep-20		SUR SITE	6	6
Keith Wells	Géophysicien	15-Sep-20		SUR SITE	6	6
Scott Campbell	Mécanicien	15-Sep-20		SUR SITE	6	6
Daniel Parker	Pilote	15-Sep-20		SUR SITE	6	6
Andrew Flieder	Pilote	15-Sep-20		SUR SITE	6	6
Max Buneta	Géophysicien	20-Sep-20		SUR SITE	1	1

SSE statistiques	Cette semaine	Totaux du projet
SGL Personne Heures	232.5	232.5
Intrusions	6.0	6.0
Near Miss	0.0	0.0
Cas De Premiers Soins (CPS)	0.0	0.0
Cas de Traitement médical (CTM)	0.0	0.0
Cas de Travail Restreint (CTR)	0.0	0.0
Blessures avec Perte de Temps (BPT)	0.0	0.0

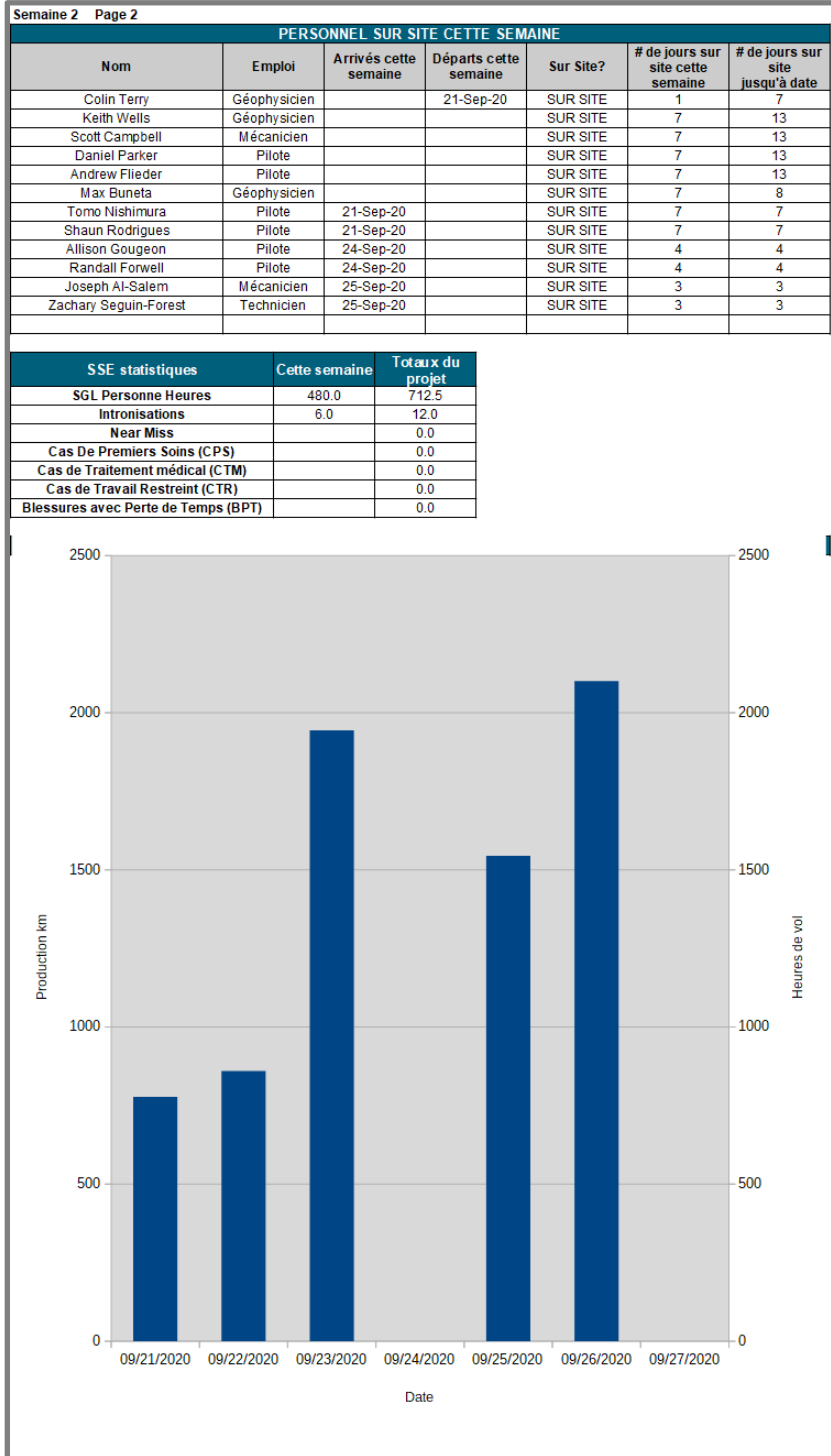




Sander Geophysics

Semaine 2

SANDER GEOPHYSICS AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY							
260 Hunt Club Road, Ottawa, ON K1V 1C1 Canada Tel: +1 613-521-9626 Fax: +1 613-521-0215 www.sgl.com							
DÉTAILS DU LEVÉ							
Nom Du Levé	Levés Magnétiques et Spectrométriques Aéroportés Dans le Secteur du Lac-Saint-Jean			Nom du client	Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec		
Lieu Du Levé	Saguenay, QC			Nom du contact	Rachid Intissar		
Code du projet	MERN_20.QC			# de Téléphone du contact			
Total km	57502			Adresse du client	5700, 4e Avenue Ouest, bureau D- 307 Québec G1H 6R1		
l'espacement des lignes	200m / 2000m						
Type de Levé	Magnétique, Spectrométrique		Email	Rachid.Intissar@mern.gouv.qc.ca			
Résumé de la Production du Levé							
Production de cette semaine (km)	7226.8			Km total volé jus'q'à date	8409.8		
Total restant (km)	49092.2			Nombre de km revolomé cette semaine	0.0		
Pourcentage accompli (%)	14.6			Temps de vol de la semaine (h)	43.6		
Prod km / Jour de la semaine	1032.4			Production km / heure de vol de la semaine	165.8		
PRODUCTION HEBDOMADAIRE							
Semaine 2		No de vol	Temps de vol	Nombre de lignes volées	Nombre de lignes revolomées	Production (km)	Revolomé (km)
TOTAUX			43.6	76.5	0.0	7226.8	0.0
21-Sep	Lundi		4.9	11.8	0.0	777.8	0.0
		C-GSGZ 1003.0	4.9	11.8	0.0	777.8	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Partiellement nuageux		Remarques	Un vol sur la zone du levé Bloc B. L'arrivée du deuxième avion (C-GSGW)			
Géomag	Calme						
22-Sep	Mardi		6.9	13.3	0.0	859.5	0.0
		C-GSGZ 1004.0	5.0	13.3	0.0	859.5	0.0
		C-GSGW 2901.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Partiellement nuageux		Remarques	Un vol sur la zone du levé Bloc B. Vol de tests de compensation et cosmique ont été effectués par C-GSGW.			
Géomag	Modéré.						
23-Sep	Mercredi		10.8	9.2	0.0	1944.2	0.0
		C-GSGZ 1005.0	5.2	4.1	0.0	853.8	0.0
		C-GSGW 2001.0	5.6	5.1	0.0	1090.4	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Couvert		Remarques	Deux vols sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	Modéré.						
24-Sep	Jeudi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage bas, un peu de pluie		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques. Arrivée du troisième avion (C-GSGV)			
Géomag	Modéré.						
25-Sep	Vendredi		14.7	30.0	0.0	1544.6	0.0
		C-GSGZ 1006.0	4.7	15.0	0.0	739.1	0.0
		C-GSGW 2002.0	5.0	15.0	0.0	805.5	0.0
		C-GSGV 3901.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Partiellement nuageux		Remarques	Deux vols sur la zone du levé Bloc B. Vol de tests de compensation et cosmique ont été effectués par C-GSGV.			
Géomag	Modéré.						
26-Sep	Samedi		6.3	12.1	0.0	2100.7	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW 2003.0	6.3	5.4	0.0	1079.6	0.0
		C-GSGV 3001.0	0.0	6.8	0.0	1021.1	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Partiellement nuageux		Remarques	Deux vols sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	Calme						
27-Sep	Dimanche		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Couvert, vents forts, turbulence		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	Calme						
Commentaires	Continuation des vols sur la zone du levé Bloc B. Afin de maximiser la production, trois avions sont maintenant à Saguenay.						
Signé	Max Buneta						



