

GM 56376

RAPPORT D'INTERPRETATION D'UN LEVE GRAVIMETRIQUE, PROPRIETE SAGAR

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



Licence

Cette première page a été ajoutée
au document et ne fait pas partie du
rapport tel que soumis par les auteurs.

Énergie et Ressources
naturelles

Québec 

CORPORATION MINIÈRE INMET

**PROPRIÉTÉ SAGAR
PROVINCE DE QUÉBEC**

**RAPPORT D'INTERPRÉTATION
D'UN LEVÉ GRAVIMÉTRIQUE**

BUREAU DU REGISTRAIRE

99 JAN 21 9M 10 00

REÇU AU MRN

Juin 1998

MRN-GÉOINFORMATION 1999

GM 56376

**RESSOURCES NATURELLES - SECTEUR MINES
RECU
19 JAN. 1999
BUREAU REGIONAL
ROUYN-NORANDA**

99-020-006

Paul Lortie, ing.
Géophysicien conseil

0026-R05

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1. Introduction	5
2. Localisation et accès	6
3. Historique et travaux antérieurs	6
3.1 Levé géophysique hélicopté	
3.2 Mesures de densité	
3.3 Historique du levé gravimétrique	
4. Exécution et traitement du levé gravimétrique	7
4.1 Travaux de Val d'Or Sagax	
4.2 Travaux de Jean-Marie Hubert	
5. Résultats géophysiques et interprétation	8
5.1 Anomalie de Bouguer	
5.2 Anomalie de Bouguer résiduelle	
5.3 Interprétation qualitative	
5.4 Solutions Euler 3D	
5.5 Interprétation quantitative	
6. Conclusion et recommandations	13

<u>Liste des tableaux et des figures</u>		
Tableau 1	Sources probables des anomalies gravimétriques	12
Figure 1	Localisation générale de la propriété	15
Figure 2	Localisation des permis	16
<u>Liste des annexes</u>		
Annexe 1	Gravimétrie régionale et modélisation d'une cible de référence. Février 1997	17
Annexe 2	Légende géologique et mesures de densité. Février 1997 et janvier 1998	21
Annexe 3	Devis des spécifications techniques pour l'exécution et le traitement du levé gravimétrique. Avril 1997	26
Annexe 4	Analyse de la méthodologie et de la qualité des données du levé gravimétrique effectué par VDS. Juillet 1997	33
Annexe 5	Évaluation d'un levé gravimétrique, projet Sagar, Québec. Février 1998	42
Annexe 6	Interprétation d'un levé gravimétrique, projet Sagar, Québec. Avril 1998	62
Annexe 7	Épaisseur du mort-terrain selon les forages effectués sur la propriété Sagar. Mai 1998	68
<u>Liste des fichiers archivés</u>		
Données (XYZ) :		
0026GFIN INTER2	Données gravimétriques (2096 stations) Valeurs de l'anomalie de Bouguer interprétée (890 stations)	

<p>Matrices (GRD) :</p> <p>ABOUG1FM . UP3000 RES3000 DENS ABOUGINT RESINT ABOUGC3M ABOUGD1M ABOUGN2M ABOUGS6M</p>	<p>Anomalie de Bouguer - Datum : 250 mètres Anomalie de Bouguer continuée à 3000 mètres Anomalie de Bouguer résiduelle – Datum : 250 mètres Densité Anomalie de Bouguer interprétée (selon diverses densités) Anomalie de Bouguer résiduelle interprétée Anomalie de Bouguer interprétée – Secteur C3S Anomalie de Bouguer interprétée – Secteur D1 Anomalie de Bouguer interprétée – Secteur N2 Anomalie de Bouguer interprétée – Secteur S6</p>	
<p><u>Liste des cartes 1 :50.000</u></p> <p>ABOUG1FM . UP3000 RES3000 RES100-0 . RES100-1 . RES100-2 . RES100-5 . DENS . ABOUGINT . RESINT1 . RESINT2 .</p>	<p>Anomalie de Bouguer - Datum : 250 mètres Anomalie de Bouguer continuée à 3000 mètres Anomalie de Bouguer résiduelle – Datum : 250 mètres Solutions Euler 3D – Modèle : dyke Solutions Euler 3D – Modèle : cylindre Solutions Euler 3D – Modèle : sphère Solutions Euler 3D – Modèle : couche Topographie numérisée et densités Anomalie de Bouguer interprétée (selon diverses densités) Anomalie de Bouguer résiduelle interprétée Anomalie de Bouguer résiduelle interprétée avec anomalies identifiées</p>	
<p><u>Liste des cartes 1 :20.000</u></p> <p>ABOUGC3M . ABOUGD1M . ABOUGN2M . ABOUGS6M .</p>	<p>Anomalie de Bouguer interprétée – Secteur C3S Anomalie de Bouguer interprétée – Secteur D1 Anomalie de Bouguer interprétée – Secteur N2 Anomalie de Bouguer interprétée – Secteur S6</p>	

1. INTRODUCTION

Ce rapport présente un sommaire des activités effectuées par Paul Lortie, géophysicien conseil, en relation avec les activités des autres intervenants pour la période de février 1997 à mai 1998 dans le cadre d'un projet de levé gravimétrique effectué sur la propriété Sagar, province de Québec.

Durant cette période, les efforts du géophysicien conseil se sont concentrés sur la pertinence d'effectuer un levé gravimétrique en fonction d'un modèle de minéralisation, sur la préparation d'un devis de spécifications techniques, sur l'évaluation des propositions des divers entrepreneurs invités, sur l'analyse et l'évaluation des résultats du levé gravimétrique, sur l'interprétation qualitative de l'ensemble des résultats et sur l'interprétation quantitative de certaines anomalies gravimétriques.

La cible minimale initialement proposée pour le levé gravimétrique était du type Cu-U-Au (Olympic Dam) avec des paramètres physiques de l'ordre de millions de tonnes, 1000 mètres de long, 300 mètres d'extension en profondeur et 200 mètres d'épaisseur. Selon les types de roches connues sur la propriété et quelques valeurs de densité, il est apparu possible de déceler ce type de minéralisation en effectuant un levé de haute qualité. Comme l'amplitude maximale du modèle proposé était évaluée à près de 0,8 mgal, il est apparu clair que la précision des lectures gravimétriques devait être inférieure à 0,1 mgal et que la précision des valeurs de l'anomalie de Bouguer devait être de l'ordre de 0,16 mgal.

Les sections suivantes décrivent des commentaires sur le traitement de ces données et sur les résultats des interprétations qualitatives et quantitatives effectuées par divers intervenants. Les recommandations contenues dans ce rapport sont fournies sur la base des informations géologiques et géophysiques disponibles et sur les modèles de minéralisations recherchées sur cette propriété.

Les travaux d'interprétation et de modélisation devaient rencontrer les objectifs suivants :

1. reproduire une anomalie de Bouguer représentative de la géologie à l'aide des mesures de densité des échantillons prélevés sur le terrain en éliminant les effets topographiques (selon un datum uniforme);
2. estimer la profondeur du bassin sédimentaire et observer le pendage des structures majeures;
3. caractériser les anomalies gravimétriques en fonction de leurs paramètres physiques, géologiques, magnétométriques et radiométriques; et
4. sélectionner certaines cibles selon deux modèles de minéralisation : minéralisation Cu-U-Au (Olympic Dam) et minéralisation Cu-Au associée à des horizons riches en sulfures.

2. LOCALISATION ET ACCÈS

Le secteur couvert par le levé gravimétrique est localisé à environ 200 kilomètres au nord de la ville de Schefferville, province de Québec (figure 1). Ce secteur se retrouve sur les cartes topographiques 22B/5 et 22C/8 du réseau SNRC à l'échelle de 1 :50.000.

La propriété est constituée de plusieurs permis d'exploration minière (figure 2) couvrant la région entre les lacs Mistamisk et Romanet, soit de 56°15'N à 56°30'N de latitude et de 67°30'W à 68°10'W de longitude (zone 19 du réseau de coordonnées UTM).

3. HISTORIQUE ET TRAVAUX ANTÉRIEURS

3.1 Levé géophysique hélicoptéré

Un levé géophysique hélicoptéré a été effectué sur une partie de la propriété par Digheem Surveys pour le bénéfice de Kennecott Exploration. Les méthodes magnétique, radiométrique et électromagnétique multi-fréquence ont été utilisées pour détecter des sources de minéraux radioactifs riches en uranium et des minéralisations conductrices (électromagnétisme) et pour caractériser les lithologies et les structures du bassin sédimentaire.

Les résultats de ce levé ne font pas l'objet de ce rapport sauf pour caractériser les anomalies gravimétriques en terme de leur réponse magnétique et/ou radiométrique (annexe 6). Une analyse quantitative (solutions Euler 3D) a aussi été complétée sur les données hélicoptérées pour évaluer la profondeur des corps magnétiques (Paul Lortie, juin 1997).

3.2 Mesures de densité

Des mesures de densité ont été effectuées en février 1997 pour définir les contrastes de densité entre certaines lithologies sédimentaires et des échantillons de minéralisation provenant de la zone de blocs minéralisés du lac Mistamisk (annexe 2).

Durant la période de prospection estivale de 1997, de nombreux échantillons représentatifs de la majorité des lithologies affleurantes sur la propriété ont été utilisés pour effectuer des mesures de densité plus exhaustives et plus complètes. Les mesures ont été effectuées par le laboratoire URSTM situé à Rouyn-Noranda (annexe 2) et les résultats ont été résumés par le géophysicien conseil (annexe 5). Ces résultats se sont avérés très importants pour la réalisation de l'interprétation quantitative approfondie de certaines anomalies gravimétriques.

3.3 Historique du levé gravimétrique

Les activités concernant le levé gravimétrique se sont échelonnées de février 1997 à mai 1998 et ont porté sur :

- (1) la modélisation de la réponse gravimétrique d'une cible minimale en février 1997 par le géophysicien conseil (annexe 1), en tenant compte de mesures de densité sur des échantillons représentatifs (annexe 2);
- (2) la préparation d'un devis de spécifications techniques pour la réalisation du levé gravimétrique en avril 1997, devis préparé par le géophysicien conseil (annexe 3);
- (3) l'exécution du levé gravimétrique par l'entrepreneur, Val d'Or Sagax, du début de juillet au début de septembre 1997, durant laquelle une évaluation de la méthodologie et de la qualité du levé a été effectuée en juillet 1997 par le géophysicien conseil (annexe 4);
- (4) la compilation, le traitement et l'interprétation des résultats par l'entrepreneur, Val d'Or Sagax, en septembre et octobre 1997, suivis d'une évaluation des résultats en février 1998 (annexe 5) et d'une interprétation qualitative préliminaire en avril 1998 (annexe 6) par le géophysicien conseil;
- (5) la modélisation du bassin sédimentaire par Jean-Marie Hubert, géophysicien conseil, en mars 1998; et
- (6) une interprétation qualitative et quantitative en mai 1998 par le géophysicien conseil en fonction de valeurs de densité obtenues par des mesures sur des échantillons de terrain (annexe 2) et de valeurs d'épaisseur de mort-terrain obtenues des informations de forages effectués sur la propriété par diverses compagnies minières (annexe 7).

4. EXÉCUTION ET TRAITEMENT DU LEVÉ GRAVIMÉTRIQUE

4.1 Travaux de Val d'Or Sagax

Une analyse de la méthodologie et de la qualité des données gravimétriques ainsi qu'une évaluation globale et détaillée des résultats du levé et du rapport final fournis par l'entrepreneur ont été effectués en juillet 1997 et février 1998 respectivement.

Les commentaires de ces travaux sont présentés en annexes 4 et 5 du présent rapport. Brièvement, rappelons que les résultats sont généralement de bonne qualité et que seulement 6 des 2102 stations gravimétriques mesurées ont dues être définitivement éliminées pour diverses raisons qualitatives (tableau 10 de l'annexe 5). La plus grande imprécision des valeurs de l'anomalie de Bouguer est directement reliée à la limite de 15 mètres de précision

pour l'élévation et à la limite de 50 mètres de précision pour la position de chaque station gravimétrique par rapport à la topographie numérisée obtenue à partir des cartes topographiques (1 :50.000).

Les travaux de compilation de l'entrepreneur ont été effectués en utilisant une densité uniforme de $2,67 \text{ g/cm}^3$ pour les corrections de Bouguer et de topographie rapprochée (2 à 40 mètres) et éloignée (40 à 5000 mètres), un datum de référence à 0 mètres (niveau moyen des océans) pour les corrections de Fay (Air Libre) et de Bouguer, la station-base gravimétrique #25 pour la correction de latitude et un point de référence du réseau géodésique (53-2019) coïncidant avec la station gravimétrique #200 pour situer l'ensemble des stations gravimétriques par rapport à la topographie et au réseau de coordonnées UTM.

4.2 Travaux de Jean-Marie Hubert

Le géophysicien conseil Jean-Marie Hubert a effectué un traitement et une modélisation des données gravimétriques. Les travaux de Hubert ont été exécutés à partir des données de l'entrepreneur tel que modifiées par Lortie pour corriger les valeurs de correction topographique rapprochée et éloignée au niveau du datum à 0 mètres. Ses travaux ont permis de définir les meilleurs paramètres de maillage et de modéliser la profondeur et les pendages des grandes structures du bassin sédimentaire.

En résumé, ses conclusions indiquent qu'une matrice de 50 mètres représentative des résultats peut être obtenue en utilisant des valeurs de 0,0001 pour la tolérance, de 0 pour la tension, de 2000 pour le nombre maximal d'itérations, et de 99,999% pour le nombre de points satisfaisant les calculs. Ces valeurs ont été utilisées par Lortie pour compléter le traitement final des résultats tel que présentés dans le présent rapport, c'est-à-dire selon des calculs effectués en fonction d'un datum à +250 mètres.

Les résultats de la modélisation du bassin sédimentaire indiquent une épaisseur moyenne de plus de 2000 mètres, un pendage accentué à modéré vers le nord pour le contact sud du bassin, et un pendage modéré à faible vers le nord pour le contact nord du bassin. De plus, la plupart des anomalies gravimétriques situées au sein du bassin peuvent être modélisées par des corps plus ou moins allongés et de pendage faible à modéré vers le nord.

5. RÉSULTATS GÉOPHYSIQUES ET INTERPRÉTATION

Une vérification complète de toutes les données et de tous les traitements effectués par les divers intervenants a été complétée récemment et les résultats modifiés ont été utilisés pour réaliser une interprétation qualitative et quantitative. Les modifications pertinentes et les résultats de l'interprétation sont décrits dans les sections suivantes.

5.1 Anomalie de Bouguer

La carte de l'anomalie de Bouguer a été obtenue suite à quelques modifications des valeurs fournies par l'entrepreneur. Un total de 2096 stations gravimétriques ont été retenues pour ces calculs. Les valeurs de gravité absolue fournies par l'entrepreneur ont été utilisées tel quel sauf lorsque des erreurs de calcul ou de correction avaient été observées (voir annexes 4, 5 et 6). Les valeurs des corrections de latitude et de Fay (Air Libre) fournies par l'entrepreneur ont aussi été conservées.

Par contre, les valeurs des corrections topographiques rapprochées et éloignées ont été recalculées en tenant compte d'une densité de $2,98 \text{ g/cm}^3$ pour toutes les stations situées sur et à la limite des plateaux basaltiques et une densité de $2,67 \text{ g/cm}^3$ pour toutes les stations situées dans le bassin sédimentaire. De plus, une évaluation de la différence entre les valeurs de position et d'élévation mesurées par GPS et les valeurs obtenues de la carte topographique numérisée pour l'ensemble des stations gravimétriques a forcé un calcul de la correction topographique en fonction d'un déplacement de la position de toutes les stations de 65 mètres vers l'ouest.

L'anomalie de Bouguer finale, présentée sur la carte ABOUG1FM, a été calculée en utilisant un nouveau datum à +250 mètres au lieu de 0 mètres car la valeur d'élévation minimale observée sur le terrain est de +252 mètres. Cette approche permet d'éviter la correction de Bouguer pour la couche supérieure de 250 mètres. Il est à noter que la correction de Fay calculée par l'entrepreneur n'a pas été modifiée pour le changement de datum puisque ce changement n'implique qu'une correction statique de l'ensemble des valeurs (une différence de $-77,15 \text{ mgals}$ pour toutes les stations) sans conséquence pour les résultats de l'interprétation.

5.2 Anomalie de Bouguer résiduelle

La matrice de la carte de l'anomalie de Bouguer a été continuée vers le haut à une altitude de 3000 mètres. Cette altitude a été choisie afin que les résultats épousent en partie la forme globale du bassin et permettent de soustraire une partie de la réponse due aux grandes structures du bassin étant donné que l'objectif de cet exercice est de mettre en évidence les faibles réponses gravimétriques au sein même du bassin. Les résultats de ce calcul sont présentés sur la carte UP3000.