Semaine 3



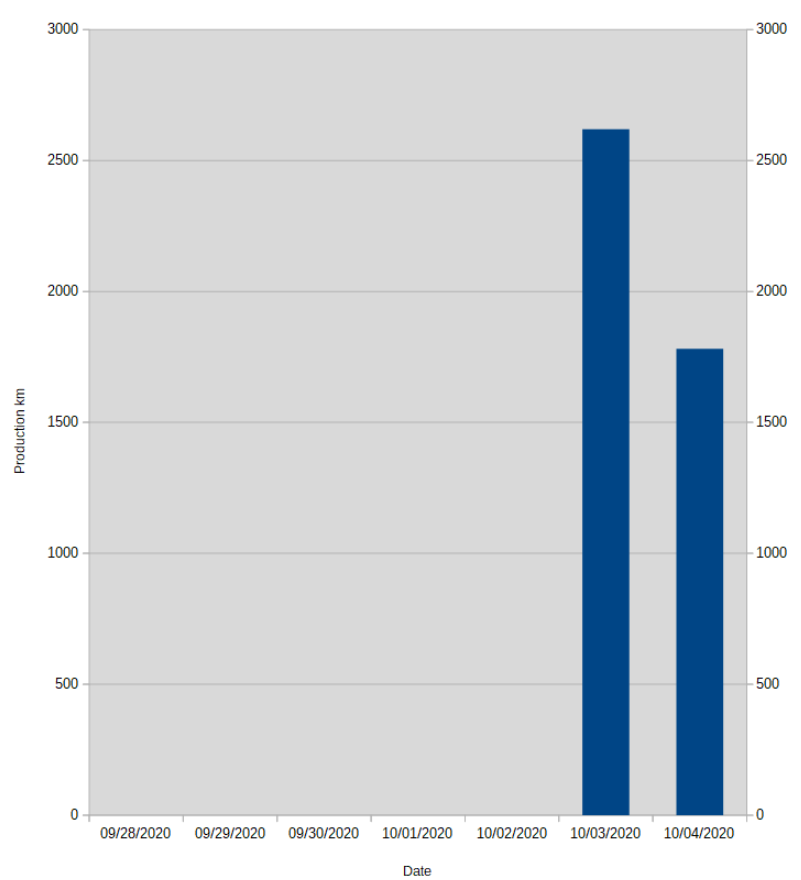
Sander Geophysics

SANDER GEOPHYSICS AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY							
260 Hunt Club Road, Ottawa, ON K1V 1C1 Canada Tel: +1 613-521-9626 Fax: +1 613-521-0215 www.sgl.com							
DÉTAILS DU LEVÉ							
Nom Du Levé	Levés Magnétiques et Spectrométriques Aéroportés Dans le Secteur du Lac-Saint-Jean			Nom du client	Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec		
Lieu Du Levé	Saguenay, QC			Nom du contact	Rachid Intissar		
Code du projet	MERN_20.QC			# de Téléphone du contact			
Total km	57502			Adresse du client	5700, 4e Avenue Ouest, bureau D- 307 Québec G1H 6R1		
l'espacement des lignes	200m/ 2000m						
Type de Levé	Magnétique, Spectrométrique			Email	Rachid.Intissar@mern.gouv.qc.ca		
Résumé de la Production du Levé							
Production de cette semaine (km)	4400.0			Km total volé jus'q'à date	12809.8		
Total restant (km)	44692.2			Nombre de km revolôé cette semaine	0.0		
Pourcentage accompli (%)	22.3			Temps de vol de la semaine (h)	28.7		
Prod km / Jour de la semaine	628.6			Production km / heure de vol de la semaine	153.3		
PRODUCTION HEBDOMADAIRE							
Semaine 3		No de vol	Temps de vol	Nombre de lignes volées	Nombre de lignes revolôées	Production (km)	Revolôé (km)
TOTAUX			28.7	52.0	0.0	4400.0	0.0
28-Sep	Lundi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, forte pluie		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	Modéré						
29-Sep	Mardi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, forte pluie		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	Active						
30-Sep	Mercredi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, pluie, vents forts		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	Modéré						
1-Oct	Jeudi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, forte pluie		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	Calme						
2-Oct	Vendredi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, un peu de pluie, vents forts		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	Modéré.						
3-Oct	Samedi		17.0	13.7	0.0	2619.4	0.0
		C-GSGZ 1007	4.6	2.7	0.0	403.9	0.0
		C-GSGW 2004	6.2	5.5	0.0	1145.9	0.0
		C-GSGV 3002	6.2	5.5	0.0	1069.6	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Partiellement nuageaux		Remarques	Trois vols sur la zone du levé Bloc B. L'avion C-GSGZ a quitté le site.			
Géomag	Calme						
4-Oct	Dimanche		11.7	38.3	0.0	1780.6	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW 2005	5.7	16.9	0.0	835.0	0.0
		C-GSGV 3003	6.0	21.4	0.0	945.6	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Partiellement nuageaux		Remarques	Deux vols sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	Calme						
Commentaires	Conditions météorologiques ont affecté la production pendant la majeure partie de la semaine. Certains vols ont finalement pu être terminés durant la fin de semaine. L'avion C-GSGZ a quitté le site.						
Signé	Max Buneta						

Semaine 3 Page 2

PERSONNEL SUR SITE CETTE SEMAINE						
Nom	Emploi	Arrivés cette semaine	Départs cette semaine	Sur Site?	# de jours sur site cette semaine	# de jours sur site jusqu'à date
Keith Wells	Géophysicien			SUR SITE	7	20
Scott Campbell	Mécanicien			SUR SITE	7	20
Daniel Parker	Pilote			SUR SITE	7	20
Andrew Flieder	Pilote		3-Oct-20	SUR SITE	6	19
Max Buneta	Géophysicien			SUR SITE	7	15
Tomo Nishimura	Pilote			SUR SITE	7	14
Shaun Rodrigues	Pilote			SUR SITE	7	14
Allison Gougeon	Pilote			SUR SITE	7	11
Randall Forwell	Pilote		3-Oct-20	SUR SITE	6	10
Joseph Al-Salem	Mécanicien			SUR SITE	7	10
Zachary Seguin-Forest	Technicien			SUR SITE	7	10

SSE statistiques	Cette semaine	Totaux du projet
SGL Personne Heures	562.5	1275.0
Intronisations		12.0
Near Miss		0.0
Cas De Premiers Soins (CPS)		0.0
Cas de Traitement médical (CTM)		0.0
Cas de Travail Restreint (CTR)		0.0
Blessures avec Perte de Temps (BPT)		0.0





Sander Geophysics

Semaine 4

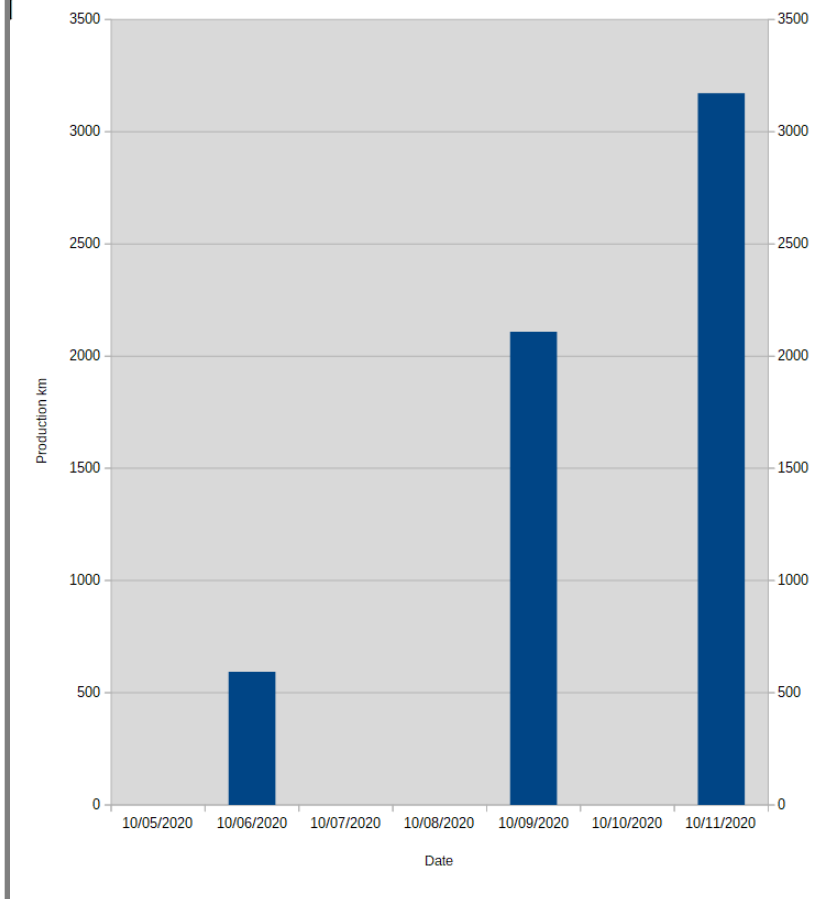
SANDER GEOPHYSICS AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY							
260 Hunt Club Road, Ottawa, ON K1V 1C1 Canada Tel: +1 613-521-9626 Fax: +1 613-521-0215 www.sgl.com							
DÉTAILS DU LEVÉ							
Nom Du Levé	Levés Magnétiques et Spectrométriques Aéroportés Dans le Secteur du Lac-Saint-Jean			Nom du client	Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec		
Lieu Du Levé	Saguenay, QC			Nom du contact	Rachid Intissar		
Code du projet	MERN_20.QC			# de Téléphone du contact			
Total km	57502			Adresse du client	5700, 4e Avenue Ouest, bureau D- 307 Québec G1H 6R1		
l'espacement des lignes	200m / 2000m						
Type de Levé	Magnétique, Spectrométrique			Email	Rachid.Intissar@mern.gouv.qc.ca		
Résumé de la Production du Levé							
Production de cette semaine (km)	5873.9			Km total volé jus'q'à date	18683.8		
Total restant (km)	38818.2			Nombre de km revolé cette semaine	0.0		
Pourcentage accompli (%)	32.5			Temps de vol de la semaine (h)	37.1		
Prod km / Jour de la semaine	839.1			Production km / heure de vol de la semaine	158.3		
PRODUCTION HEBDOMADAIRE							
Semaine 4		No de vol	Temps de vol	Nombre de lignes volées	Nombre de lignes revolées	Production (km)	Revolé (km)
TOTAUX			37.1	28.9	0.0	5873.9	0.0
5-Oct	Lundi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, pluie		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	Modéré.						
6-Oct	Mardi		3.1	3.0	0.0	593.2	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW 2006	3.1	2.1	0.0	429.2	0.0
		C-GSGV 3004	0.0	0.9	0.0	164.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, pluie après midi		Remarques	Deux vols sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	Modéré						
7-Oct	Mercredi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, forte pluie		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	Modéré						
8-Oct	Jeudi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, un peu de pluie, vents forts		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	Modéré						
9-Oct	Vendredi		16.2	10.4	0.0	2108.8	0.0
		C-GSGZ 1008	3.7	3.1	0.0	641.2	0.0
		C-GSGW 2007	6.0	5.1	0.0	1035.1	0.0
		C-GSGV 3005	6.5	2.3	0.0	432.6	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Partiellement nuageux, vent		Remarques	Trois vols sur la zone du levé Bloc B. L'avion C-GSGZ est revenu à Saguenay.			
Géomag	Calme						
10-Oct	Samedi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, pluie		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	Modéré						
11-Oct	Dimanche		17.8	15.5	0.0	3172.0	0.0
		C-GSGZ 1009	5.1	3.8	0.0	787.8	0.0
		C-GSGW 2008	6.4	5.7	0.0	1194.0	0.0
		C-GSGV 3006	6.3	6.0	0.0	1190.2	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Partiellement nuageux, vent		Remarques	Trois vols sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	Modéré						
Commentaires	La production a été entravée par les conditions météorologiques cette semaine. L'avion C-GSGZ est revenu à Saguenay						
Signé	Max Buneta						



Semaine 4 Page 2

PERSONNEL SUR SITE CETTE SEMAINE						
Nom	Emploi	Arrivés cette semaine	Départs cette semaine	Sur Site?	# de jours sur site cette semaine	# de jours sur site jusqu'à date
Keith Wells	Géophysicien			SUR SITE	7	27
Scott Campbell	Mécanicien			SUR SITE	7	27
Daniel Parker	Pilote			SUR SITE	7	27
Max Buneta	Géophysicien			SUR SITE	7	22
Tomo Nishimura	Pilote			SUR SITE	7	21
Shaun Rodrigues	Pilote			SUR SITE	7	21
Allison Gougeon	Pilote		6-Oct-20	SUR SITE	2	13
Joseph Al-Salem	Mécanicien			SUR SITE	7	17
Zachary Seguin-Forest	Technicien			SUR SITE	7	17
Maliha Khan	Pilote	5-Oct-20		SUR SITE	7	7
Andrew Flieder	Pilote	9-Oct-20		SUR SITE	3	3
Randall Forwell	Pilote	9-Oct-20		SUR SITE	3	3

SSE statistiques	Cette semaine	Totaux du projet
SGL Personne Heures	532.5	1807.5
Intrusions	2.0	14.0
Near Miss		0.0
Cas De Premiers Soins (CPS)		0.0
Cas de Traitement médical (CTM)		0.0
Cas de Travail Restreint (CTR)		0.0
Blessures avec Perte de Temps (BPT)		0.0