La soustraction simple de l'anomalie de Bouguer continuée vers le haut de l'anomalie de Bouguer fournit une carte de l'anomalie de Bouguer dite résiduelle (RES3000). Cette anomalie de Bouguer résiduelle se situe donc au niveau du datum +250 mètres et a été calculée pour des densités de $2,98 \text{ g/cm}^3$ et $2,67 \text{ g/cm}^3$.

5.3 Interprétation qualitative

Les résultats de l'interprétation qualitative ont déjà été présentés dans un rapport d'interprétation préliminaire (annexe 6). Cette interprétation inclut aussi les caractéristiques géophysiques héliportées (magnétisme et radiométrie) de ces anomalies gravimétriques. Des discussions géologiques ont permis de mettre en évidence l'importance de certaines des anomalies gravimétriques : C2N, C2S, C3S, D1, N2, N4, S2, S3 et S6. Ces anomalies ont fait l'objet d'une interprétation plus approfondie pour en évaluer la cause la plus probable ou, tout au moins, s'assurer qu'elles ne proviennent pas d'effets de variations dans l'épaisseur du mort-terrain.

5.4 Solutions Euler 3D

Une matrice de l'anomalie de Bouguer résiduelle, redéfinie selon une cellule de 100 mètres, a été utilisée pour calculer des solutions de profondeur par la méthode Euler 3D. Des solutions ont été calculées pour les quatre modèles de base COUCHE, CYLINDRE, DYKE et SPHERE. Les solutions obtenues pour chaque modèle sont généralement raisonnables à pauvres, même en tenant compte des limites de la méthode.

Les calculs ont été exécutés pour chaque modèle en ne retenant que les sources situées à moins de 500 mètres de profondeur, pour une erreur maximale de 15% sur la profondeur, une erreur maximale de 30% sur la position en plan, et une distance en plan maximale de 500 mètres entre la source et la matrice de calculs carrée de 20 cellules. La dimension de la cellule étant de 100 mètres, les anomalies pouvant être définies ne devaient pas dépasser une longueur d'onde de plus de 2000 mètres.

Il est évident que le modèle DYKE fasse ressortir la plupart des fortes anomalies, en particulier les contacts majeurs en périphérie du bassin sédimentaire et les grandes structures conformes ou recoupantes. Par contre, aucun des modèles n'a pu donner une solution pour les anomalies d'intérêt N2, N4, S2 et S3, peut-être parce que ces anomalies sont de faibles dimensions par rapport au contexte de la propriété et que leur contraste respectif par rapport à leur environnement est insuffisant pour les isoler.

Le modèle SPHERE a fourni les plus pauvres résultats en identifiant seulement des profondeurs de 450 à 500 mètres pour les anomalies C2N et D1. Les trois autres modèles donnent des profondeurs de 150 à 200 mètres pour l'anomalie D1 et seul le modèle du CYLINDRE fournit une profondeur pour l'anomalie C2N à près de 250 mètres. Les anomalies C2S et C3S sont définies le long de leur contact nord (?) par les trois autres modèles et donnent une profondeur moyenne de 150 à 200 mètres. Finalement, une profondeur de moins de 150 mètres est donnée par le modèle DYKE pour les contacts nord et sud de l'anomalie S6.

5.5 Interprétation quantitative

L'anomalie de Bouguer a été interprétée pour les secteurs d'intérêt les plus importants de la propriété (selon **Inmet**) en tenant compte des informations géologiques de surface (cartes d'affleurements et d'interprétation géologique, et discussions géologiques), des informations d'épaisseur du recouvrement glaciaire, des valeurs de densité moyenne des divers types de roches, de la topographie locale et des autres informations géophysiques héliportées. Finalement, des ajustements locaux ont été faits sur la valeur de densité utilisée pour certaines stations gravimétriques afin d'uniformiser les contours de l'anomalie de Bouguer. Ainsi, des densités de 2,98 g/cm³, 2,80 g/cm³ et 2,67 g/cm³ ont été utilisées pour les lithologies alors que la densité du mort-terrain a été évaluée à 1,90 g/cm³. Une valeur de 2,50 g/cm³ a dû être utilisée afin de mieux uniformiser les contours de l'anomalie de Bouguer de certaines stations gravimétriques spécifiques.

Les calculs pour cette interprétation ont été effectués indépendamment pour chacun des secteurs anomaliques et sont présentés sur des cartes à l'échelle de 1 :20.000. Ces résultats ont été fusionnés par la suite pour obtenir la carte ABOUGINT présentée à l'échelle de 1 :50.000. Les calculs des secteurs D1 et S6 ont été effectués en deux étapes : réduction de l'anomalie de Bouguer en fonction d'une densité individualisée pour chaque station au niveau du datum +280 mètres, suivie ensuite d'une réduction uniforme (selon une densité de 2,67 g/cm³) pour toutes les stations entre le datum +280 mètres et le datum +250 mètres. Les calculs des secteurs N2 et C3S ont été effectués en une étape : réduction de l'anomalie de Bouguer en fonction d'une densité individualisée pour chaque station au niveau du datum +250 mètres. Cette approche permet de n'interpréter les anomalies qu'en fonction des variations topographiques locales près de la surface.

Les résultats de l'anomalie de Bouguer interprétée pour ce secteur sont présentés sur la carte ABOUGINT et les valeurs de densité utilisées pour produire cette carte sont compilées sur la carte DENS avec les contours de la topographie numérisée. Ces calculs ont été effectués dans le but d'évaluer la source probable des anomalies gravimétriques C2N, C2S, C3S, D1, N2, N4, S2, S3 et S6. Il est important de souligner que les résultats présentés sur les cartes ABOUGINT et DENS proviennent d'une interprétation et sont sujets aux erreurs d'interprétation typique de cette méthode, soit que d'autres modèles puissent aussi satisfaire les mêmes données originales.

Selon les informations géophysiques et géologiques disponibles, les sources probables des 9 anomalies gravimétriques d'intérêt sont données dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Sources probables des anomalies gravimétriques, projet Sagar, Québec.

Anomalie	Cause probable	Commentaires
C2N	Mort-terrain	Cette faible anomalie semble surtout reliée à une variation de l'effet du mort-terrain et/ou peut-être à une plus grande épaisseur de roches dolomitiques.
C2S	Sulfures?	La densité des roches en surface (2,67 g/cm ³) est identique à celle de toutes les stations gravimétriques adjacentes. Comme le roc est affleurant dans tout ce secteur, il est évident que la cause provient de roches plus denses en profondeur. Possiblement la même source que pour l'anomalie C3S.
C3S	Sulfures	La densité des roches en surface (2,67 g/cm ³) est identique à celle de toutes les stations gravimétriques adjacentes. Comme le roc est affleurant dans tout ce secteur, il est évident que la cause provient de roches plus denses en profondeur. Des indices de sulfures massifs caractérisés par des valeurs de densité de plus de 3,1 g/cm ³ pourraient bien être la source de cette anomalie.
D1	Dolomites	Malgré qu'une densité de 2,80 g/cm ³ ait été utilisée pour les corrections gravimétriques des stations associées à cette anomalie, il demeure toujours une réponse anormale positive. Cependant, cette anomalie pourrait être facilement expliquée par la présence d'une continuité en profondeur des dolomites affleurantes (sous le datum +250 mètres).
N2	Dolomites ou minéralisation?	Malgré une densité de 2,80 g/cm ³ pour les stations anormales par rapport à une densité de 1,90 g/cm ³ pour les stations adjacentes, cette anomalie positive est toujours présente. Comme il n'y a aucune roche affleurante dans ce secteur, il est difficile d'évaluer l'importance de l'effet du mort-terrain. Il est fort probable que l'anomalie soit causée par des roches denses (dolomites ou sulfures?) se prolongeant en profondeur. La présence de roches mafiques intrusives est exclue (aucune signature magnétique importante).
N4	Dolomites	Une densité plus élevée a été utilisée pour certaines stations, mais l'anomalie positive demeure toujours, probablement à cause d'une extension en profondeur de ces mêmes roches denses par rapport aux lithologies environnantes.

S2	Mort-terrain	Le secteur local de cette anomalie est fortement influencé par les variations topographiques et de densité (mort-terrain).
S3	Mort-terrain	Le secteur local de cette anomalie est fortement influencé par les variations topographiques et de densité (mort-terrain).
S6	Dolomites, basaltes et/ou topographie?	Cette forte anomalie est grandement causée par des effets topographiques et les quelques valeurs résiduelles anomaliques sont toutes situées en bordure de crêtes topographiques. Les seuls effets des corrections topographiques pourraient expliquer les quelques stations anomaliques restantes.

6. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

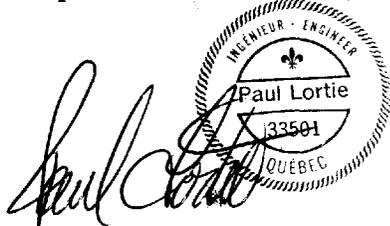
Les résultats du levé gravimétrique effectué en 1997 sur la propriété Sagar par l'entrepreneur Val d'Or Sagax ont été traités et interprétés en tenant compte de toutes les informations géologiques et géophysiques disponibles à ce jour. Un total de 9 anomalies gravimétriques ont été réinterprétées pour tenir compte de la présence d'affleurements et des lithologies en surface. Ces informations ont servi de guide dans le choix de la densité pour le calcul des corrections de la couche en surface au-dessus du datum +250 mètres.

Ainsi, les résultats de tous les travaux de traitement et d'interprétation ont permis de caractériser toutes les anomalies détectées par le levé gravimétrique en fonction des informations géologiques et géophysiques hélicoptérées disponibles sur cette propriété. Des informations sur la profondeur et sur l'attitude de certaines structures majeures du bassin sédimentaire ont aussi été obtenues par modélisation. Les résultats ont permis une sélection de 9 anomalies selon deux modèles de minéralisation (Cu-U-Au du type Olympic Dam, et Cu-Au associée à des horizons riches en sulfures). Une anomalie de Bouguer représentative de la géologie a été recalculée pour ces 9 cibles par l'interprétation de la valeur de densité la plus probable à chaque station. Cette réinterprétation quantitative a été exécutée en utilisant 890 des 2096 stations gravimétriques dans les secteurs anomaliques les plus intéressants.

Les résultats de cette interprétation ont permis de lever certaines ambiguïtés sur la cause probable de plusieurs de ces anomalies et aussi d'éliminer la possibilité que ces anomalies soient toutes causées par des effets de mort-terrain. Ainsi, il est interprété que les anomalies C2N, S2 et S3 sont surtout causées par des variations de l'épaisseur du mort-terrain. Les anomalies D1 et N4 sont plutôt causées par la présence de dolomites en surface. L'anomalie S6 peut aussi être causée par la présence de dolomites malgré que cette anomalie soit presque toute associée à des effets de correction topographique.

Les trois anomalies C2S, C3S et N2 ne peuvent être expliquées par des variations de l'épaisseur du mort-terrain et indiquent définitivement la présence de roches plus denses en profondeur. Il est fortement recommandé de vérifier ces trois anomalies par forage. Les solutions Euler 3D indiquent des profondeurs moyennes de l'ordre de 150 à 200 mètres pour le contact nord (?) des anomalies C2S et C3S mais aucune solution n'a pu être obtenue pour l'anomalie N2. Il est fort probable que cette source soit située à moins de 250 mètres de profondeur.

Respectueusement soumis,

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Paul Lortie", is written over a circular professional seal. The seal has a double-line border and contains the text "INGÉNIEUR - ENGINEER" at the top, a fleur-de-lis symbol in the center, the name "Paul Lortie" below the symbol, the number "33501" below the name, and "QUÉBEC" at the bottom.

Paul Lortie, ing.