Sander Geophysics

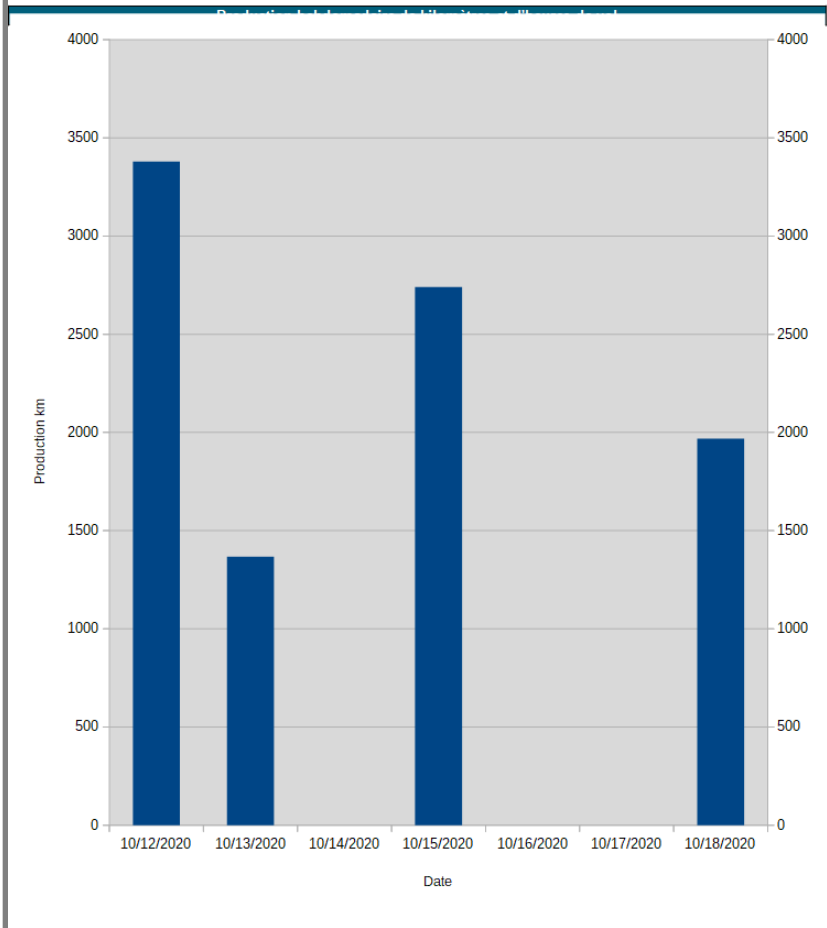
Semaine 5

SANDER GEOPHYSICS AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY							
260 Hunt Club Road, Ottawa, ON K1V 1C1 Canada Tel: +1 613-521-9626 Fax: +1 613-521-0215 www.sgl.com							
DÉTAILS DU LEVÉ							
Nom Du Levé	Levés Magnétiques et Spectrométriques Aéroportés Dans le Secteur du Lac-Saint-Jean			Nom du client	Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec		
Lieu Du Levé	Saguenay, QC			Nom du contact	Rachid Intissar		
Code du projet	MERN__20.QC			# de Téléphone du contact			
Total km	57502			Adresse du client	5700, 4e Avenue Ouest, bureau D- 307 Québec G1H 6R1		
l'espacement des lignes	200m / 2000m						
Type de Levé	Magnétique, Spectrométrique		Email	Rachid.Intissar@mem.gouv.qc.ca			
Résumé de la Production du Levé							
Production de cette semaine (km)	9455.6			Km total volé jusqu'à date	28139.4		
Total restant (km)	29362.6			Nombre de km revolé cette semaine	0.0		
Pourcentage accompli (%)	48.9			Temps de vol de la semaine (h)	56.1		
Prod km / Jour de la semaine	1350.8			Production km / heure de vol de la semaine	168.5		
PRODUCTION HEBDOMADAIRE							
Semaine 5		No de vol	Temps de vol	Nombre de lignes volées	Nombre de lignes revolées	Production (km)	Revolé (km)
TOTAUX			56.1	92.3	0.0	9455.6	0.0
12-Oct	Lundi		18.8	29.9	0.0	3379.3	0.0
		C-GSGZ 1010	5.4	17.5	0.0	829.6	0.0
		C-GSGW 2009	6.6	5.8	0.0	1246.0	0.0
		C-GSGV 3007	6.8	6.5	0.0	1303.7	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Clair		Remarques	Trois vols sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	Calme						
13-Oct	Mardi		8.6	14.7	0.0	1367.5	0.0
		C-GSGZ 1011	2.1	6.6	0.0	169.1	0.0
		C-GSGW 2010	4.2	6.7	0.0	919.6	0.0
		C-GSGV 3008	2.3	1.5	0.0	278.8	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Marginal		Remarques	Trois vols sur la zone du levé Bloc B. Vols raccourcis en raison de la détérioration des conditions météorologiques			
Géomag	Modéré						
14-Oct	Mercredi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, forte pluie		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	Modéré						
15-Oct	Jeudi		16.6	13.0	0.0	2740.8	0.0
		C-GSGZ 1012	5.0	3.1	0.0	674.0	0.0
		C-GSGW 2011	6.3	5.8	0.0	1265.4	0.0
		C-GSGV 3009	5.3	4.1	0.0	801.4	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, vents forts		Remarques	Trois vols sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	Modéré						
16-Oct	Vendredi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, forte pluie		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	Calme						
17-Oct	Samedi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, pluie		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	Modéré						
18-Oct	Dimanche		12.1	34.7	0.0	1968.0	0.0
		C-GSGZ 1013	5.6	28.8	0.0	669.5	0.0
		C-GSGW 2012	6.5	6.0	0.0	1298.5	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Clair		Remarques	Deux vols sur la zone du levé Bloc B. Aucun vol pour C-GSGV en raison d'un problème mécanique.			
Géomag	Modéré						
Commentaires	Les conditions météorologiques favorables ont permis quatre jours de vol cette semaine, notre meilleure semaine à ce jour. La production continue avec trois avions.						
Signé	Max Buneta						



PERSONNEL SUR SITE CETTE SEMAINE						
Nom	Emploi	Arrivés cette semaine	Départs cette semaine	Sur Site?	# de jours sur site cette semaine	# de jours sur site jusqu'à date
Keith Wells	Géophysicien			SUR SITE	7	34
Scott Campbell	Mécanicien			SUR SITE	7	34
Daniel Parker	Pilote			SUR SITE	7	34
Max Buneta	Géophysicien			SUR SITE	7	29
Tomo Nishimura	Pilote			SUR SITE	7	28
Shaun Rodrigues	Pilote			SUR SITE	7	28
Joseph Al-Salem	Mécanicien			SUR SITE	7	24
Zachary Seguin-Forest	Technicien			SUR SITE	7	24
Maliha Khan	Pilote			SUR SITE	7	14
Andrew Flieder	Pilote			SUR SITE	7	10
Randall Forwell	Pilote			SUR SITE	7	10

SSE statistiques	Cette semaine	Totaux du projet
SGL Personne Heures	577.5	2385.0
Intronisations		14.0
Near Miss		0.0
Cas De Premiers Soins (CPS)		0.0
Cas de Traitement médical (CTM)		0.0
Cas de Travail Restreint (CTR)		0.0
Blessures avec Perte de Temps (BPT)		0.0