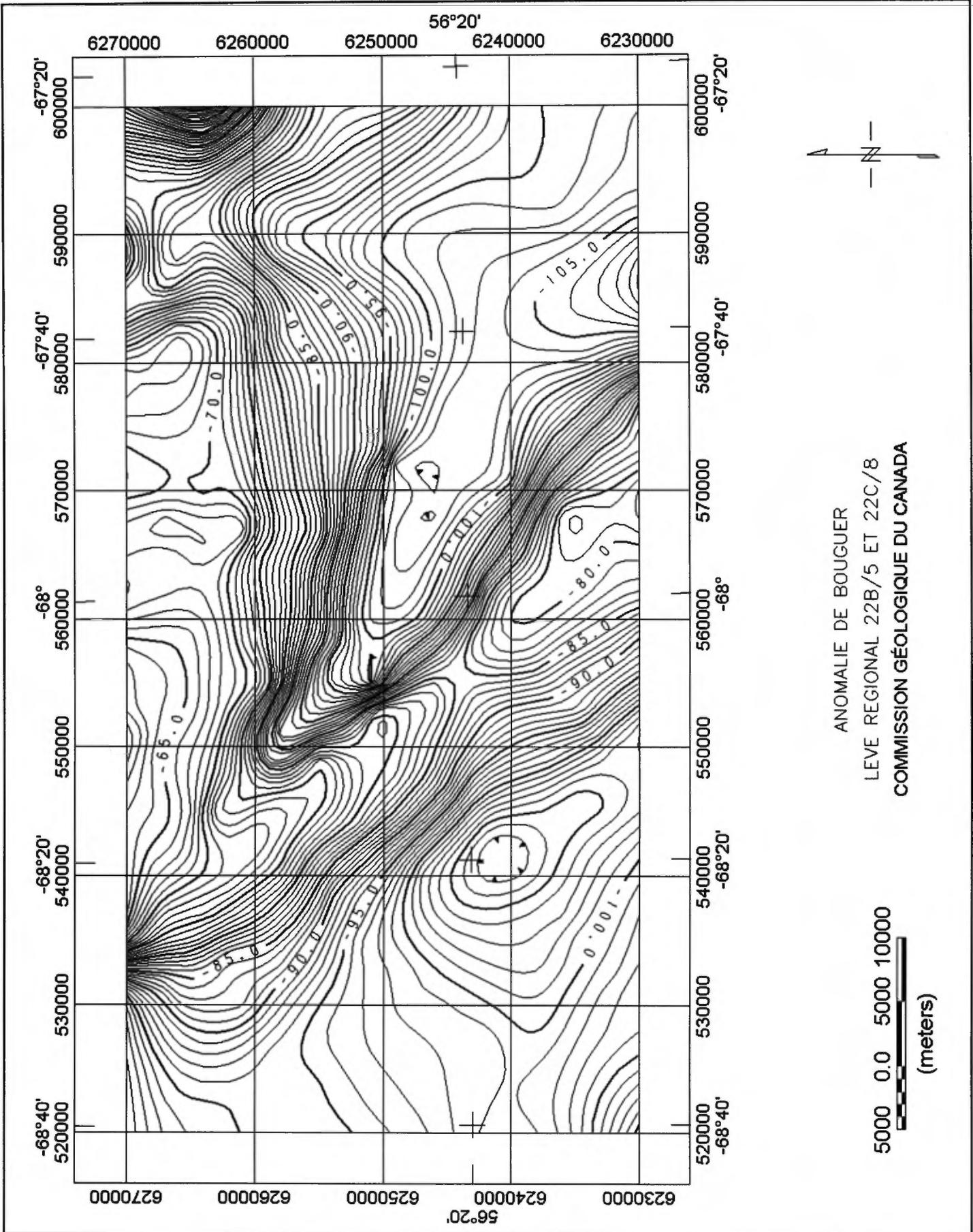
Géophysicien conseil

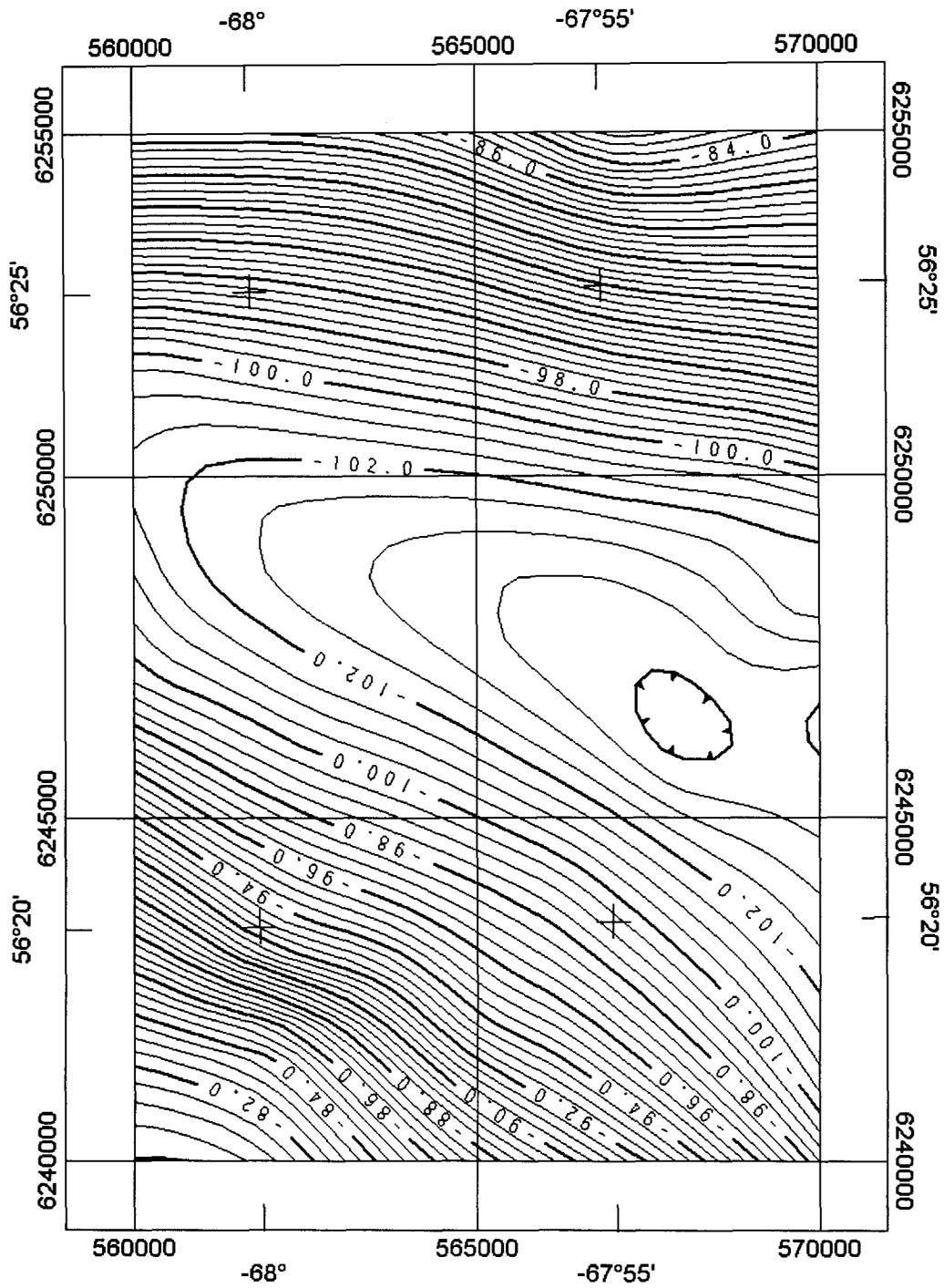
Figure 1: Localisation générale



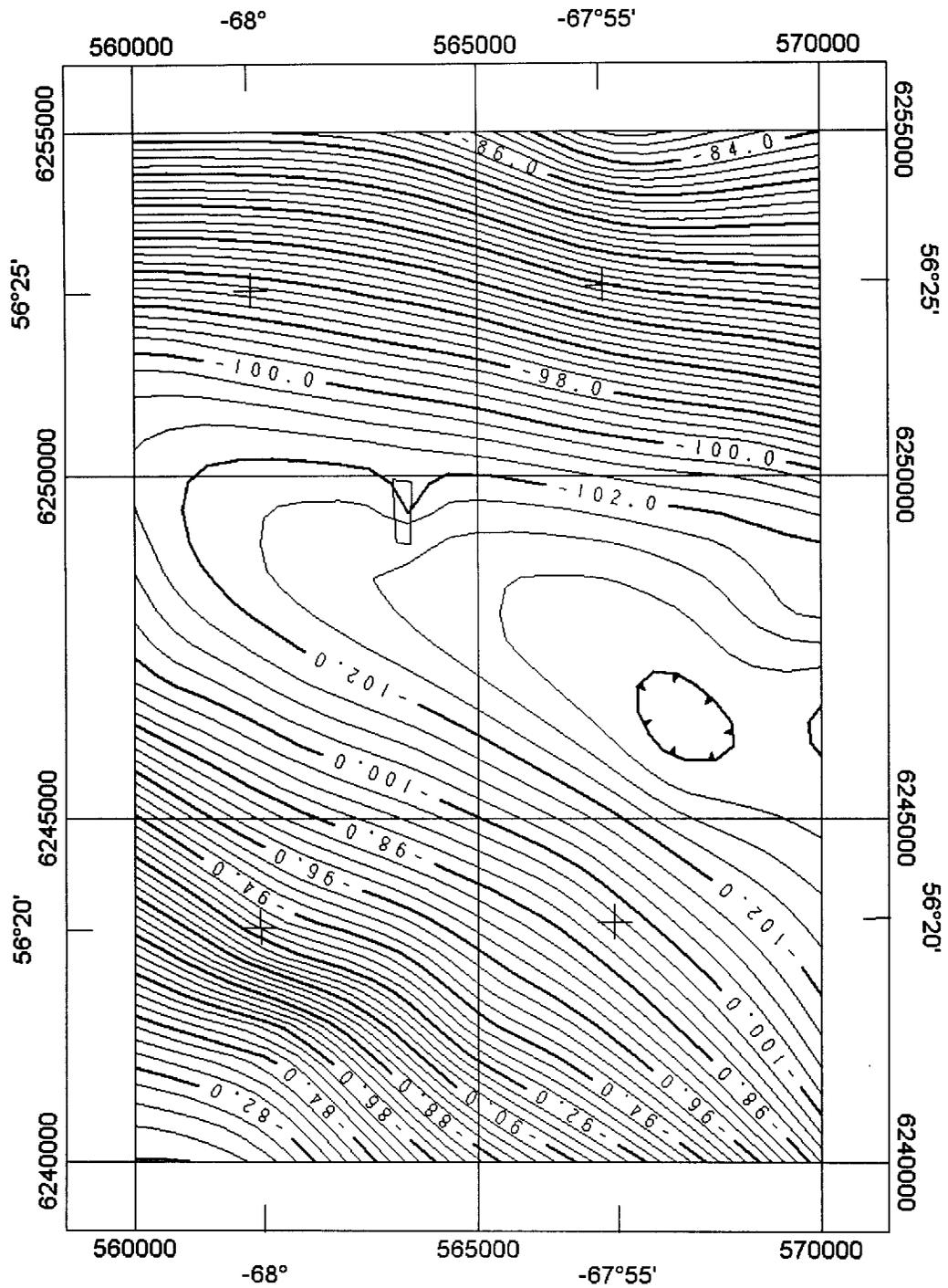
ANNEXE 1

**Gravimétrie régionale et modélisation d'une cible de référence.
Février 1997**





ANOMALIE DE BOUGUER
LEVE REGIONAL
COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA



ANOMALIE DE BOUGUER
 ANOMALIE SUPERPOSEE SUR LEVE REGIONAL
 MODELISATION

ANNEXE 2

**Légende géologique et mesures de densité.
Février 1997 et janvier 1998**

Densité des roches

Échantillon		Masse dans l'air (g)	Masse dans l'eau (g)	Volume (cm ³)	Densité (g/cm ³)
Série	numéro				
n.d.	1	2115.9	1309.1	806.8	2.62
n.d.	2	1034.5	662.7	371.8	2.78
n.d.	3	927.5	576.9	350.6	2.65
n.d.	4 BX Hem	415.6	264.6	151.0	2.75
n.d.	5 ENC.BX	333.3	216.2	117.1	2.85
n.d.	KISH 1036	1252.7	782.9	469.8	2.67
n.d.	4049	420.4	268.8	151.6	2.77
n.d.	4052	853.6	563.7	289.9	2.94
n.d.	4078	544.8	361.5	183.3	2.97
n.d.	4080	382.0	246.5	135.5	2.82
S3-94	1008	147.6	86.7	60.9	2.42
S3-94	1009	284.4	177.7	106.7	2.67
S3-94	1010	403.6	263.1	140.5	2.87
S3-94	1011	447.3	283.8	163.5	2.74
S3-94	1012	656.7	409.2	247.5	2.65
S3-94	1014	519.9	317.3	202.6	2.57
S3-94	1026	147.4	91.9	55.5	2.66
S3-94	1028	377.2	225.5	151.7	2.49
radio-actif	A	990.8	618.2	372.6	2.66
radio-actif	B	1459.8	910.0	549.8	2.66
radio-actif	C	1430.7	886.3	544.4	2.63
radio-actif	D	447.3	282.2	165.1	2.71

Lithologies

BAS	Basalte
GAB	Gabbro
IFE	Intrusion felsique
FP	Porphyre à feldspath
PEG	Pegmatite
ICB	Intrusion carbonatée
DOL	Dolomie
DOG	Dolomie gréseuse
GDO	Grès dolomitique
ARG	Argilite
SLT	Siltstone
SLTv	Siltstone vert
SLTp	Siltstone violet
SLTb	Siltstone beige
SLTg	Siltstone gris
GRS	Grès
ARK	Arkose
CGL	Conglomérat indifférencié
CGM	Conglomérat monogénique
CGP	Conglomérat polygénique
CHT	Chert
STRM	Stromatolite
BX	Brèche
BT	Brèche tectonique

Altérations

SI	Altération faible en silice
SI+	Altération modérée en silice
SI++	Altération forte en silice
SI+++	Altération très forte en silice
CB	Altération en carbonate
AK	Altération en carbonate de fer
CC	Altération en calcite
DO	Altération en dolomite
SE	Altération en séricite
CL	Altération en chlorite
HM	Altération en hématite
AB	Altération en albite
FU	Altération en fuschite
BO	Altération en biotite
MT	Magnétite hydrothermale

Facies et caractéristiques

MA	Massif
LT	Lité
CO	Coussin
AM	Amygdalaire
AR	Débit ardoisier
SL	Roche avec fissilité (Schiste)
Sch	Schiste
FIN	Granulométrie fine
GRA	Granulle
GAL	Gallet
GRO	Grossier
MT	Magnétique
DY	Dyke
Vx	Veine

Structures

S0	Litage
S1	Schistosité de première génération
S2	Schistosité de seconde génération
S3	Schistosité de troisième génération
LE	Linéation d'étirement
L10	Linéation d'intersection entre les plans S1 et S0 (axe de pli)
L20	Linéation d'intersection entre les plans S2 et S0 (axe de pli)
L21	Linéation d'intersection entre les plans S2 et S1 (axe de pli)
TOP	Sommet
Shr	Zone de déformation
CIS	Zone de cisaillement
FA	Faille
STI	Strie glaciaire
FRC	Réseau de fractures
GRND	carrotte égrainnée

Abréviations

diss.	disséminé
loc.	localement
tr.	trace
ds	dans
ct	contact

granitoïde hors de la propriété (SE)

SAMPLE	UTM-X	UTM-Y	RX.TYPE	FACIES	ALTÉRATION	MINÉRALISATION	CPS	Densité g/cm ³	Masse solide sec g	Masse ds l'eau g	Volume cm ³
44028	562287	6252004	IFEL	DY	HM			2.67	626.06	391.59	234.47
44039	558394	6250041	GRO	MA				2.67	828.90	518.92	309.98
44049	557012	6251177	QTZ	MA		tr. Py.		2.65	596.78	371.83	224.95
44060	574507	6237095	GDO	MA	SI CC			2.78	587.18	376.06	211.12
44105	565093	6252097	CGM	GRA	CL+	Py trace <3mm		2.72	780.90	493.62	287.28
44110	559435	6252038	ARG	SL		Cp en amas 1%, vein. 1% 1mm		2.67	437.93	273.63	164.30
44119	557461	6250805	QTZ	MA				2.64	722.70	448.66	271.04
44127	563096	6252956	IFEL	DY	HM++ CL	Hm spéculaire	20000	2.66	1382.50	862.30	520.20
44129	554119	6255185	GRO	MA	HM			2.85	473.72	307.25	166.47
44131	554062	6254967	ARG	LT	HM+ SI			2.83	277.66	179.53	98.13
44185	559687	6245576	GAB	MA	SI++			3.06	777.47	523.09	254.38
44199	558150	6247600	BAS	MA	CL			2.73	547.27	346.87	200.40
44209	554132	6256597	ARG	LT	SI+		240	2.68	675.34	423.27	252.07
44219	561782	6248573	GRS	MA	CL+,CB	Py fine diss 5-10%		2.84	745.81	483.27	262.54
44222	561559	6249147	QTZ	MA				2.66	397.22	247.63	149.59
44223	561181	6248893	ARG	GRAPH	CC			2.85	349.14	226.61	122.53
44247	572093	6247827	GRS	MA		Py trace		2.67	389.42	243.56	145.86
44248	572445	6245217	SLT	LT	CL	Py trace		2.74	612.40	388.91	223.49
44261	555175	6249514	CGP		HM++,CL			2.68	498.49	312.18	186.31
44271	567757	6249460	ARG	GRAPH				2.75	418.07	266.24	151.83
44279	567406	6247428	DOG	MA	SI++			2.80	420.61	270.27	150.34
44287	556553	6253483	DOL	LT	HM,SI			2.86	653.05	424.84	228.21
44288	556627	6253301	SLT	LT				2.72	179.86	113.84	66.02
44289	556702	6253211	DOL	LT	SI,SE			2.86	464.22	302.13	162.09
44292	556552	6252400	DOL	MA	HM,CL		40	2.88	433.56	282.91	150.65
44295	557573	6252096	SLT	LT	CL,SI			2.83	714.73	462.12	252.61
44296	558028	6253356	DOL	LT				2.86	463.01	301.09	161.92
44297	557204	6253757	DOL	LT				2.87	791.77	515.83	275.94
44301	570804	6241313	GRS	ARK				2.69	242.22	152.03	90.19
44304	570657	6242138	CGP		SE+,HM			2.68	973.10	610.16	362.94
44319	562230	6245912	CGP	MA	SI++	Py fine diss <<1mm 3-5%		2.67	269.58	168.77	100.81
44340	565739	6251074	CGM					2.62	463.48	286.87	176.61
44346	566600	6251275	DOL	MA	SI,HM			2.86	546.14	355.42	190.72
44361	563116	6252268	ARG	GRAPH				2.65	583.57	363.29	220.28
44364	568157	6239091	GAB	MA	SI	Py diss 2-3%		2.68	435.49	272.84	162.65
44366	554414	6250709	CGP		HM++			2.69	298.09	187.37	110.72
44368	563813	6254848	BAS	MA	CC++			2.97	278.52	184.67	93.85
44374	566413	6245215	QTZ	LT	HM???			2.68	426.73	267.25	159.48
44383	564348	6244121	DOL	LT	SI			2.87	545.04	355.19	189.85
44388	553986	6250618	BAS	CO				2.96	762.72	505.27	257.45
44390	556383	6255802	BAS	MA		Py trace		3.07	458.64	309.33	149.31
44391	606000	6231000	GRA		SE			2.68	604.95	379.49	225.46
44392	606000	6231000	GNS		SE			2.64	441.48	274.04	167.44
44407	573474	6239666	CGP		SE			2.69	799.68	502.69	296.99
44413	569403	6247288	BAS	MA	CL+			2.72	736.01	465.54	270.47
44434	548193	6256290	GAB	MA				3.06	1371.70	923.50	448.20
57505	548444	6258646	GAB	MA	CL CB	2% Mc		2.81	543.24	350.07	193.17
57540	558043	6250691	CGP	MA		Py 5%		2.84	968.20	627.21	340.99
57549	557311	6250615	VX		SI+	PY 8-10%		3.05	903.80	607.50	296.30
57558	555537	6254446	DOL	MA	HM++	tr. Mc	5000	2.88	304.37	198.84	105.53
57568	553769	6256264	SLT	BLOC	HM,CC	Ur/Gm 10-40%	24000	2.66	297.41	185.68	111.73
57570	553771	6256290	PEG	BLOC	HM+++	5-10% Ur/PI	26000	2.66	564.74	352.69	212.05

SAMPLE	UTM-X	UTM-Y	RX.TYPE	FACIES	ALTÉRATION	MINÉRALISATION	CPS	Densité g/cm ³	Masse solide sec g	Masse ds l'eau g	Volume cm ³
57628	569702	6239678	BAS	BC/CO?		Mc 5%, Py 1%		2.80	1240.30	796.63	443.67
57634	569751	6250247	Vx			5-20% Cp		2.80	184.88	118.88	66.00
57653	557855	6250693	CGL			Py fine 5-10%		3.11	510.88	346.80	164.08
57665	553777	6256635	ARG?			Ur,PI 2%		2.86	401.43	261.17	140.26
57721	562229	6245910	CGP	MA	SI+++ ,CC	PY fine en amas et diss 7-10%		2.72	382.70	242.07	140.63
57725	562728	6245517	QTZ	MA		PY en amas c/m 10%		3.14	354.76	241.64	113.12
57730	563609	6245524	ARG	GRAPH	SI+++	PY fines 7-10%		2.78	566.70	363.06	203.64
57752	555525	6254446	DOL	LT	SE+++ ,HM+++	PY en trace 1-2mm, HM 15-20%	6000	2.86	1447.70	941.90	505.80
57755	555525	6254446	ARG	LT			160	2.77	1764.10	1126.20	637.90
57758	555525	6254446	DOL	LT			250	3.02	989.00	661.38	327.62
√ 57776	547548	6258202	QZ	VX		Py massive 88%, Cp 2%		3.85	276.32	204.58	71.74
· 57777	547548	6258202	QZ	VX		Py mas.-semi-mas 85%, Cp 1-3%		3.70	431.90	315.26	116.64
Delhi pacific	567710	6251200						2.91	560.46	367.79	192.67
Pacific sulfure	567710	6251200	SSM	MA		PY massive 95%, Cp 5%		4.21	1278.80	975.30	303.50
Polar Ice	563000	6252740	IFEL	DY	HM			2.63	659.91	409.35	250.56

ANNEXE 3

**Devis des spécifications techniques pour l'exécution et
le traitement du levé gravimétrique.
Avril 1997**

GRAVITY SURVEY PROPOSAL

The contractor is invited to submit a complete technical proposal as well as a price proposal to carry out a detailed regional gravity survey on the Sagar Project in the province of Quebec.

The technical proposal will describe instrumentation, survey procedures, expected daily production, and on-site data processing procedures. A pertinent summary of the field crew experience should also be included. Due to the number of gravity stations to be measured and the short survey period, it is expected that the contractor will provide two complete survey crews to carry out the survey in an efficient and timely fashion. In addition, if judged necessary by the contractor, the contractor is invited to propose an additional person to overview the survey quality and to carry out the daily data processing on site.

The price proposal will definitely be based on a per accepted gravity station to be posted on final maps (i.e. repeat measurements at base stations and others not accounted for). If an additional person is proposed by the contractor for daily data processing, a separate per station rate should be given. Because this is a helicopter supported survey, a daily standby rate for down time due to bad weather or unavailability of the helicopter is also expected. Helicopter priority will be to the gravity survey crews. Other standby time under the responsibility of the contractor, such as instrumentation breakdown, shall be included in the price proposal per accepted gravity station.

Selection of the winning contractor will be based on price proposal per gravity station, pertinent crew experience, instrumentation, field procedures and expected production. Based on the price proposals and on-going survey results, it is possible the number of gravity stations be reduced or increased, and/or the distribution of the gravity stations be changed on-site. INMET also reserve the rights to decline all submitted proposals.

Gravity survey area

The survey area is bounded approximately by latitudes 56°15'N and 56°30'N and by longitudes 67°30'W and 68°10'W (see enclosed figure). The base camp is located near lake Mistamisk in the western part of the survey area, within the detail survey area (Grid A). The survey covers parts of NTS 1:50000 scale map sheets 22B/5 and 22C/8.

Access to most gravity stations will be helicopter supported. It has been indicated that 80% of the gravity stations within this area should be accessible by helicopter within less than 200 metres of the ideal station position. The valley area is lightly forested while the surrounding plateaux are denuded. In the area of the detail grid (Grid A), several stations may be accessible by walking from the base camp.

The survey area is divided in three parts based on the grid cell to be used. The first area, namely Grid A, is to be surveyed first. Grids B and C will probably be surveyed from west to east, with the possibility of additional gravity stations around any anomalous values.

Grid A: To be surveyed with a rectangular grid cell of 250 metres by 125 metres, for approximately 750 gravity stations.

Grid B: To be surveyed with a square grid cell of 500 metres, for approximately 1000 gravity stations.

Grid C: To be surveyed with a square grid cell of 1000 metres, for approximately 250 gravity stations. This grid is a 3-km extension around Grid B.

Thus, the proposed survey will include 2000 gravity stations, with the possibility of an additional 500 to 1000 gravity stations in areas of anomalous responses.

Ideally, gravity stations should be positioned exactly at a grid point. Where the terrain and/or conditions make this impossible, every attempt should be made to get as close as possible and, without good reason, within 50 metres from a grid position. Along the steep rock walls bordering the valley, the contractor will completely avoid setting the gravity station on slope debris. Wherever a gravity station grid position falls within water, an alternate position should be selected along the lake or river edge as long as its distance from any other grid cell is more than half the grid cell size.

Survey schedule

Field work should be started on or about June 23, 1997, and completed no later than August 31, 1997. Final report should be submitted within two months from the completion of field survey.

Services provided by INMET

INMET will provide the following services to the selected contractor:

- Digitized grid values and contours, and a XYZ file of the regional topography.
- NTS 1:50000 scale sheet maps with proposed survey grids.
- Transportation from <to be filled> to the project site and back for the geophysical crew members, their personal belongings, and all necessary instrumentation.

- Room and board, and office facilities (such as table space and electrical power) for the duration of the survey.
- Helicopter transportation to gravity stations on a daily basis wherever and whenever necessary.
- Sample bags for the collection of rock samples at selected gravity stations (for the purpose of density measurements).

Services provided by contractor

The selected contractor will provide the following services to efficiently carry out the gravity survey:

- Transportation to and from its office to <to be filled> for the geophysical crew members, their personal belongings, and all necessary instrumentation.
- Geophysical instrumentation, field accessories (such as field notebooks, measuring tapes, rock hammers, etc.) and office accessories (computer, printer, etc.) required to independently carry out the gravity and global positioning system (GPS) measurements and on-site data processing and plotting.
- All other necessary information such as gravity meter dial factor table and constants, daily earth tide correction tables, data processing and plotting software, etc.

Survey specifications

The contractor will perform the following tasks:

- Provide information regarding gravity meters maintenance schedule and date of latest calibration at a known site.
- During the course of the survey, establish gravity and GPS control stations within the survey limits. Each control stations will be surveyed with both gravity meters and roving GPS units.
- Observe gravity and determine gravity station elevations using a GPS unit at the required grid sites.

- Observe topographic variations within a radius of 50 metres of each gravity station and carry out terrain corrections. Wherever necessary, the contractor is expected to use inclinometer and measuring tape or GPS information to better evaluate nearby strong topographic variations, especially within the first 15 metres (zones A and B).
- Mark each gravity station with fluorescent red paint and an aluminium tag on ground surface at the exact position of the gravity meter station. The aluminium tag will give the gravity station number. Red flagging tape will also be used to indicate the general vicinity of the gravity station.
- Provide a field description of each gravity station immediate surroundings (such as swampy or rocky surface, etc.) and conditions (wind, light rain, etc.) to indicate adverse causes for above normal noise level.
- Wherever requested and possible, collect a representative rock sample at approximately 10% of the gravity stations.
- During the course of the survey, repeat a minimum of 5% of the surveyed stations (excluding control stations) both for the gravity and GPS measurements. Repeat stations will be done on a daily basis and, ideally, will be for stations surveyed during the last survey day.
- Process all data measurements on site to obtain Bouguer Anomaly values at all stations, with at least near station terrain corrections (zones A to C). Regional terrain corrections may be carried out off site on a continuous basis during the progress of the survey.
- Deliver raw and processed data on a daily basis to INMET's project geologist on site.
- Final corrected data will have to be supplied and approved on site (with possibly the exception of the regional terrain correction) before departure of the field crews.

Data quality control specifications

- Any gravity measurements at control stations established by the contractor should not differ by more than 0.05 mGal after earth tide corrections have been applied.
- Closure errors measured and calculated at a control station over any survey period should not exceed 0.1 mGal after earth tide corrections have been applied.

- A base GPS receiver used for differential processing will be situated within the survey area at a reasonable distance of each gravity station.
- Elevation of gravity stations should be determined with an accuracy of better than ± 10 cm. Elevation control stations will be located at the same sites as for the gravity meters. The use of GPS in determining elevations must follow procedures recommended by the manufacturer.
- Horizontal position of gravity stations should be determined with an accuracy of better than 10 metres. The use of GPS in determining horizontal position must follow procedures recommended by the manufacturer.
- Any GPS measurements at control stations established by the contractor should not differ by more than 10 metres for the horizontal position and by more than 10cm for the elevation after differential calculations have been applied.
- Processing of gravity data should follow standard procedures and equations.
- In general, the overall accuracy for each corrected gravity value (Bouguer Anomaly) should be better than ± 0.1 mGal.

Deliverables from the contractor

The following items should be delivered by the contractor:

- Copies of the original field notebooks used to record all types of information (along with final report).
- Paper and digital copies of earth tide correction tables (on-site on a daily basis).
- Paper and digital copies of all the following channels for each gravity station (on site on a daily basis):
 - + corrected XYZ GPS measurements
 - + gravity measurement dial value
 - + gravity meter constant value
 - + calculated gravity measurement value (in mGal)
 - + Greenwich time value (in decimals)

- + gravity meter elevation value above ground
- + earth tide correction value
- + gravity meter drift correction value
- + latitude correction value (1)
- + Free-Air correction value (1)
- + Bouguer correction value (1) (2)
- + Absolute gravity value
- + Free-Air absolute Gravity value (2)
- + nearby terrain correction value (2) (3)
- + regional terrain correction value (2) (3) (4)
- + corrected Bouguer Anomaly value (4)

(1) calculated with respect to the position and elevation of the main reference gravity control station

(2) calculated for a density of 2.67 gr/cm³

(3) if calculated separately (nearby for zones A, B and C, and regional for zones beyond zone C)

(4) not necessarily on a daily basis

- These digital files should also include general information with regards to gravity meters and GPS units serial numbers, Free-Air correction constant, Bouguer correction constant and density value, latitude correction constant, survey date, datum elevation, and other pertinent information for drift corrections.
- Paper and digital copies of three preliminary plan maps: (1) corrected GPS positions of gravity stations, Absolute Gravity posted values and contours; (2) corrected GPS positions of gravity stations, Bouguer Anomaly posted values and contours; and (3) corrected GPS positions of gravity stations, corrected GPS elevation posted values and contours. These plan maps should be supplied on site on a more or less weekly basis, at scales of 1:50000 and 1:20000.
- Paper (3 copies) and digital copies of final plan maps for the elevation and Bouguer Anomaly at scales of 1:50000 and 1:20000.
- A final report (3 copies) documenting survey procedures, data processing procedures, and general comments on the survey results.

All digital information should be provided in .XYZ and .GRD formats compatible with Geosoft data processing software.

ANNEXE 4

**Analyse de la méthodologie et de la qualité des données
du levé gravimétrique effectué par VDS.
Juillet 1997**

Le 24 juillet 1997

Monsieur Marco Gagnon
Corporation minière Inmet
1300, boul. Saguenay, suite 200
C.P. 2187
Rouyn-Noranda, QC
J9X 5A6

Objet: Analyse de la méthodologie et de la qualité des données du levé gravimétrique effectué par VDS sur le projet Sagar, Québec.

Cher Marco,

Durant la semaine du 14 juillet 1997, une analyse de la méthodologie et de la qualité des données du levé gravimétrique effectué par Val d'Or Sagax (VDS) sur le projet SAGAR a été complété sur le site même du projet pour s'assurer que l'entrepreneur respecte les termes d'exécution du contrat.

Dans un premier temps, le 15 juillet, une rencontre avec Daniel Lapointe de VDS a permis de se familiariser avec les deux gravimètres de la firme Scintrex et les trois décodeurs GPS de marque Leica. De plus, la méthodologie de travail a été revue avec les autres responsables du levé, soit Michel Coulombe, opérateur de VDS, et Sylvain Allard, opérateur de Descarreaux & Dubé, firme d'arpenteurs-géomètres agissant à titre de sous-traitant pour VDS sur ce levé.

Deux jours (16 et 17 juillet) ont été utilisés pour observer la méthodologie d'acquisition des mesures sur le terrain et pour participer à la prise d'une dizaine de lectures gravimétriques avec un des deux gravimètres. Deux autres journées (18 et 19 juillet) ont permis d'examiner les fichiers numériques fournis par les gravimètres ainsi que les fichiers des données traitées des mesures gravimétriques et des positions GPS effectuées du 13 au 18 juillet. De plus deux jours supplémentaires ont été utilisés suite à la visite sur le terrain pour vérifier certains points spécifiques auprès du manufacturier, pour refaire certaines corrections et calculs, et pour rédiger ce mémorandum.

Méthodologie de travail

1. Le levé gravimétrique a été commencé selon les étapes suivantes:

- Synchronisation des trois décodeurs GPS.
- Mise en place d'un réseau de points de référence GPS sur l'ensemble de la zone du levé et rattachement de ces points à un des points géodésiques connus de la Commission Géologique du Canada (point #2019).
- Phase de stabilisation des gravimètres.
- Vérification de la température de la chambre des systèmes des deux gravimètres. Aucun ajustement de la constante de correction thermique n'était requis.
- Vérification de la constante de dérive à long terme des gravimètres. Une mise à jour de la dérive à long terme des gravimètres a été effectuée le 12 juillet par VDS, et une mise à jour est prévue vers la mi-août.
- Synchronisation des deux gravimètres et entrée des paramètres communs aux deux gravimètres pour la planification et l'exécution du levé.
- Établissement d'un point gravimétrique de référence près du camp de base (point #25).
- Prise de lectures gravimétriques sur la plupart des points de référence GPS (deux boucles inverses couvrant tous les points retenus; ces boucles ont été fermées sur le point #25).
- Nivellement du niveau gravimétrique (Gravité Absolue) du point #25 à une valeur arbitraire de 100 mGals.
- Nivellement du niveau planimétrique (altitude par rapport au niveau de la mer) et de la position planimétrique (en coordonnées UTM selon la zone 19) sur le point géodésique #2019.
- Utilisation du point gravimétrique #25 pour le nivellement des mesures quotidiennes des deux gravimètres.

Toutes ces étapes suivent les recommandations contenues dans les notes techniques du fabricant des gravimètres et respectent les clauses du contrat.

2. Les paramètres de la prise des mesures gravimétriques et GPS tels qu'observés sur le terrain sont les suivants:

- La position en plan idéale de chacun des points gravimétriques a été fournie à VDS sur une base planimétrique et des photographies aériennes à l'échelle de 1:20000. La position de départ des traverses effectuées par l'entrepreneur est obtenue par inspection visuelle de la planimétrie, et le cheminement entre les points de lecture est effectué au compas et au pas en tenant compte des difficultés locales du terrain (topographie, cours d'eau, végétation dense, etc.).
- La sélection du point de lectures gravimétrique et GPS est faite à chaque site en fonction de la topographie locale pour éviter de placer le gravimètre tout près d'une pente topographique trop forte (dans un rayon de 5 mètres) et pour permettre à l'antenne GPS d'enregistrer des mesures (obstacle topographique et/ou végétal).
- Suite au nivellement en plan de l'antenne GPS, la prise de chaque lecture planimétrique est effectuée sur une période de 7 minutes, temps optimum pour respecter les spécifications du contrat, en utilisant une distance maximale de 5 kilomètres entre l'antenne de référence GPS et l'antenne mobile.
- La solution mathématique de la position horizontale et verticale de l'antenne GPS mobile par rapport à l'antenne de référence requiert un minimum de 4 satellites communs aux deux décodeurs. Durant la période des lectures analysées (13 au 20 juillet), seulement une lecture sur 278 a été affectée par les conditions locales du site (point #1127).
- Les valeurs GPS sont mesurées en coordonnées de latitude et de longitude selon l'ellipsoïde WGS 1984.
- La hauteur de l'antenne GPS par rapport au sol est obtenue grâce à un ruban métallique dont la position constante sur l'antenne est assurée de façon mécanique et la verticale du point de mesure de la hauteur au sol est identifiée grâce à une visée montée sur l'antenne.
- La prise de chaque lecture gravimétrique est effectuée sur une période de 120 secondes à raison d'un échantillon par seconde, la recommandation du manufacturier étant d'utiliser une période de lecture d'au moins 60 secondes. Toutes les lectures sont enregistrées de façon automatique.
- L'élévation de la base du gravimètre par rapport au sol est mesurée grâce à une tige en bois graduée en centimètres.

- La variation de la topographie est mesurée dans les directions nord, sud, est et ouest à des distances de 5 et 25 mètres en utilisant un inclinomètre gradué en % et en degrés. Ces lectures serviront pour la correction de terrain rapprochée. La correction de terrain éloignée sera calculée par VDS à partir des données topographiques fournies par Inmet.
- Chaque valeur gravimétrique mesurée est automatiquement corrigée pour la variation quotidienne de la marée, pour la variation du plan horizontal en X et Y durant les 120 secondes d'échantillonnage, pour la variation de la température interne et pour la dérive à long terme du système gravimétrique durant la période d'échantillonnage.
- La boucle de mesures sur un point de référence gravimétrique est effectuée sur la durée totale de la journée en utilisant le point de référence #25.
- En général, chaque gravimètre et système GPS répète quotidiennement un point de mesure effectuée la veille.