Semaine 6



Sander Geophysics

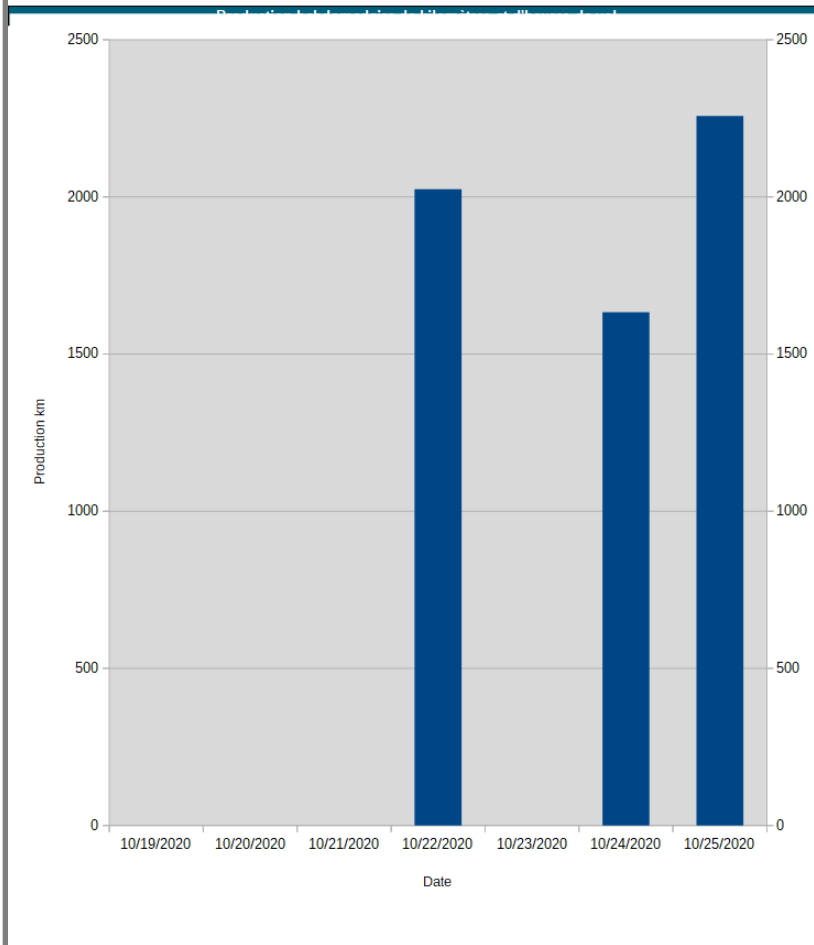
SANDER GEOPHYSICS AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY							
260 Hunt Club Road, Ottawa, ON K1V 1C1 Canada Tel: +1 613-521-9626 Fax: +1 613-521-0215 www.sgl.com							
DÉTAILS DU LEVÉ							
Nom Du Levé	Levés Magnétiques et Spectrométriques Aéroportés Dans le Secteur du Lac-Saint-Jean			Nom du client	Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec		
Lieu Du Levé	Saguenay, QC			Nom du contact	Rachid Intissar		
Code du projet	MERN_20.QC			# de Téléphone du contact			
Total km	57502			Adresse du client	5700, 4e Avenue Ouest, bureau D- 307 Québec G1H 6R1		
l'espacement des lignes	200m / 2000m						
Type de Levé	Magnétique, Spectrométrique			Email	Rachid.Intissar@mem.gouv.qc.ca		
Résumé de la Production du Levé							
Production de cette semaine (km)	5915.1			Km total volé jusqu'à date	34054.5		
Total restant (km)	23447.5			Nombre de km revolé cette semaine	0.0		
Pourcentage accompli (%)	59.2			Temps de vol de la semaine (h)	35.8		
Prod km / Jour de la semaine	845.0			Production km / heure de vol de la semaine	165.2		
PRODUCTION HEBDOMADAIRE							
Semaine 6		No de vol	Temps de vol	Nombre de lignes volées	Nombre de lignes revolées	Production (km)	Revolé (km)
TOTAUX			35.8	28.4	0.0	5915.1	0.0
19-Oct	Lundi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, pluie Modéré		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
20-Oct	Mardi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, forte pluie Modéré		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
21-Oct	Mercredi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Nuage, forte pluie Calme		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
22-Oct	Jeudi		11.8	9.5	0.0	2024.8	0.0
		C-GSGZ 1014	4.2	3.7	0.0	829.2	0.0
		C-GSGW 2013	4.1	3.6	0.0	777.6	0.0
		C-GSGV 3010	3.5	2.2	0.0	418.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Clair l'après-midi Actif		Remarques	Trois vols cet après-midi sur la zone du levé Bloc B.			
23-Oct	Vendredi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Ciel couvert, forte pluie Modéré		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
24-Oct	Samedi		10.1	8.0	0.0	1632.9	0.0
		C-GSGZ 1015	2.7	2.2	0.0	473.2	0.0
		C-GSGW 2014	3.6	2.9	0.0	599.6	0.0
		C-GSGV 3011	3.8	2.9	0.0	560.1	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Clair l'après-midi Active		Remarques	Trois vols cet après-midi sur la zone du levé Bloc B.			
25-Oct	Dimanche		13.9	11.0	0.0	2257.4	0.0
		C-GSGZ 1016	3.4	2.4	0.0	501.2	0.0
		C-GSGW 2015	4.1	3.0	0.0	675.2	0.0
		C-GSGV 3012	6.4	5.6	0.0	1081.1	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Clair Actif		Remarques	Trois vols sur la zone du levé Bloc B. L'avion C-GSGZ a quitté le site.			
Commentaires	Des conditions météorologiques défavorables ont affecté la production. L'avion C-GSGZ a quitté le site.						
Signé	Max Buneta						

Semaine 6 Page 2



PERSONNEL SUR SITE CETTE SEMAINE						
Nom	Emploi	Arrivés cette semaine	Départs cette semaine	Sur Site?	# de jours sur site cette semaine	# de jours sur site jusqu'à date
Keith Wells	Géophysicien			SUR SITE	7	41
Scott Campbell	Mécanicien			SUR SITE	7	41
Daniel Parker	Pilote			SUR SITE	7	41
Max Buneta	Géophysicien			SUR SITE	7	36
Tomo Nishimura	Pilote			SUR SITE	7	35
Shaun Rodrigues	Pilote			SUR SITE	7	35
Joseph Al-Salem	Mécanicien			SUR SITE	7	31
Zachary Seguin-Forest	Technicien			SUR SITE	7	31
Maliha Khan	Pilote		25-Oct-20	SUR SITE	7	21
Andrew Flieder	Pilote		25-Oct-20	SUR SITE	7	17
Randall Forwell	Pilote			SUR SITE	7	17

SSE statistiques	Cette semaine	Totaux du projet
SGL Personne Heures	577.5	2962.5
Intronisations		14.0
Near Miss		0.0
Cas De Premiers Soins (CPS)		0.0
Cas de Traitement médical (CTM)		0.0
Cas de Travail Restreint (CTR)		0.0
Blessures avec Perte de Temps (BPT)		0.0





Sander Geophysics

Semaine 7

SANDER GEOPHYSICS AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY							
260 Hunt Club Road, Ottawa, ON K1V 1C1 Canada Tel: +1 613-521-9626 Fax: +1 613-521-0215 www.sgl.com							
DÉTAILS DU LEVÉ							
Nom Du Levé	Levés Magnétiques et Spectrométriques Aéroportés Dans le Secteur du Lac-Saint-Jean			Nom du client	Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec		
Lieu Du Levé	Saguenay, QC			Nom du contact	Rachid Intissar		
Code du projet	MERN__20.QC			# de Téléphone du contact			
Total km	57502			Adresse du client	5700, 4e Avenue Ouest, bureau D-307 Québec G1H 6R1		
l'espacement des lignes	200m / 2000m			Email	Rachid.Intissar@mern.gouv.qc.ca		
Type de Levé	Magnétique, Spectrométrique						
Résumé de la Production du Levé							
Production de cette semaine (km)	7503.9			Km total volé jusqu'à date	41558.4		
Total restant (km)	15943.6			Nombre de km revolé cette semaine	0.0		
Pourcentage accompli (%)	72.3			Temps de vol de la semaine (h)	45.5		
Prod km / Jour de la semaine	1072.0			Production km / heure de vol de la semaine	164.9		
PRODUCTION HEBDOMADAIRE							
Semaine 7		No de vol	Temps de vol	Nombre de lignes volées	Nombre de lignes revolées	Production (km)	Revolé (km)
TOTAUX			45.5	35.4	0.0	7503.9	0.0
26-Oct	Lundi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C-GSGW		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C-GSGV		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Cold, and Windy		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	N/A						
27-Oct	Mardi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C-GSGW		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C-GSGV		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Cold, and Windy		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	N/A						
28-Oct	Mercredi		2.2	0.3	0.0	50.2	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C-GSGW	2016	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	C-GSGV	3013	1.4	0.3	0.0	50.2	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Overcast, Cold, and Windy		Remarques	Flights cut short due to weather			
Géomag	Active						
29-Oct	Jedi		9.1	7.9	0.0	1676.5	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C-GSGW	2017	3.5	3.5	0.0	765.5	0.0
	C-GSGV	3014	5.6	4.4	0.0	911.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Overcast, Cold, and Windy		Remarques	Deux vols cet après-midi sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	Active						
30-Oct	Vendredi		12.8	10.5	0.0	2250.4	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C-GSGW	2018	6.5	5.2	0.0	1135.6	0.0
	C-GSGV	3015	6.3	5.3	0.0	1114.8	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Overcast and Cold		Remarques	Deux vols cet après-midi sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	Active						
31-Oct	Samedi		10.9	11.5	0.0	2373.2	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C-GSGW	2019	6.6	5.7	0.0	1258.6	0.0
	C-GSGV	3016	4.3	5.8	0.0	1114.6	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Clear and Cold		Remarques	Deux vols cet après-midi sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	Active						
1-Nov	Dimanche		10.5	5.3	0.0	1153.6	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C-GSGW	TEST	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	C-GSGV	3017	6.4	5.3	0.0	1153.6	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Clear and Cold		Remarques	Un vol cet après-midi sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	Active						
Commentaires	Des conditions météorologiques défavorables ont affecté la production. L'avion C-GSGZ departed from the project last week.						
Signé	Keith Wells						



Semaine 7 Page 2						
PERSONNEL SUR SITE CETTE SEMAINE						
Nom	Emploi	Arrivés cette semaine	Départs cette semaine	Sur Site?	# de jours sur site cette semaine	# de jours sur site jusqu'à date
Keith Wells	Géophysicien			SUR SITE	7	48
Scott Campbell	Mécanicien		26-Oct-20	SUR SITE	1	42
Daniel Parker	Pilote		1-Nov-20	SUR SITE	7	48
Max Buneta	Géophysicien		30-Oct-20	SUR SITE	5	41
Tomo Nishimura	Pilote			SUR SITE	7	42
Shaun Rodrigues	Pilote		1-Nov-20	SUR SITE	7	42
Joseph Al-Salem	Mécanicien			SUR SITE	7	38
Zachary Seguin-Forest	Technicien			SUR SITE	7	38
Randall Forwell	Pilote			SUR SITE	7	24
Luis Vargas	Géophysicien	29-Oct-20		SUR SITE	4	4
Jean Deschenes	Pilote	31-Oct-20		SUR SITE	2	2
Amyeric Douerin	Pilote	31-Oct-20		SUR SITE	2	2

SSE statistiques	Cette semaine	Totaux du projet
SGL Personne Heures	472.5	3435.0
Intronisations	3.0	17.0
Near Miss		0.0
Cas De Premiers Soins (CPS)		0.0
Cas de Traitement médical (CTM)		0.0
Cas de Travail Restreint (CTR)		0.0
Blessures avec Perte de Temps (BPT)		0.0

Production hebdomadaire de kilomètres et d'heures de vol	
10/26/2020	0
10/27/2020	0
10/28/2020	~50
10/29/2020	~1700
10/30/2020	~2300
10/31/2020	~2400
11/01/2020	~1150