3. Les données gravimétriques et GPS sont traitées et fournies selon les spécifications suivantes:

- Les valeurs GPS de position en plan et en altitude sont exprimées en mètres selon le système de coordonnées UTM Zone 19 (Nad83), avec une résolution de 0,1 millimètre pour toutes les composantes. Les données quotidiennes sont fournies dans un fichier .ASC de format ASCII et contiennent le numéro de la station, la position en X, la position en Y et l'altitude de chaque station au sol. Ces fichiers sont utilisés quotidiennement au camp pour vérifier la position réelle des stations de mesure et pour déterminer si leur séparation rencontre les spécifications du contrat.
- Les valeurs enregistrées par le gravimètre sont fournies dans un fichier .DMP. Ce fichier contient tous les paramètres de levé du gravimètre (en-tête du fichier), les valeurs de gravimétrie corrigées automatiquement et leur déviation standard, les valeurs de correction de marée, les valeurs de déviation de la pente idéale nulle en X et en Y, l'heure locale au moment de la mesure (à mi-chemin durant la période d'échantillonnage), la période d'échantillonnage et le nombre d'échantillons rejetés durant la mesure. Ces fichiers permettent de vérifier le niveau de bruit de chaque mesure (déviation standard et déviation de la pente idéale nulle). Toutes les lectures dont la période est de moins de 120 secondes sont éliminées du fichier.
- Ces valeurs sont ensuite traitées pour l'élévation de la base du gravimètre par rapport au sol (obtenue grâce à une tige en bois graduée en centimètres), pour la dérive à court terme (quotidienne) du système gravimétrique entre deux mesures au point de référence #25, pour la variation de latitude entre les points, et pour la variation d'élévation entre les divers points et le point de référence #25. Les valeurs corrigées et les valeurs de correction sont fournies quotidiennement dans un fichier .XYZ de format ASCII. Ces fichiers permettent de vérifier le niveau de bruit des valeurs aux points répétés, de calculer la dérive quotidienne du gravimètre

au point de référence, et de détecter la présence de toute perturbation indésirable sur le gravimètre.

Observations et commentaires sur l'exécution du levé et sur la qualité des données.

- Les mesures GPS effectuées sur les points de référence géodésiques connus ont indiqué la présence d'une erreur de position et d'élévation entre les valeurs indiquées et les valeurs mesurées pour ces points. Ceci a forcé l'entrepreneur à ne choisir qu'un seul point géodésique de référence, soit le point #2019.
- La répétition des mesures des coordonnées GPS en X et Y et de l'élévation sur 7 points (du 13 au 18 juillet) indique en général une erreur de moins de 36 centimètres en plan et de moins de 9 centimètres en élévation. Un point répété a toutefois donné une erreur de plus de 1 mètre en plan et 95 centimètres en élévation. Ce point devra être relu au moins deux fois (#1049).
- La différence entre la position idéale et la position réelle des points de mesure est assez élevée dans certains cas à cause d'erreurs de stratégie et/ou de positionnement initial de l'entrepreneur et à cause des difficultés inhérentes au terrain. Cependant, le plan idéal ne doit servir que de guide. Il est plus critique de s'assurer de la densité et de la séparation réelles des points de mesure par rapport à la densité et à la distance demandées. L'entrepreneur semble très disposé à combler les lacunes de séparation, mais il faudra en tenir compte par rapport au nombre de points de mesure total et selon le temps disponible pour compléter le levé.
- Une production moyenne de 40 points a été maintenue du 14 au 18 juillet, et de 30 points les 19 et 20 juillet. La production des deux dernières journées a été affectée par les conditions climatiques. J'entrevois une production quotidienne de 35 à 40 points sur l'ensemble de la période du levé, bien en deçà de la production projetée de 50 points. Par contre, il est possible que la production quotidienne augmente lors de l'utilisation continue de l'hélicoptère pour les déplacements entre les points.
- La répétition des valeurs gravimétriques corrigées a été vérifiée de trois façons grâce aux lectures effectuées (1) sur les deux traverses des points de référence (pour un seul gravimètre: SCI), (2) sur certains points lorsqu'un des paramètres de contrôle dépassait les limites acceptables pour l'entrepreneur, et (3) sur un des points lus le jour précédent. L'écart entre les valeurs des lectures répétées varie pour (1) de 0,005 à 0,05 mgal, pour (2) de 0,005 à 0,015 mGal, et pour (3) de 0,005 à 0,02 mGal. Ces variations sont très acceptables sauf pour les variations dépassant 0,02 mGal pour les traverses des points de référence.
- La déviation standard des valeurs pour le gravimètre VDS est de 0,02 à 0,05 mGal du 13 au 17 juillet, et de 0,04 à 0,09 mGal du 18 au 20 juillet. Durant cette même période, la déviation standard des mesures pour le gravimètre SCI était de 0,03 à 0,08 mGal, et de 0,05 à 0,09

mGal. Quelques lectures ont été enregistrées avec des déviations standards de plus 0,1 mGal (jusqu'à 0,18 mGal) lorsque les conditions étaient sévères (vent et pluie).

- La variation du plan de la pente idéale nulle des gravimètres a généralement été maintenue à moins de 10 secondes d'arc, avec quelques lectures effectuées jusqu'à 32 secondes d'arc. Toutes ces lectures sont bonnes, et mêmes excellentes lorsque maintenues en deçà de 10 secondes. Les spécifications du manufacturier indiquent que le gravimètre peut corriger pour une variation de pente allant jusqu'à 200 secondes d'arc, mais de préférence effectuer les lectures avec moins de 10 secondes d'arc.
- La correction pour l'écart de température optimale du système gravimétrique a été bien maintenue puisque les variations de température ont oscillé de 0,1 à 0,7 degré pour toute la période analysée (moins de 0,3 degré dans une même journée) pour le gravimètre VDS et, pour le gravimètre SCI, de -0,6 à 0,2 degré (moins de 0,5 degré dans une même journée).
- Les valeurs de correction de marée ont été vérifiées en utilisant un progiciel fourni par la Commission Géologique du Canada. Les valeurs utilisées par les gravimètres sont exactes à moins de 0,001 mGal. Le levé étant exécuté sur une grande surface, l'entrepreneur calcule la correction de marée selon le point de référence le plus proche de chaque point de lecture. Une vérification indique que moins de 0,002 mGal de différence est ainsi introduit entre les blocs de points de lecture, donc sans conséquence sur les résultats. De fait, dans le cas de ce levé, il n'est pas vraiment nécessaire de changer le point de référence pour le calcul de la correction de marée.
- L'évaluation de l'erreur sur les lectures gravimétriques indique que celle-ci est de près de 0,02 mGal pour les lectures non corrigées (et fournies par le gravimètre) et de 0,06 mGal avec les corrections d'élévation et de latitude (position horizontale). Ces résultats sont excellents. Il est intéressant de noter que l'erreur évaluée sur les lectures fournies par le gravimètre est de même amplitude que la variation généralement observée pour les valeurs répétées de façon successive le même jour.
- Une erreur additionnelle, non anticipée lors de l'établissement des spécifications du levé, doit s'ajouter aux lectures: celle-ci est due au fait de la précision de la constante des gravimètres couplée au grand écart entre les valeurs minimale et maximale observées sur l'ensemble du projet. En effet, le manufacturier des gravimètres indique qu'une imprécision de 0,1 mGal est observée pour une différence de 100 mGals entre la lecture minimale et la lecture maximale car la constante des gravimètres est connue à 0,001 mGal de précision. Les valeurs obtenues sur les points de référence indiquent un écart de 76 mGals, donnant donc une imprécision maximale de 0,076 mGals. Cette imprécision sur les valeurs gravimétriques est tout de même moins critique que celle sur chaque lecture puisqu'il s'agit d'une imprécision qui sera répartie

de façon subtile sur l'ensemble des points de lecture. Elle affectera discrètement la modélisation des résultats sur l'ensemble du projet et pas du tout à l'échelle de notre cible.

- Les lectures gravimétriques ne sont protégées que jusqu'au moment où ces valeurs sont transférées du gravimètre à l'ordinateur. L'automatisation du gravimètre ne permet que certaines corrections et protège contre les erreurs de lecture et de transcription par l'opérateur.

Conclusion

L'entrepreneur a un bon contrôle sur les résultats du levé gravimétrique et GPS. Les données et la méthodologie respectent les spécifications du contrat. Seule la production ne rencontre pas les attentes espérées par Inmet et VDS, principalement à cause de la difficulté de déplacement sur le terrain.

Recommandations

Les points suivants devront être adressés durant la période du levé gravimétrique:

- L'entrepreneur devra effectuer des lectures avec le gravimètre VDS sur les boucles des points de référence.
- Les points de référence dont la variation dépasse 0,02 mGal devraient être répétés avec les deux gravimètres ou ne devraient pas être utilisés comme point de référence.
- La déviation standard des lectures a augmenté les jours de vent et de pluie et même dépassé la limite acceptable de 0,1 mGal dans quelques cas. Un coupe-vent devrait être utilisé dans ces situations pour améliorer la qualité des lectures.
- La constante de dérive à long terme de chaque gravimètre sera mise à jour vers la mi-août. Il est fortement recommandé d'effectuer des lectures sur trois points de référence bien établis (dont le point #25) le jour précédent, le jour même et, si nécessaire, le jour suivant cette mise à jour pour s'assurer du nivellement des lectures précédant et suivant cette mise à jour.
- Pour maintenir la qualité des résultats, une vérification quotidienne des lectures de chaque gravimètre doit inclure les points suivants:
 - (1) la dérive au point de référence #25 du matin au soir ne devrait pas dépasser 0,1 mGal;
 - (2) la déviation standard de chaque lecture ne devrait pas dépasser 0,1 mgal, de préférence 0,06 mGal;
 - (3) le nombre d'échantillons par lecture acceptée ne devrait pas dépasser 2;

- (4) la variation de la pente idéale du gravimètre ne devrait pas dépasser 20 secondes d'arc;
- (5) l'espacement horizontal entre les points de lecture ne devrait pas dépasser 350 mètres dans les zones de 250 mètres, 700 mètres dans les zones de 500 mètres, et de 1300 mètres dans les zones de 1000 mètres;
- (6) un point de lecture devrait être répété quotidiennement.
- Obtenir une copie de tous les fichiers transférés et corrigés quotidiennement. Ces fichiers incluent les .ASC des GPS, et les .DMP, .DAT et .XYZ de chaque gravimètre. De plus, un fichier d'écart entre les valeurs GPS répétées peut être obtenu une fois par semaine.
 - Être présent lors du transfert des données entre les gravimètres et l'ordinateur lors des jours de lectures des points de référence par les deux gravimètres et lors des jours associés à la mise à jour de la constante de dérive à long terme. Et obtenir immédiatement une copie de tous les fichiers transférés et corrigés.
 - Si désiré, me faire parvenir une copie de tous les fichiers disponibles environ deux semaines avant la fin des travaux sur le terrain pour effectuer une vérification.

Respectueusement,

Paul Lortie
Géophysicien-conseil

681 Boullé
Beloeil, QC
J3G 3T2

ANNEXE 5

**Évaluation d'un levé gravimétrique, projet Sagar, Québec.
Février 1998**

Le 13 février 1998

M. Marco Gagnon
Corporation minière Inmet
1300, boul Saguenay, suite 200
C.P. 2187
Rouyn-Noranda, QC
J9X 5A6

Objet: Évaluation d'un levé gravimétrique, projet Sagar, Québec.

Cher Marco,

Suite à ta demande, une évaluation technique des procédures mises en application lors de la compilation et du traitement des données du levé gravimétrique effectué sur le projet Sagar a été complétée. L'objectif de cette évaluation est de s'assurer de la qualité des données et de la validité des résultats avant d'effectuer une interprétation détaillée des résultats. Comme l'amplitude de l'anomalie de Bouguer maximale de la cible recherchée a été estimée à 0,8 mgal, il est important que la précision des résultats soit meilleure que 0,16 mgal (20%).

L'évaluation technique a touché deux aspects du levé. D'une part, les résultats compilés sur les cartes et les informations fournies dans le rapport opérationnel et d'interprétation de Val d'Or Sagax inc. ont été analysés pour vérifier les commentaires sur les procédures d'acquisition sur le terrain, pour vérifier les procédures de compilation et de traitement telles que décrites dans le rapport, et pour analyser brièvement la qualité des résultats présentés sur les cartes et dans les tableaux annexés au rapport.

Les données numériques du projet ont aussi été utilisées pour vérifier l'exactitude des calculs, pour analyser la qualité et le niveau de bruit des résultats, pour vérifier les possibilités de modifier et d'améliorer les procédures de compilation et de traitement, et pour évaluer la précision de ces données en vue de leur interprétation détaillée et concertée avec les informations géologiques fournies et les données géophysiques du levé hélicoptère effectué par Dighem pour Kennecott.

Les résultats de cette évaluation sont résumés dans les sections ci-dessous. Cette évaluation a tenu compte des spécifications techniques décrites dans le document du devis original préparé au printemps 1997 et ayant servi aux soumissions du levé gravimétrique. En général, pour des questions de nécessité et de brièveté, les commentaires émis ne porteront que sur les points pertinents, c'est-à-dire sur les résultats et points non conformes aux spécifications exigées.

1. Topographie numérisée

La topographie régionale du projet a été numérisée jusqu'à plus de 5 kilomètres autour du périmètre extérieur de la zone du levé gravimétrique à partir de cartes topographiques 1:50.000. Les limites imposées par cette numérisation donnent des précisions de 15 mètres pour l'élévation et de 50 mètres pour la planimétrie.

Ces limites pourraient expliquer en partie les différences observées entre les valeurs de position et d'élévation GPS des stations et les valeurs obtenues sur la carte de topographie numérisée. Ces limites sont particulièrement importantes dans le contexte de la correction pour la topographie régionale (voir sections 14 et 19).

2. Bases gravimétriques et GPS

Un réseau de bases gravimétriques et GPS secondaires a été établi avec le gravimètre SCI le 14 juillet 1997. La méthodologie utilisée est conforme au standard de l'industrie et aux spécifications du contrat, soit au minimum deux lectures sur chacune des stations avec fermeture à la station de base principale. Ces mêmes stations ont été répétées le 11 août avec les gravimètres VDS et REN. Il aurait été grandement préférable qu'une double boucle ou un aller-retour complet soit effectué avec chaque gravimètre, et pas seulement un aller.

Une autre spécification indiquait que les répétitions sur les stations devaient être en deça de 0,05 mgal. Les informations du rapport indiquent que 4 de ces répétitions dépassent la norme, bien que faiblement, pour les stations de base. Les différences de ces 4 répétitions sont toutes associées aux gravimètres SCI et VDS. Il est possible que la position de la plupart des stations de base ne soit pas favorable à une meilleure précision puisque ces stations sont exposées aux grands vents.

D'un autre point de vue, une analyse de toutes les lectures sur les stations de base montre aussi que les lectures des gravimètres VDS et REN sont généralement inférieures de 0,05 mgal et de 0,02 mgal respectivement par rapport à celles du gravimètre SCI. Ces différences plus ou moins systématiques peuvent n'être que fortuites car les variations entre SCI et VDS varient de 0,011 à 0,076 mgal, et celles entre SCI et REN varient de 0,001 à 0,038 mgal. Une deuxième boucle des gravimètres VDS et REN sur les stations de base aurait dû être faite le 11 août pour améliorer la confiance de cette observation car cette différence pourrait avoir une incidence sur les lectures des gravimètres les uns par rapport aux autres même si toutes les corrections de dérive quotidienne ont été effectuées en utilisant les mêmes valeurs de gravité absolue.

3. Distance entre les stations de mesure et les stations de base

La distribution des stations de base a été faite en sorte que toutes les stations de lecture soient idéalement situées à moins de 7 kilomètres d'une station de base. En pratique, la distance observée pour le gravimètre SCI atteint jusqu'à 9,5 kilomètres mais plus de 95% des stations étaient situées à moins de 7 kilomètres d'une station de base. Il ne semble y avoir aucune erreur due à ce paramètre.

4. Spécifications instrumentales du manufacturier

En ce qui concerne les gravimètres, les spécifications de l'entrepreneur étaient plus exigeantes que celles du manufacturier. La plupart de temps, ces spécifications ont été respectées. Les seules erreurs notables reliées aux spécifications instrumentales se retrouvent exprimées dans les lectures ayant dépassé la déviation standard exigée de 0,10 mgal.

La plupart des mesures de l'entrepreneur rencontrent la limite de 0,10 mgal demandée. Les répétitions gravimétriques semblent bien le démontrer. Par contre, pour certaines stations, cette limite n'a définitivement pas été respectée. En effet, la déviation standard de plusieurs lectures effectuées les 5 au 8 septembre par les trois gravimètres a dépassé à elle seule la limite de 0,10 mgal. Ceci a pour effet d'avoir augmenté la précision globale maximale jusqu'à 0,185 mgal pour la plupart des stations concernées.

Une déviation standard variant entre 0,10 mgal et 0,15 mgal a été observée pour chacune des stations suivantes: 1006, 1015, 1049, 1121, 1122, 1128, 1130, 1757, 1839 à 1881, 3335, 3427 à 3451, 3462, 3473, 3474, 5080, 5205, 5365, 5767, 5777 à 5816, et 5828. La déviation standard des stations 3446 et 3452 est plus élevée et donne des précisions globales de 0,193 mgal et 0,218 mgal respectivement. Toutes ces valeurs représentent plus de 12% de l'amplitude de l'anomalie de Bouguer maximale évaluée pour le type de cible recherchée sur ce projet. Malgré tout, certaines de ces stations ont été mesurées deux fois (répétitions) et ont fourni de bons résultats avec une différence de moins de 0,010 mgal pour les stations 1049, 5767 et 5799 et une différence de 0,065 mgal pour la station 3335.

5. Répétitions gravimétriques

Une des spécifications du levé exigeait que les mesures gravimétriques et GPS soient répétées sur un minimum de 5% des stations mesurées, stations de référence exclues, et ce sur une base quotidienne.

Un total de 2093 stations différentes et 9 stations de base ont été mesurées par les divers gravimètres et systèmes GPS. Selon les informations disponibles dans le rapport, 93 reprises

réparties sur 90 des 128 traverses ont été effectuées par les gravimètres et 46 lectures ont été reprises par les systèmes GPS. Donc plus de 4% des stations gravimétriques et 2% des stations GPS ont été répétées.

Mon analyse des données fournies indiquent des résultats bien différents. En effet, le nombre de stations visitées par les gravimètres se répartit comme suit:

Tableau 1: Nombre de répétitions gravimétriques

gravimètre	stations		nombre de répétitions avec		
	nombre**	% du total	SCI	VDS	REN
SCI	52	48	15*	25*	14
VDS	36	33	25*	7	5
REN	20	19	14	5	1
total	108	-----	54*	37*	20

* Deux stations ont été visitées trois fois.

** Nombre de stations différentes pour chaque gravimètre.

Le nombre de répétitions est supérieur à celui indiqué dans le rapport car plusieurs n'ont pas été indiquées dans leur tableau de compilation. Les répétitions oubliées ne sont pas très bonnes. De plus, une analyse plus approfondie indique en fait que seulement 65 stations différentes ont été visitées lors des répétitions. Ceci donne un taux réel de 3,1% très inférieur aux exigences des spécifications (minimum de 5%).

Les répétitions devaient aussi être effectuées quotidiennement. Les résultats sont tout autres comme l'indique le deuxième tableau.

Tableau 2: Nombre de jours de répétitions gravimétriques

gravimètre	jours de levés		jours de répétitions	
	nombre	% du total levé	nombre	% répétition/levé
SCI	55	43	41	75
VDS	42	33	28	67
REN	31	24	18	58
total	128	-----	87	68

Les résultats sont un peu mieux si le rapport est établi entre le nombre de répétitions et le nombre de jours de levé: 111 répétitions (sur 65 stations différentes) sur une période de 128 jours de levé, soit 86%. Notons aussi qu'environ 65% (44 sur 67) des répétitions ont été effectuées par le recoupement de lectures de gravimètres différents, ce qui est excellent puisqu'il ne semble pas y avoir d'effet particulier.

Ces informations sont critiques car certaines réitérations ont montré des problèmes de répétition dans les valeurs gravimétriques et dans les valeurs d'élévation. La pire des réitérations gravimétriques se retrouve à la station 3416 car elle est caractérisée par une différence de 0,146 mgal sur l'anomalie de Bouguer et elle n'a pas été incluse dans le tableau du rapport de l'entrepreneur.

Cette erreur est importante car elle représente près de 20% de l'amplitude de l'anomalie de Bouguer maximale évaluée pour le type de cible recherchée sur ce projet (0,8 mgal). Une station sur 65 (soit 1,5%) représente 32 stations sur 2093 qui pourraient être fortement hors norme.

Trois autres des 65 réitérations (4,6%) dépassent la norme de 0,05 mgal avec des écarts variant de 0,065 à 0,073 mgal. Ces différences sur les stations 3335, 5290 et 5512 représentent potentiellement un total de 97 stations additionnelles qui pourraient dépasser cette norme sur les 2093 stations mesurées (les 9 stations de base étant exclues).

6. Réitérations GPS

Selon les spécifications demandées, la variation en élévation des réitérations ne devait pas dépasser 10 cm et celle de la position en plan devait être moindre que 10 mètres. Le tableau fourni dans le rapport montre un total de 46 réitérations GPS. Toutes ces réitérations rencontrent très facilement la norme demandée de 10 mètres en plan et, à l'exception de trois stations, elles rencontrent aussi la norme de 10 cm sur la verticale.

La station 1431 dépasse à peine la norme d'élévation (à 11 cm). Par contre, la pire réitération est observée à la station 1049: deux valeurs de l'anomalie de Bouguer diffèrent de 0,221 mgal à cause d'une différence de 0,96 m sur l'élévation (lectures effectuées les 15 et 16 juillet 1997). Cette réitération n'est pas indiquée au tableau du rapport car la lecture d'élévation GPS a été reprise le 11 août (sans reprise gravimétrique). Cette grande différence avait été notée lors de ma visite sur le terrain (voir mon mémo du 24 juillet 1997).

La réitération GPS de la station 1152 n'a pas été indiquée au tableau du rapport. Une différence de 0,36 m sur la valeur d'élévation est indiquée entre les deux lectures d'élévation GPS, ce qui est tout à fait inacceptable puisque cette erreur crée une différence de plus de 0,1 mgal sur le résultat final.

Ces informations sont très importantes car 6,3% (3 réitérations sur 48) pourraient potentiellement dépasser cette norme et plus de 4% des lectures non répétées pourraient être fortement hors normes. Donc près de 131 stations pourraient être hors normes (dont 87 fortement hors normes). Les erreurs sur les stations 1049 et 1152 sont inacceptables puisqu'elles représentent respectivement plus de 25% et plus de 12% de l'amplitude de l'anomalie de Bouguer maximale

évaluée pour le type de cible recherchée. L'erreur d'élévation GPS de la station 1049 a été vérifiée par la suite grâce à une nouvelle réitération GPS.

L'analyse globale des réitérations des lectures pour les gravimètres et les systèmes GPS indique donc que près de 5,7% des stations (119 sur 2093) pourraient être fortement hors normes, c'est-à-dire de qualité inacceptable, et 6,7% des autres stations (141 sur 2093) pourraient légèrement dépasser les normes exigées.

7. Production

Un total de 2102 stations ont été mesurées sur une période de 128 jours d'opération. Cela représente une moyenne de 16,4 stations par jour par gravimètre, sans compter les lectures de réitération et les lectures des stations de base. Cette production est bien en deçà de la moyenne espérée de 20 stations par jour par gravimètre et d'un objectif minimal de 2150 stations pour l'ensemble du levé.

8. Densité des stations

En général, la densité des stations, c'est-à-dire le nombre de stations exigé selon le secteur d'intérêt, a été respectée sur la plus grande partie du levé. Par contre, la production globale ayant été plus faible que prévu, de nombreuses lectures n'ont pu être effectuées pour couvrir une plus grande surface sur le pourtour régional du levé.

9. Espacement en plan entre les stations

Certaines stations sont trop rapprochées les unes des autres pour être très utiles dans cette phase des travaux de gravimétrie. Par exemple, il est observé que la distance entre certaines stations est plus petite que 50 mètres pour au moins 28 paires de stations (listées au tableau 3, section 19). Par contre, ce paramètre n'est pas critique dans la qualité des données et des résultats.

10. Projections des données

Les calculs de la position des stations ont été vérifiés selon les systèmes de coordonnées Nad27, Nad83 et latitude-longitude. Aucune erreur n'a été observée.

11. Correction pour l'effet de marée

Une erreur a été observée sur la correction de marée du 5 septembre pour le gravimètre SCI. En effet, une valeur de -0,026 mgal est indiquée pour la station de base 25 alors qu'elle devrait être de -0,065 mgal. Cette erreur a faussé la correction de la dérive pour toutes les stations mesurées durant cette journée. Les corrections appropriées ont été faites sur les lectures de la journée et ont été incorporées dans la nouvelle compilation des résultats.

12. Correction pour la hauteur des gravimètres par rapport au sol

La hauteur des gravimètres par rapport au sol a généralement été normale sauf pour la journée du 21 août du gravimètre REN: la hauteur a varié entre 4 et 6 cm, probablement parce que son trépied n'a pu être utilisé (bris?). Les corrections en ont tenu compte et la qualité des lectures n'a pas été affectée.

13. Correction pour la dérive instrumentale quotidienne

La dérive quotidienne des gravimètres devait être inférieure à 0,1 mgal. Cette norme a été respectée tous les jours pour les trois gravimètres.

Un problème majeur non expliqué par l'entrepreneur est apparu le 6 septembre pour le gravimètre SCI: une dérive globale de -2,277 mgals a été observée. Une analyse des fichiers originaux fournis par VDS a permis à un ingénieur de Scintrex, manufacturier des gravimètres utilisés, de m'indiquer la source du problème. Une valeur erronée pour la constante de dérive instrumentale a été introduite dans les paramètres de contrôle du gravimètre à la fin de la journée du 5 septembre. Cette valeur avait été changée à 6 mgals alors qu'elle aurait dû être de 0,613 mgal, ce qui a créé une correction de dérive moyenne de -0,250 mgal/heure ou de -2,635 mgals pour la durée du levé du 6 septembre. Ainsi, la dérive réelle du 6 septembre serait donc de -0,358 mgal, soit -0,034 mgal/heure. Cette valeur de constante erronée avait été corrigée par l'opérateur le soir du 6 septembre.

Les trois gravimètres ne présentent pas des caractéristiques semblables dans leur dérive quotidienne. La dérive du gravimètre SCI a été plus ou moins régulière et négative, et son amplitude a généralement été la plus faible. Le gravimètre VDS est plutôt caractérisé par une dérive irrégulière positive ou négative. La dérive du gravimètre REN a généralement été plus forte que pour les deux autres gravimètres et presque toujours positive. En quelques occasions, la dérive calculée sur la station de base 25 différait de la dérive calculée sur la station de base secondaire utilisée pour la traverse de la journée. En général, l'amplitude de cette différence ne dépassait pas 0,05 mgal mais elle a atteint un maximum de 0,058 mgal pour le gravimètre SCI, de 0,078 mgal pour VDS et de 0,095 mgal pour REN.

14. Élévation

Comme indiqué à la section des réitérations GPS (section 6), la valeur d'élévation de près de 87 stations pourraient être potentiellement de qualité inacceptable pour effectuer les corrections d'altitude et de Bouguer. La valeur d'élévation de 44 autres stations pourrait aussi légèrement dépasser la limite exigée de 10 cm, bien que cette erreur serait de moindre importance.

D'un autre point de vue, des différences importantes entre les valeurs d'élévation mesurées et celles obtenues de la topographie numérisée ont été observées. Une analyse de la distribution géographique de ces différences ne montre aucune uniformité générale dans les différences entre l'ensemble des mesures et la topographie numérisée. En effet, dans le secteur nord-ouest, les stations semblent surtout déplacées vers l'ouest par rapport aux bordures des lacs. Dans les secteurs central et nord, le déplacement des stations semble plutôt être vers l'est et/ou vers le nord par rapport aux lacs et aux crêtes topographiques. Des essais de déplacement des stations versus la topographie numérisée ont été effectués et ont donné des résultats mitigés (voir section 19).

Selon une autre approche, une analyse des trajets du gravimètre SCI montre que la majorité des plus grandes différences d'élévation sont concentrées sur certains jours de levé particuliers. Il n'est pas possible de confirmer cette faible corrélation sans effectuer une vérification complète des lectures GPS originales. Pour l'instant, la précision et les limites des cartes topographiques numérisées sont plutôt mises en cause pour ces différences.

15. Correction pour l'altitude de la station par rapport à la station de référence (effet d'Air Libre)

Les calculs de cette correction ont été bien effectués mais leur exactitude est reliée directement à la précision de l'élévation de chaque station. Comme indiqué à la section 6, trois réitérations GPS sur 48 ont dépassé l'exigence de 0,10 mètre de précision: une différence de 0,11 mètre a été calculée pour la station 1431, de 0,36 mètre pour la station 1152 et de 0,96 mètre pour la station 1049. Puisque la valeur de correction est de 0,3086 mgal par mètre d'élévation, ces différences causent des erreurs respectives de 0,034 mgal, de 0,111 mgal et de 0,296 mgal sur l'anomalie de Bouguer de ces trois stations.

16. Correction pour la masse de roches entre la station et le plan de référence (effet de Bouguer)

De même, l'exactitude des calculs de la correction de Bouguer est reliée directement à la précision de l'élévation de chaque station. La valeur de cette correction varie de 0,112 mgal pour chaque mètre d'élévation (pour une densité de 2,67 g/cc). Comme indiqué aux sections 6 et 15, les réitérations GPS sur les stations 1049, 1152 et 1431 ont dépassé la limite d'erreur de 0,10 mètre.

Ces différences causent des erreurs respectives de 0,107 mgal, de 0,040 mgal et de 0,012 mgal sur la valeur finale.

Heureusement, comme les corrections d'Air Libre et de Bouguer sont de signes opposés, leur effet combiné sur l'anomalie de Bouguer est moindre. Ceci résulte donc en une erreur combinée de 0,189 mgal pour la station 1049, de 0,071 mgal pour la station 1152 et de 0,022 mgal pour la station 1431. Il semble donc que l'erreur sur l'élévation soit importante seulement pour les deux premières stations. Donc 2 réitérations sur 48 affecteraient fortement les résultats, représentant une possibilité de 87 stations sur l'ensemble des stations (comme indiqué aux sections 6 et 14).

17. Correction pour l'effet de la variation de latitude

Aucune erreur n'a été notée dans les calculs de la correction pour la variation de latitude des stations par rapport à la station de référence. Toute erreur sur la position d'une station selon l'axe nord-sud par rapport à la station de référence serait de l'ordre de 0,000748 mgal/mètre. Comme la précision de la position des stations mesurées a rarement dépassé 1 mètre, cette erreur est effectivement très négligeable.

18. Correction pour l'effet de la topographie locale (zones rapprochées B et C)

Comme il est impossible de vérifier directement les calculs sans les informations de terrain, aucune vérification directe du calcul de cette correction n'a été effectuée. Selon une mise en plan des valeurs de correction par rapport à la topographie numérisée, il semble que cette correction ait été bien effectuée.

Un total de 75 stations sont caractérisées par une correction supérieure à 0,25 mgal, la correction maximale calculée étant de 0,593 mgal pour la station 1803. La position de la plupart de ces stations indique bien que la topographie locale peut être très accentuée. Neuf stations situées dans la vallée sont affectées par une forte correction (plus de 0,25 mgal) mais seulement deux de ces stations (1837 et 3089) semblent être caractérisées par une anomalie de Bouguer légèrement anormale par rapport aux stations environnantes. Ceci pourrait être dû, mais pas nécessairement, à une correction topographique locale exagérée par rapport à la réalité (respectivement 0,40 et 0,50 mgal).

L'impact d'une erreur de 1 mètre d'élévation pour tous les secteurs de la zone B (zone située entre 2 et 17 mètres de rayon autour de la station) causerait une erreur totale de près de 0,020 mgal. De même une erreur de 2 mètres pour tous les secteurs de la zone C (zone située entre 17 et 53 mètres de rayon autour de la station) résulterait en une erreur totale de 0,024 mgal. Il est à noter que les rayons des zones B et C donnés dans le rapport de l'entrepreneur (en page 10) sont erronés.

Pour obtenir une erreur de 1 mètre à une distance de 9,5 mètres dans la zone B (point plus ou moins central de la zone), il faudrait faire une erreur de près de 10% sur la valeur de pente mesurée à l'inclinomètre. Et pour une erreur de 2 mètres à une distance de 35 mètres dans la zone C (point plus ou moins central de la zone), il faudrait effectuer une erreur de 6% sur la valeur de pente mesurée. Il est donc évalué que l'erreur probable (maximum de 5%) sur des mesures de pente bien effectuées ne pourrait certainement pas causer une erreur de plus de 0,03 mgal sur la correction pour l'effet de la topographie locale.