Sander Geophysics

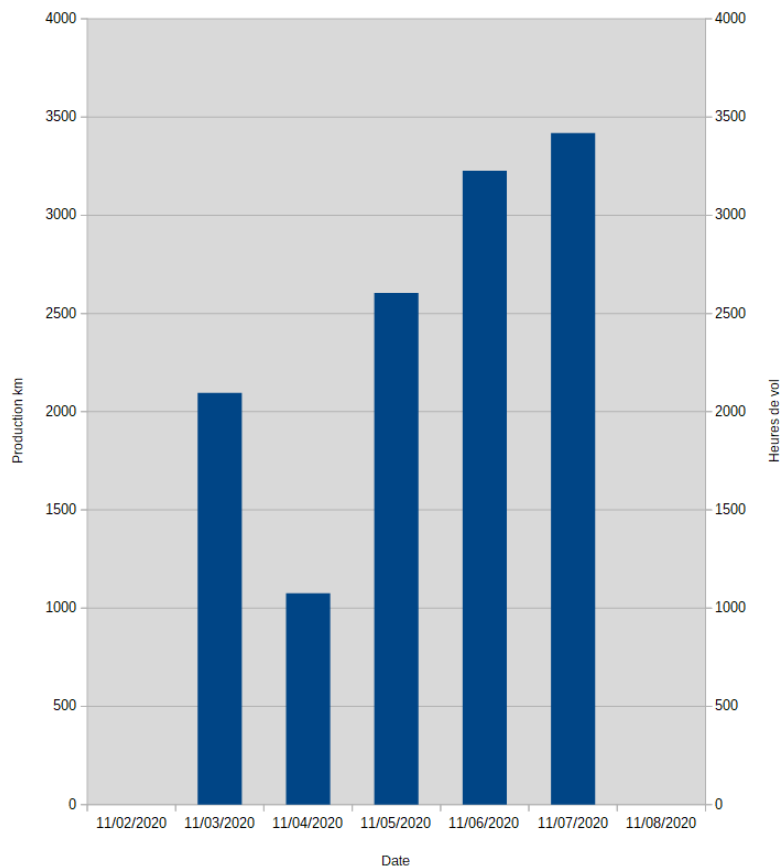
Semaine 8

SANDER GEOPHYSICS AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY							
260 Hunt Club Road, Ottawa, ON K1V 1C1 Canada Tel: +1 613-521-9626 Fax: +1 613-521-0215 www.sgl.com							
DÉTAILS DU LEVÉ							
Nom Du Levé	Levés Magnétiques et Spectrométriques Aéroportés Dans le Secteur du Lac-Saint-Jean			Nom du client	Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec		
Lieu Du Levé	Saguenay, QC			Nom du contact	Rachid Intissar		
Code du projet	MERN_20.QC			# de Téléphone du contact			
Total km	57502			Adresse du client	5700, 4e Avenue Ouest, bureau D- 307 Québec G1H 6R1		
l'espacement des lignes	200m / 2000m						
Type de Levé	Magnétique, Spectrométrique			Email	Rachid.Intissar@mern.gouv.qc.ca		
Résumé de la Production du Levé							
Production de cette semaine (km)	12421.1			Km total volé jus qu'à date	53979.5		
Total restant (km)	3522.5			Nombre de km revolés cette semaine	0.0		
Pourcentage accompli (%)	93.9			Temps de vol de la semaine (h)	72.8		
Prod km / Jour de la semaine	1774.4			Production km / heure de vol de la semaine	170.6		
PRODUCTION HEBDOMADAIRE							
Semaine 8		No de vol	Temps de vol	Nombre de lignes volées	Nombre de lignes revolées	Production (km)	Revolé (km)
TOTAUX			72.8	57.6	0.0	12421.1	0.0
2-Nov	Lundi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Neigeux.		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques. L'avion C-GSGZ a quitté le site.			
Géomag	N/A						
3-Nov	Mardi		12.4	10.0	0.0	2096.1	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW 2020	6.9	5.9	0.0	1268.2	0.0
		C-GSGV 3018	5.5	4.1	0.0	827.9	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Clair et frais		Remarques	Deux vols cet après-midi sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	Calme						
4-Nov	Mercredi		6.6	4.9	0.0	1076.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW 2021	4.2	3.5	0.0	789.3	0.0
		C-GSGV 3019	2.4	1.4	0.0	286.7	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Ciel couvert et faible neige		Remarques	Deux vols cet après-midi sur la zone du levé Bloc B. Les avions sont rentrés tôt en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	Calme						
5-Nov	Jeudi		16.6	12.3	0.0	2604.1	0.0
		C-GSGZ 1017	3.7	1.2	0.0	244.3	0.0
		C-GSGW 2022	6.8	6.2	0.0	1346.3	0.0
		C-GSGV 3020	6.1	4.9	0.0	1013.5	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Clair et doux		Remarques	SGZ arrive sur site. Trois vols cet après-midi sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	Actif						
6-Nov	Vendredi		17.7	14.7	0.0	3226.5	0.0
		C-GSGZ 1018	5.0	4.0	0.0	892.4	0.0
		C-GSGW 2023	6.7	5.7	0.0	1251.5	0.0
		C-GSGV 3021	6.0	5.0	0.0	1082.6	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Clair et doux		Remarques	Trois vols cet après-midi sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	Actif						
7-Nov	Samedi		19.5	15.7	0.0	3418.5	0.0
		C-GSGZ 1019	5.2	4.8	0.0	1071.7	0.0
		C-GSGW 2024	8.1	6.1	0.0	1345.0	0.0
		C-GSGV 3022	6.2	4.8	0.0	1001.8	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Clair et doux		Remarques	Trois vols cet après-midi sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	Actif						
8-Nov	Dimanche		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGW Ferry	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	Froid et venteux		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques. L'avion C-GSGW a quitté le site.			
Géomag	N/A						
Commentaires	Très bonne semaine de production, le projet est en voie d'achèvement.						
Signé	Keith Wells						

Semaine 8 Page 2

PERSONNEL SUR SITE CETTE SEMAINE						
Nom	Emploi	Arrivés cette semaine	Départs cette semaine	Sur Site?	# de jours sur site cette semaine	# de jours sur site jusqu'à date
Keith Wells	Géophysicien			SUR SITE	7	55
Tomo Nishimura	Pilote		8-Nov-20	SUR SITE	7	49
Joseph Al-Salem	Mécanicien		6-Nov-20	SUR SITE	5	43
Zachary Seguin-Forest	Technicien			SUR SITE	7	45
Randall Forwell	Pilote			SUR SITE	7	31
Luis Vargas	Géophysicien			SUR SITE	7	11
Jean Deschenes	Pilote		8-Nov-20	SUR SITE	7	9
Amyeric Douerin	Pilote			SUR SITE	7	9
Darren McBeth	Mécanicien	3-Nov-20		SUR SITE	6	6
Austin Hext	Mécanicien	5-Nov-20		SUR SITE	4	4
Andrew Flieder	Pilote	5-Nov-20		SUR SITE	4	4
George Sagaev	Pilote	5-Nov-20		SUR SITE	4	4

SSE statistiques	Cette semaine	Totaux du projet
SGL Personne Heures	540.0	3975.0
Intrusions	4.0	21.0
Near Miss		0.0
Cas De Premiers Soins (CPS)		0.0
Cas de Traitement médical (CTM)		0.0
Cas de Travail Restreint (CTR)		0.0
Blessures avec Perte de Temps (BPT)		0.0