19. Correction pour l'effet de la topographie régionale

La correction topographique régionale sur ce projet présente un problème complexe pour trois raisons: (1) la position et l'élévation de plusieurs des stations gravimétriques telles que mesurées par GPS divergent fortement de celles indiquées par la topographie numérisée; (2) la valeur de correction calculée par l'entrepreneur atteint jusqu'à plus de 3,15 mgals dans certaines zones du levé et varie très rapidement dans les secteurs de fortes pentes; et (3) la valeur de correction de l'effet de la topographie régionale est très sensible aux variations des paramètres du logiciel utilisé pour calculer cette correction.

Une erreur de 15 mètres d'élévation pour tous les secteurs des zones D à G (zones situées entre 53 et 1530 mètres de distance autour de la station) causerait une erreur totale de près de 0,25 mgal. Ceci est très important. L'erreur est surtout importante pour la zone D (53 à 170 mètres) puisqu'à elle seule, elle compte pour 0,18 mgal.

Situation (1):

L'analyse des résultats montre que le problème de divergence de position et d'élévation n'est pas critique si une station est située dans un secteur caractérisé par un terrain plus ou moins plat, c'est-à-dire où l'élévation du terrain varie de moins de 15 mètres dans un rayon de plusieurs centaines de mètres autour de la station. De plus, la divergence sur la valeur d'élévation n'est pas importante puisque la correction peut être calculée sans tenir compte de la valeur réelle de la station. Une valeur d'élévation de la topographie numérisée peut lui être substituée par interpolation. L'erreur sur la correction serait donc faible.

Par contre, pour une station située dans un secteur de fortes pentes et de changements brusques de la topographie, la correction peut être très fortement en erreur. En effet, une station située près du rebord d'une crête ou au bas d'une pente abrupte peut se retrouver en situation inverse ou tout à fait différente à cause d'une erreur de position. Les valeurs de correction pour la topographie locale et pour la topographie régionale pourraient donc être fortement changées.

Une analyse des résultats montre certains secteurs où ces conditions sont rencontrées. Les valeurs de correction calculées pour plusieurs paires de stations très rapprochées, c'est-à-dire

situées à moins de 50 mètres l'une de l'autre, sont présentées dans le tableau 3. Pour cinq de ces paires (1182-5144, 1183-5149, 1719-5605, 5034-5036 et 5099-5107), la différence globale de ces deux corrections varie entre 0,09 et 0,35 mgal, même pour les deux paires situées en terrain plus ou moins plat (moins de 6 mètres de différence en élévation entre les deux stations de chaque paire).

Tableau 3: Paires de stations situées à moins de 50 mètres l'une de l'autre

station	élévation	topobc	toporeg	station	élévation	topobc	toporeg
225	293.80	0.043	0.218	1662	271.16	0.014	0.539
5187	292.19	0.022	0.220	3227	267.71	0.030	0.546
1023	259.45	0.113	0.636	1719	281.35	0.003	0.523
5068	261.41	0.147	0.645	5605	285.12	0.127	0.513
1033	257.83	0.015	0.631	1778	324.89	0.076	0.940
1044	267.38	0.035	0.570	5713	333.30	0.087	0.951
1050	276.76	0.098	0.475	1779	297.68	0.134	0.841
1064	278.90	0.049	0.442	5714	308.65	0.130	0.829
1051	281.91	0.000	0.439	1787	271.32	0.004	0.603
1063	286.28	0.012	0.412	5482	275.20	0.038	0.551
1081	275.00	0.011	0.502	3152	316.64	0.003	0.202
1087	270.24	0.027	0.510	5490	315.75	0.011	0.206
1088	273.44	0.014	0.542	3217	289.70	0.060	0.453
1103	278.56	0.037	0.500	5475	286.22	0.022	0.464
1125	333.02	0.038	0.276	3439	340.88	0.007	0.291
1158	333.50	0.011	0.267	5734	340.61	0.023	0.328
1182	311.92	0.187	1.329	5034	309.11	0.143	1.131
5144	300.57	0.060	1.214	5036	336.36	0.309	1.310
1183	279.15	0.062	1.127	5099	320.72	0.103	0.499
5149	271.90	0.045	1.051	5107	325.93	0.242	0.459
1192	290.37	0.004	0.269	5278	341.93	0.000	0.257
1205	288.14	0.045	0.267	5311	347.02	0.031	0.276
1299	316.73	0.088	0.290	5279	352.22	0.044	0.201
1302	296.60	0.073	0.285	5312	351.56	0.082	0.196
1333	321.29	0.050	0.111	5281	374.16	0.027	0.197
5326	322.93	0.053	0.109	5314	375.97	0.032	0.218
1446	391.77	0.057	0.327	5285	351.97	0.062	0.173
5403	392.64	0.044	0.322	5317	349.77	0.033	0.178

L'analyse des résultats indique des différences variant de -26,35 mètres à +79,32 mètres entre les valeurs d'élévation mesurées et les valeurs obtenues de la topographie numérisée. De fait, la différence d'élévation absolue est de plus de 15 mètres pour 171 des 2102 stations (8,1%): plus de 50 mètres pour 6 stations; de 30 à 50 mètres pour 20 stations; et de 15 à 30 mètres pour 145 autres stations. La valeur limite de 15 mètres est utilisée car il s'agit de la limite minimale des courbes de niveau (50 pieds) des cartes topographiques originales 1:50.000 ayant servi à la numérisation de la topographie du projet. Il semble que ces différences d'élévation soient directement reliées à une différence plus ou moins généralisée entre les positions GPS et la topographie numérisée (voir section 1).

De nombreux essais de positionnement ont été faits en utilisant les statistiques de la différence d'élévation, les observations sur les cartes de l'entrepreneur et les informations des cartes générées à partir des données numériques fournies. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec un déplacement de toutes les stations de 65 mètres vers l'ouest. Les différences d'élévation demeurent tout de même très fortes: -22,6 à +50,1 mètres et cette différence absolue dépasse toujours plus de 15 mètres pour 114 stations (5,4%).

Une vérification de la distribution de ces erreurs pour le gravimètre SCI montre qu'elles sont concentrées sur certains jours particuliers. Serait-il possible que ces erreurs soient reliées à la qualité du signal GPS pendant certaines périodes du levé? L'absence des données originales ne permet pas d'effectuer une vérification plus approfondie dans cette direction.

Situation (2):

La correction de topographie de terrain a aussi été calculée selon une matrice de stations espacées aux 50 mètres (cellule de 50 mètres) sur l'ensemble de la région du levé gravimétrique pour évaluer les secteurs critiques, c'est-à-dire où la correction est grande et change très rapidement. Les valeurs de correction varient de 0,000 mgal à 4,093 mgals alors que les valeurs minimale et maximale de la topographie sont 249 mètres et 527 mètres (les 3 stations de base secondaires les plus élevées et les plus éloignées étant exclues). Les résultats de cette matrice de 50 mètres permettront d'identifier les stations les plus affectées par une erreur de position.

La connaissance de la position plus ou moins exacte d'une station par rapport à la topographie numérisée est donc très critique dans l'exactitude de la correction de topographie régionale. Le problème de localisation des stations versus la topographie numérisée devra absolument être résolu pour optimiser la qualité des valeurs de l'anomalie de Bouguer.

Situation (3):

Les valeurs des paramètres utilisés pour calculer la correction influencent grandement les résultats comme le démontre la comparaison des corrections calculées en utilisant une cellule différente. Une cellule de 50 mètres telle qu'utilisée par l'entrepreneur donne des résultats fort différents de ceux d'une cellule de 100 mètres pour la même topographie. Quelques différences sont données dans le tableau 4 et un sommaire de la distribution de ces différences est fourni au tableau 5. Ce dernier tableau montre que 45 stations (2,1% de l'ensemble) sont fortement susceptibles à une différence de la dimension de la cellule utilisée dans les calculs de correction de topographie régionale et trois de ces stations sont trop influencées pour être conservées dans la banque de stations valides (stations 5686, 5662 et 1803).

Tableau 4: Exemples de différences causées par le paramètre de la cellule de la matrice de la topographie numérisée sur la correction pour l'effet de la topographie régionale

stations	VDS :topobc	VDS :50m	PLE :50m	PLE :100m	PLE :50m-100m
toutes	0,000 à 0,593	0,066 à 3,150	0,029 à 3,125	0,029 à 2,882	-0,071 à +1,040
5686	0,408	2,759	2,746	1,706	1,040
5662	0,304	2,482	2,481	1,715	0,776
1803	0,593	2,809	2,788	2,117	0,671
1755	0,062	1,706	1,696	1,212	0,484
5812	0,275	1,480	1,480	1,070	0,410

Les différences sont particulièrement importantes pour les stations situées tout près de brusques changements topographiques. Ces différences sont positives pour la grande majorité des stations (près de 74 %) et les différences négatives sont très faibles car l'amplitude de moins de 70 stations (près de 3%) dépassent -0,010 mgal. Il existe donc une forte corrélation entre ces différences et les valeurs de corrections de topographie locale et régionale (exprimées en mgal dans les tableaux 4 et 5).

Tableau 5 : Distribution des différences causées par le paramètre de la cellule de la matrice de la topographie numérisée sur la correction pour l'effet de la topographie régionale

différence	nombre de stations	commentaire
< 0,050 mgal	1872	négligeable
0,050-0,100	122	faible
0,100-0,200	63	modérée, à surveiller ?
0,200-0,500	42	élevée, à surveiller
0,500-1,000	2	à éliminer
>1,000	1	à éliminer

Un second paramètre critique est celui du rayon maximal de recherche d'informations topographiques autour d'une station pour effectuer les calculs. L'entrepreneur a utilisé un rayon de 5 kilomètres. Comme la topographie numérisée couvre un secteur d'un peu plus de 5 kilomètres tout autour de l'ensemble des stations, cette valeur est acceptable. Par contre, comme l'indiquent les calculs effectués pour vérifier la sensibilité des résultats par rapport à ce paramètre, la correction augmente sensiblement jusqu'à 7 kilomètres (tableau 6). Les résultats montrent aussi la sensibilité de la correction à la valeur de la cellule utilisée (50 mètres versus 100 mètres). Il apparaît donc qu'il aurait été préférable d'effectuer cette correction avec un rayon de 7 kilomètres même si le changement n'est que graduel sur l'ensemble du levé. Il faut noter toutefois que cette différence n'affecte que l'interprétation des grandes structures au-delà des éléments géologiques actuellement recherchés dans ce projet.

Tableau 6 : Différences dans les valeurs de correction pour l'effet de la topographie régionale dus à des changements du rayon maximal de calcul

cellule mètres	rayon maximal mètres	valeurs de correction mgals	ratio des valeurs*		
			%	% moyen	%écart-type
50	3000	0,017 à 3,056	-----	-----	-----
	4000	0,020 à 3,104	0,4 à 132	19,0	18,8
	5000	0,029 à 3,135	0,5 à 61,1	12,4	10,4
	6000	0,038 à 3,152	0,4 à 48,5	8,1	6,4
	7000	0,045 à 3,168	0,3 à 42,6	7,1	5,5
	8000	0,050 à 3,175	0,1 à 17,9	3,2	2,6
	9000	0,056 à 3,182	0,1 à 22,4	3,9	3,1
100	3000	0,017 à 3,056	-----	-----	-----
	4000	0,020 à 2,851	-63 à 137	15,4	21,8
	5000	0,029 à 2,882	0,4 à 61,1	12,8	10,6
	6000	0,038 à 2,898	0,4 à 48,3	7,9	6,2
	7000	0,045 à 2,915	0,3 à 43,8	7,2	5,5
	8000	0,050 à 2,921	0,0 à 17,9	3,2	2,6
	9000	0,057 à 2,928	0,2 à 21,2	4,1	3,1

* Le ratio des valeurs est obtenu entre les résultats du rayon indiqué par rapport au rayon précédent. Par exemple, sur la ligne du rayon de 5000 mètres, le ratio exprime le rapport de la valeur de correction d'une station calculée avec un rayon maximal de 5000 mètres divisée par la valeur de correction de la même station calculée avec un rayon maximal de 4000 mètres.

Il est intéressant de noter que les valeurs minimales changent peu entre les deux cellules de 50 mètres et de 100 mètres, alors que les valeurs maximales sont moins importantes pour une cellule plus large. Ceci s'explique par le fait que, d'une part, la correction calculée pour une cellule de 50 mètres inclut en partie la correction de la zone C alors que celle-ci est pratiquement exclue pour une cellule de 100 mètres et, d'autre part, la résolution de la topographie est supérieure avec une cellule plus serrée.

Par contre, à l'exception du rayon de 3000 mètres, les taux de changement (ratios) sont très semblables pour les deux cellules. Ceci montre qu'il y a peu de différence entre les résultats obtenus avec une cellule de 100 mètres versus ceux obtenus avec une cellule de 50 mètres. L'instabilité des résultats à 3000 mètres, exprimé dans le ratio de changement entre un rayon de 3000 mètres à un rayon de 4000 mètres, est probablement causé par un rayon nettement insuffisant pour les conditions topographiques du projet. L'instabilité observée pour les ratios du 9000 mètres/8000 mètres montre que les calculs sont trop influencés par une zone de topographie numérisée trop petite autour de la zone du levé (moins de 7000 mètres).

Ainsi, les résultats calculés pour un rayon de 7000 mètres sont probablement les meilleurs dans les conditions actuelles. Une cellule de 100 mètres est aussi préférable pour éviter le

chevauchement de la correction dans la zone C avec les valeurs de correction calculées à partir des mesures de pente sur le terrain (plus précises).

La version du logiciel de correction de terrain est importante aussi puisqu'il y a eu des changements dans les algorithmes du logiciel entre la version utilisée par l'entrepreneur et la version actuellement disponible (voir les colonnes VDS :50m et PLE :50m du tableau 4 ci-dessus). Des différences allant jusqu'à 0,247 mgal ont été observées. Ces différences entre les calculs de l'entrepreneur et mes calculs affectent principalement les stations situées dans la vallée. Il est intéressant de noter que cette différence augmente progressivement du sud-est au nord-ouest dans l'axe de la vallée qui devient de plus en plus étroite. La différence est pratiquement négligeable pour les stations situées sur les plateaux, localisés de part et d'autre de la vallée, ou vers le centre de la vallée lorsque celle-ci excède 5 kilomètres de large (entre autres parce que le rayon d'action du calcul de l'entrepreneur a été limité à 5 kilomètres).

20. Anomalie de Bouguer

Toutes les corrections effectuées pour obtenir l'anomalie de Bouguer ont été calculées en utilisant une densité de 2,67 g/cc pour les roches. Des mesures de densité ont été effectuées par Inmet sur un certain nombre d'échantillons représentatifs des lithologies et de la minéralisation connue. Les résultats sont compilés dans les tableaux 7 et 8.

Tableau 7: Densités des lithologies du projet Sagar

types de roches		nombre d'échantillons	densité moyenne	numéro du groupe
ARG	argillite	6	2,66 g/cc	1
		6	2,81	3
BAS	basalte	3	2,75	2
		3	3,00	4
CGM	conglomérat monogénique	2	2,67	1
CGP	conglomérat polygénique	5	2,68	1
DOG	dolomie gréseuse	7	2,81	3
DOL	dolomie	9	2,87	3
GAB	gabbro	5	2,97	4
GDO	grès dolomitique	1	2,78	2
GRS	grès	2	2,68	1
GNS/GNA	granitoïde	2	2,66	1
IFE	intrusion felsique	2	2,67	1
QTZ	quartzite	5	2,65	1
SLT	siltstone	6	2,72	2

Tableau 8: Densités moyennes regroupées des lithologies du projet Sagar

groupe	échantillons	densité moyenne	changement*
1	24	2,67	0,0%
2	10	2,74	2,6%
3	22	2,83	6,0%
4	8	2,98	12%
5**	2	3,8	n.a.*

* Changement dans la valeur des corrections utilisant la valeur de densité des roches, telles que calculées par l'entrepreneur (par rapport à la densité de 2,67 utilisé par l'entrepreneur). Le calcul du changement est non applicable (n.a.) dans le cas des sulfures (groupe 5) puisque la minéralisation n'est pas de dimension suffisamment importante par rapport aux lithologies pour influencer les corrections.

** Échantillons de sulfures massifs (90%).

21. Précision globale des lectures gravimétriques

Une évaluation de l'erreur cumulative sur les valeurs gravimétriques (anomalie de Bouguer) indique une précision globale maximale de 0,14 mgal. Cette valeur de précision est obtenue en tenant compte de l'erreur sur toutes les mesures et toutes les corrections effectuées tant au niveau des gravimètres qu'au niveau des systèmes GPS. Cette valeur est calculée en prenant la racine carrée de la somme du carré de l'erreur sur chaque paramètre impliqué dans les lectures et les corrections. Plus de la moitié de cette erreur provient des corrections de topographie locale et régionale.