Sander Geophysics

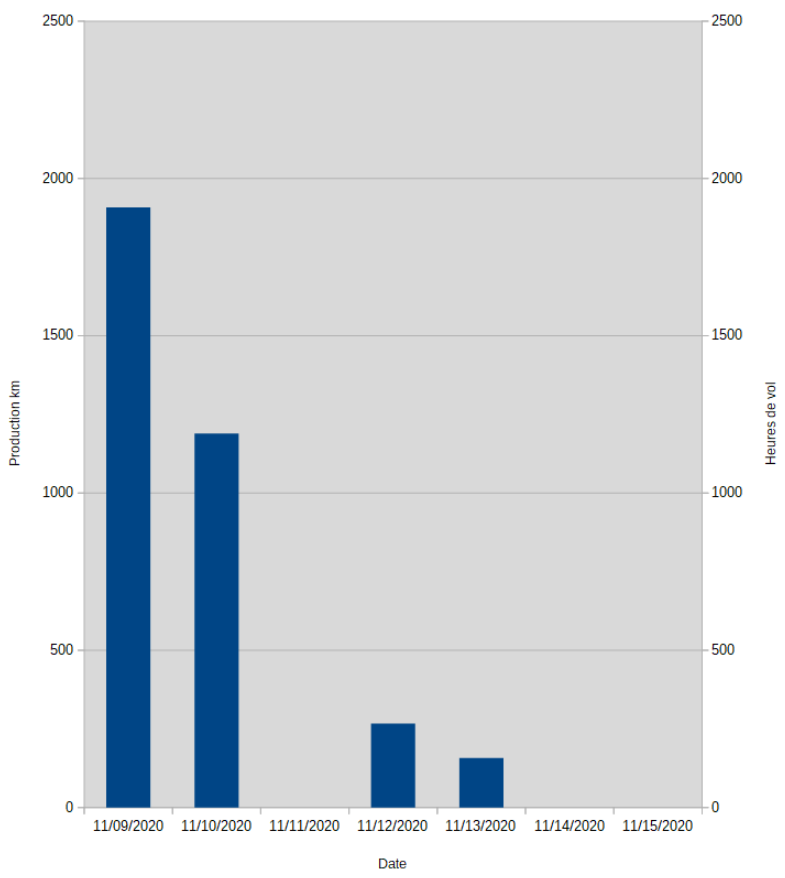
Semaine 9

SANDER GEOPHYSICS AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY							
260 Hunt Club Road, Ottawa, ON K1V 1C1 Canada Tel: +1 613-521-9626 Fax: +1 613-521-0215 www.sgl.com							
DÉTAILS DU LEVÉ							
Nom Du Levé	Levés Magnétiques et Spectrométriques Aéroportés Dans le Secteur du Lac-Saint-Jean			Nom du client	Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec		
Lieu Du Levé	Saguenay, QC			Nom du contact	Rachid Intissar		
Code du projet	MERN__20.QC			# de Téléphone du contact			
Total km	57502			Adresse du client	5700, 4e Avenue Ouest, bureau D- 307 Québec G1H 6R1		
l'espacement des lignes	200m / 2000m						
Type de Levé	Magnétique, Spectrométrique		Email	Rachid.Intissar@mern.gouv.qc.ca			
Résumé de la Production du Levé							
Production de cette semaine (km)	3522.5			Km total volé jusqu'à date	57502.0		
Total restant (km)	0.0			Nombre de km revolé cette semaine	821.2		
Pourcentage accompli (%)	100.0			Temps de vol de la semaine (h)	27.4		
Prod km / Jour de la semaine	503.2			Production km / heure de vol de la semaine	128.6		
PRODUCTION HEBDOMADAIRE							
Semaine 9		No de vol	Temps de vol	Nombre de lignes volées	Nombre de lignes revolées	Production (km)	Revolé (km)
TOTAUX			27.4	17.0	4.0	3522.5	821.2
9-Nov	Lundi		11.2	8.8	0.0	1908.2	0.0
		C-GSGZ 1020.0	5.3	4.0	0.0	881.6	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV 3023.0	5.9	4.9	0.0	1026.6	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	clear and windy		Remarques	Deux vols cet après-midi sur la zone du levé Bloc B.			
Géomag	quite						
10-Nov	Mardi		9.3	6.2	0.1	1189.1	12.4
		C-GSGZ 1021.0	5.4	3.4	0.0	753.9	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV 3024.0	3.9	2.8	0.1	435.2	12.4
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	overcast, warm, and windy		Remarques	Deux vols cet après-midi sur la zone du levé Bloc B. SGZ full production flight, SGV delay due to mechanical issues			
Géomag	active						
11-Nov	Mercredi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	low clouds and windy		Remarques	Aucun vol sur le Bloc B, en raison des conditions météorologiques.			
Géomag	N/A						
12-Nov	Jeudi		6.9	1.2	3.6	267.2	748.4
		C-GSGZ 1022.0	3.0	1.2	0.3	267.2	50.2
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV 3025.0	3.9	0.0	3.4	0.0	698.2
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	overcast, windy, and cool		Remarques	Deux vols cet après-midi sur la zone du levé Bloc B. Flights were cut short due to weather in areas of the block.			
Géomag	quite						
13-Nov	Vendredi		0.0	0.7	0.3	158.0	60.4
		C-GSGZ Ferry	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV 3026.0	0.0	0.7	0.3	158.0	60.4
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	overcast, warm, and calm		Remarques	Un vol cet après-midi sur la zone du levé Bloc B. L'avion C-GSGZ a quitté le site.			
Géomag	quite						
14-Nov	Samedi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	N/A		Remarques	Demobilization of ground bases was done. The AMEs and technician left site.			
Géomag	N/A						
15-Nov	Dimanche		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		C-GSGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Météo	N/A		Remarques	Demobilization of processing office. Geophysicist and SGV depart.			
Géomag	N/A						
Commentaires	Project completed. Demobilization has been finished and all aircraft have departed from Saguenay.						
Signé	Keith Wells						

Semaine 9 Page 2

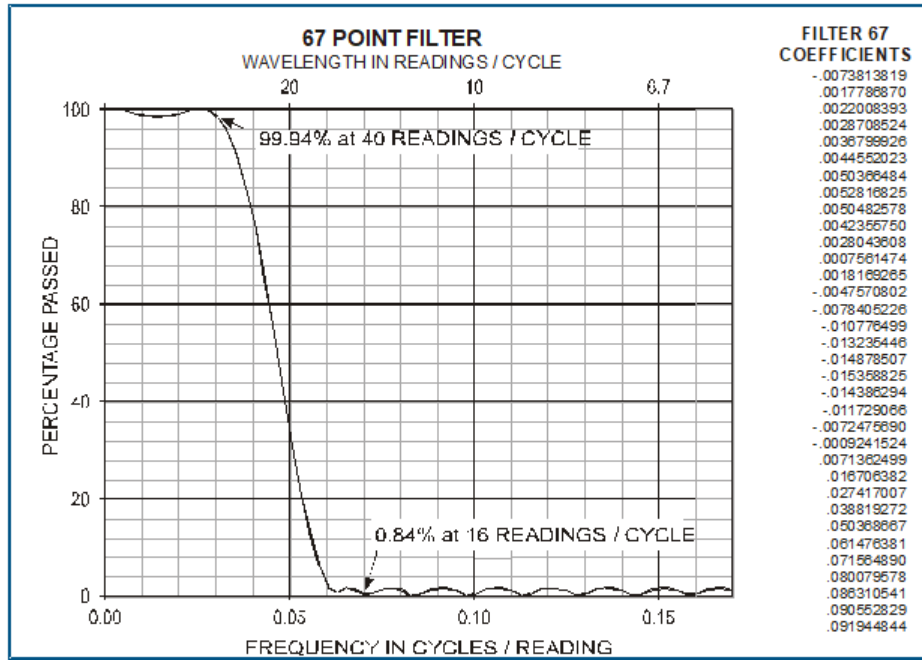
PERSONNEL SUR SITE CETTE SEMAINE						
Nom	Emploi	Arrivés cette semaine	Départs cette semaine	Sur Site?	# de jours sur site cette semaine	# de jours sur site jusqu'à date
Keith Wells	Géophysicien		15-Nov-20	SUR SITE	7	62
Zachary Seguin-Forest	Technicien		14-Nov-20	SUR SITE	6	51
Randall Forwell	Pilote		14-Nov-20	SUR SITE	6	37
Luis Vargas	Géophysicien		15-Nov-20	SUR SITE	7	18
Amyeric Douerin	Pilote		14-Nov-20	SUR SITE	6	15
Darren McBeth	Mécanicien		14-Nov-20	SUR SITE	6	12
Austin Hext	Mécanicien		14-Nov-20	SUR SITE	6	10
Andrew Flieder	Pilote		13-Nov-20	SUR SITE	5	9
George Sagaev	Pilote		13-Nov-20	SUR SITE	5	9

SSE statistiques	Cette semaine	Totaux du projet
SGL Personne Heures	405,0	4380,0
Intronisations		21,0
Near Miss		0,0
Cas De Premiers Soins (CPS)		0,0
Cas de Traitement médical (CTM)		0,0
Cas de Travail Restreint (CTR)		0,0
Blessures avec Perte de Temps (BPT)		0,0



Date	Production km	Heures de vol
11/09/2020	1900	1900
11/10/2020	1200	1200
11/11/2020	0	0
11/12/2020	300	300
11/13/2020	200	200
11/14/2020	0	0
11/15/2020	0	0

Annexe E – Filtres





Sander Geophysics