22. Produits fournis

Une carte en plan des valeurs d'élévation mesurées par GPS devait être fournie par l'entrepreneur avec les contours de la topographie numérisée.

23. Problèmes particuliers

Les valeurs indiquées dans les tableaux du rapport pour les corrections de topographie locale (topobc), de topographie régionale (toporeg) et de latitude de la station 1011 sont différentes entre elles. Le résultat composé de ces différences est seulement de 0,035 mgal mais deux de ces différences sont individuellement supérieures à 0,14 mgal. Ces valeurs erronées ont été corrigées dans le tableau final des données numériques. La cause de ces valeurs erronées n'est pas connue. Quelques autres observations similaires ont forcé une vérification complète de toutes les valeurs de correction.

25. Recommandations

Quelques recommandations sont émises dans le but d'améliorer la qualité des données dans le futur et dans l'immédiat.

Dans le futur:

- Le problème des différences entre les lectures GPS et la topographie numérisée pourrait être réglé, du moins en partie, par la prise de stations pouvant servir de points de repères sur des photographies aériennes et pouvant être reportées sur les cartes topographiques.
- Les lectures des gravimètres et des systèmes GPS sur le réseau des stations de base de référence devraient être effectuées sur une double boucle ou sur un aller-retour, au début et à la fin du levé.
- Les lectures de réitérations gravimétriques et GPS devraient être effectuées sur un minimum de 5% de l'ensemble des stations (sur des stations différentes et en excluant les stations de base).

Dans l'immédiat:

- Les informations recueillies sur les photographies aériennes lors du levé devraient être utilisées pour résoudre en partie le problème de la différence entre la position des stations et la topographie numérisée.
- La correction de dérive instrumentale des lectures du 5 septembre du gravimètre SCI a été recalculée pour éliminer une erreur sur la valeur de correction de l'effet de marée de la station de base. Les valeurs de l'anomalie de Bouguer ont donc été modifiées en conséquence (stations 5777 à 5783).
- Des valeurs élevées pour la déviation standard de plusieurs lectures gravimétriques ont été enregistrées durant la période du levé, en particulier pour les lectures des trois gravimètres obtenues lors des trois jours du 5 au 7 septembre. Les valeurs de l'anomalie de Bouguer pour ces stations (indiquées au tableau 9) devront être surveillées pour l'effet de l'erreur introduite par leur haute valeur de déviation standard.
- Trois stations devraient être éliminées de l'ensemble des stations à cause de leur déviation standard respective trop élevée (stations 3446 et 3452) ou à cause d'une trop grande différence entre les valeurs de réitération gravimétrique (station 3416) tel qu'indiqué au tableau 10.

- Trois autres stations (5686, 5662 et 1803) devraient être éliminées de l'ensemble des stations à cause d'une trop grande différence dans les valeurs de correction de topographie régionale entre l'utilisation d'une cellule de 50 mètres et l'utilisation d'une cellule de 100 mètres (voir tableaux 4 et 10). Selon une analyse plus poussée, il est possible que des stations additionnelles parmi celles inscrites au tableau 9 soient éliminées pour cette même raison.
- La correction pour l'effet de la topographie régionale devrait être calculée en fonction d'un déplacement de 65 mètres vers l'ouest de la position de l'ensemble des stations par rapport à la topographie numérisée. Elle devrait aussi être calculée en substituant les valeurs d'élévation obtenue à partir de la matrice de la topographie numérisée selon une matrice de 100 mètres (cellule) et selon un rayon de recherche maximal de 7 kilomètres autour de chaque station.
- Les corrections pour l'effet Bouguer, pour l'effet de topographie locale et pour l'effet de topographie régionale devraient être calculées en tenant compte des valeurs de densité obtenues par les mesures sur des échantillons (tableaux 7 et 8).

Tableau 9: Stations à surveiller

stations	cause
1006, 1015, 1049, 1121, 1122, 1128, 1130, 1757, 1839 à 1881, 3335, 3427 à 3451, 3462, 3473, 3474, 5080, 5205, 5365, 5767, 5777 à 5816, et 5828	déviations standard de la lecture gravimétrique élevée
50 et 1011	différence dans la réitération gravimétrique élevée
1152	différence dans la réitération de l'élévation GPS élevée
1837 et 3089	correction de l'effet de la topographie locale élevée
1010, 1042, 1046, 1101, 1108, 1137, 1139, 1221, 1306, 1307, 1368, 1369, 1371, 1388, 1550, 1626, 1696, 1704, 1746, 1892, 3002, 3004, 3020, 3371, 3401, 3419, 3439, 5003, 5033, 5060, 5061, 5063, 5111, 5180, 5260, 5317, 5355, 5388, 5391, 5454, 5497, 5546, 5547, 5621, 5718 et 5802	différence dans la correction de l'effet de la topographie régionale élevée

Tableau 10 : Stations à éliminer

stations	cause
3446 et 3452	déviations standard de la lecture gravimétrique trop élevée
3416	différence dans la répétition de la lecture gravimétrique trop élevée
1803, 5662 et 5686	différence dans la correction de l'effet de la topographie régionale trop élevée

Respectueusement soumis,

Paul Lortie
Géophysicien conseil

681 Boullé
Beloeil, QC
J3G 3T2

ANNEXE 6

**Interprétation d'un levé gravimétrique, projet Sagar, Québec.
Avril 1998**

Le 25 avril 1998

M. Marco Gagnon
Corporation minière Inmet
1300, boul Saguenay, suite 200
Rouyn-Noranda, QC
J9X 5A6

Objet: Interprétation d'un levé gravimétrique, projet Sagar, Québec.

Cher Marco,

Une interprétation qualitative et semi-quantitative a été complétée sur les données du levé gravimétrique effectué par Val d'Or Sagax en 1997 sur le projet Sagar, province de Québec.

Corrections gravimétriques

Les résultats utilisés pour l'interprétation proviennent des valeurs gravimétriques et topographiques originales de l'exécutant modifiées selon les valeurs de densité fournies par Inmet. L'exécutant avait effectué tous les calculs de correction des données en utilisant une densité uniforme de $2,67 \text{ g/cm}^3$ pour l'ensemble du territoire couvert par le levé. Cette densité a été conservée pour les stations gravimétriques situées à l'intérieur de la vallée mais une densité de $3,00 \text{ g/cm}^3$ a été utilisée pour corriger toutes les stations situées sur les plateaux constitués de roches mafiques.

De plus, la correction de terrain régionale telle que calculée par l'exécutant (cellule de 50 mètres pour la topographie numérisée) a été recalculée selon une cellule de 100 mètres et un rayon de recherche de 7 kilomètres. Cette nouvelle cellule et ce nouveau rayon ont été utilisés suite à mes discussions avec quelques spécialistes des corrections de terrain et à une analyse des changements observés dans les valeurs de correction (réf.: rapport de Paul Lortie, daté du 13 février 1998). En effet, l'exécutant a effectué des mesures de pente durant le levé pour couvrir un rayon de 40 mètres autour de chaque station gravimétrique (comm. Daniel Lapointe, VDS). Ces valeurs de pente ont ensuite été utilisées pour calculer la correction de terrain locale selon le tableau de Bible (2 cellules circulaires autour de la station, soit les zones B et C, chacune étant découpées en 4 quadrants).

Selon les informations disponibles pour le logiciel de correction de terrain utilisé par l'exécutant (logiciel Terrain de Geosoft), une cellule de topographie de 50 mètres inclurait une importante

partie de la correction locale telle que mesurée sur le terrain. Ainsi, les valeurs gravimétriques auraient été partiellement corrigées en double par l'exécutant pour la correction topographique locale de la zone C. Des différences importantes ont été notées dans les valeurs de correction de topographie régionale pour la plupart des stations gravimétriques situées tout près des plus fortes variations topographiques tant le long des falaises qu'à l'intérieur et à l'extérieur de la vallée.

Interprétation qualitative

L'interprétation qualitative a été basée sur les résultats de l'anomalie de Bouguer modifiée selon les observations ci-dessus et sur une anomalie de Bouguer résiduelle calculée selon une régionale obtenue par une continuation de l'anomalie de Bouguer vers le haut de 3000 mètres (VDS avait utilisé une continuation vers le haut de 5000 mètres) de sorte que la régionale épouse un peu mieux la régionale due aux changements géologiques majeurs (présence des plateaux de roches mafiques).

Il est observé que cette régionale augmente progressivement du sud-est vers le nord-ouest, dans l'axe principal de la vallée, indiquant peut-être un amincissement de la couche sédimentaire vers le nord-ouest (voir modèles calculés par Jean-Marie Hubert). L'analyse structurale de l'anomalie de Bouguer et de sa résiduelle montre la présence de trois directions de failles dominantes: NNW-SSE à NW-SE, E-W à ENE-WSW, et plus ou moins N-S.

Les résultats de l'anomalie de Bouguer résiduelle ont permis de mettre en évidence 34 anomalies positives de moins de 2 kilomètres de large. La plupart de ces anomalies sont caractérisées par une amplitude variant de 0,4 mgal à plus de 1,5 mgals, dont une (S6) atteint jusqu'à plus de 4 mgals.

Ces anomalies ont été arbitrairement divisées en cinq groupes selon leur distribution géographique et leur orientation dans la vallée. Les anomalies situées le long de la marge sud du bassin sédimentaire ont été classées dans le groupe S; celles situées le long de la marge nord, dans le groupe N; celles situées au sein du bassin, dans les groupes CS et CN (respectivement plus près des marges sud et nord); et celles situées au sein du bassin mais orienté plus ou moins NNW-SSE dans le groupe D (pour diagonale). Les anomalies de chaque groupe ont ensuite été numérotées de façon arbitraire en procédant du nord-ouest au sud-est. À l'exception des anomalies du groupe D, il est à noter que la plupart des anomalies d'un même groupe sont situées plus ou moins le long d'un même niveau stratigraphique.

Lorsque disponibles, certaines caractéristiques géologiques et géophysiques aéroportées (magnétiques et radiométriques) ont été compilées dans les deux tableaux suivants pour chacune de ces anomalies. Les observations géologiques données au premier tableau sont fournies comme causes possibles des anomalies gravimétriques et il semble que la plupart de ces anomalies sont associées à la présence de roches plus denses (de 2,83 à 2,98 g/cm³) que la densité moyenne

utilisée pour le bassin sédimentaire (2,67 g/cm³). Par contre, plusieurs indices minéralisés sont situés à proximité de certaines de ces anomalies.

Tableau 1: Caractéristiques géologiques des anomalies gravimétriques positives.

Anomalie	Observations géologiques de surface
N1	gabbros; indice Lomer
N2	recouvrement (remontée de socle?)
N3	dolomites; champ de blocs de Mistamisk et indice Eagle II
N4	dolomites; près des indices Eagle, Viking et Kish
N5	dolomites
N6	indice du lac Taché et série d'indices de Cu et Au
S1	dolomites et/ou basaltes?
S2	
S3	
S4	dolomites
S5	dolomites?
S6	dolomites
S7	dolomites?; près des indices (Zn, Pb) du lac Goose et Anaconda
S8	basaltes?; au nord-est d'indices de Cu, U
S9	dolomites?; indices Bacon et de Cu, U
C1N	dolomites; indices Viking et Kish
C2N	près de l'indice Deadbeat
C3N	près de l'indice Deadbeat
C4N	dolomites et/ou basaltes?
C5N	dolomites et/ou basaltes?
C1S	recouvrement (remontée de socle?)
C2S	dolomites?
C3S	dolomites; indices de sulfures massifs
C4S	dolomites?
C5S	dolomites?
C6S	dolomites?
C7S	dolomites?
D1	dolomites?
D2	dolomites?
D3	dolomites et /ou basaltes?
D4	dolomites?
D5	dolomites?
D6	dolomites
D7	basaltes?

Tableau 2: Caractéristiques magnétiques et radiométriques des anomalies gravimétriques positives.

Anomalie	Magnétisme	Potassium	Thorium
N1	magnétique +	non	non
N2	plus ou moins variable, faible	+	creux
N3	faible anomalie +	+	faible +
N4	creux	+	axe +
N5	bordure (contact?)	non	non
N6	creux	creux	bordure (contact?)
S1	limite SE d'un intrusif (?) magnétique +	+	non
S2	magnétique + local	+	+
S3	non magnétique	+	variable
S4	magnétique +	faibles +	non
S5	non couvert par le levé	non	non
S6	non magnétique?	non	non
S7	non magnétique	très faible +	variable
S8	bordure (contact?)	non	creux
S9	non magnétique mais recoupé par structure magnétique + E-W (dyke?)	creux	non
C1N	non magnétique	creux	variable
C2N	contact majeur; structure E-W majeure	+	+ local
C3N	non magnétique	non	creux
C4N	non magnétique	+	+
C5N	creux	non	bordure +
C1S	non magnétique	non	non
C2S	non magnétique	non	non
C3S	non magnétique, bordure (contact?)	non	non
C4S	non magnétique	non	non
C5S	non magnétique	non	creux
C6S	non magnétique	bordure +	non
C7S	non magnétique; structures	bordure +	non
D1		non	non
D2	non magnétique; parallèle à une structure magnétique + NNW	faible + local	non
D3	non magnétique	creux	non
D4	non magnétique	+	+
D5	non magnétique; structure WSW	+	+
D6	non magnétique; structures NNW à N-S	non	creux
D7	non magnétique	non	non

Après une courte analyse des résultats, il appert que les anomalies N6, S2, S3, S4, S6, C1N, C1S et C3S sont probablement les plus intéressantes. Par contre, il faudra effectuer une analyse plus poussée. En effet, certaines des anomalies situées le long des marges peuvent être causées par la présence de roches mafiques en profondeur (surtout le long de la marge sud) ou par une correction topographique localement erronée du moins pour les plus faibles anomalies. D'autre part, certaines anomalies positives au sein du bassin sont reliées à la topographie (roches plus denses que le recouvrement adjacent).

Interprétation semi-quantitative

Des calculs de modélisation et de profondeur ont été effectués en utilisant le logiciel Euler 3D de Geosoft. Tous les modèles disponibles ont été utilisés avec plus ou moins de succès sur les résultats de l'anomalie de Bouguer résiduelle. Une limite de 500 mètres de profondeur maximale a été imposé aux calculs, ce qui explique peut-être en partie le peu de succès des résultats de la modélisation. De plus, il semble que les calculs ont mis évidence autant les anomalies négatives que les anomalies positives.

Recommandations

Il est recommandé d'effectuer une rencontre pour discuter et analyser conjointement les observations géologiques et géophysiques.

Il est aussi suggéré de procéder à une simple modélisation des anomalies d'intérêt pour en évaluer la profondeur approximative en utilisant un modèle défini selon les conditions géologiques connues et/ou interprétées.

Respectueusement soumis,

Paul Lortie
Géophysicien conseil

681 Boullé
Beloeil, QC
J3G 3T2

ANNEXE 7

**Épaisseur du mort-terrain selon les forages effectués sur la propriété Sagar.
Mai 1998**

NUMERO FORAGE	ELEVATION AU COLLET	PROFONDEUR DU MORT-TERRAIN	LOC_X	LOC_Y	LOC_Z	EPAISSEUR DU MORT-TERRAIN CALCULEE
			EST UTM-19(NAD27)	NORD UTM-19(NAD270)	ELEV	
732-43	261,10	6,40	553721	6255868	256,57	4,53
732-44	259,20	5,27	553668	6255841	255,47	3,73
732-45	261,10	6,71	553719	6255807	256,36	4,74
732-46	263,80	16,76	553766	6255830	251,95	11,85
732-47	258,10	5,18	553638	6255873	254,44	3,66
732-48	259,80	8,53	553694	6255903	253,77	6,03
732-49	264,80	9,75	553815	6255862	257,91	6,89
732-50	260,00	7,68	553684	6255665	254,57	5,43
732-51	264,10	16,46	553570	6255604	252,46	11,64
732-52	264,10	20,12	553485	6255678	249,87	14,23
732-53	262,10	17,68	553447	6255770	249,6	12,50
732-54	263,10	8,99	553740	6255929	256,74	6,36
732-55	301,00	1,83	553908	6256454	299,71	1,29
732-57	266,10	8,53	553812	6255963	260,07	6,03
732-58	267,10	9,33	553873	6255995	260,5	6,60
732-59	272,32	9,91	553951	6256036	265,31	7,01
732-60	279,32	7,92	554037	6256080	273,72	5,60
732-61	300,00	9,14	554212	6256175	293,54	6,46
732-62	300,00	7,62	554213	6256176	293,4	6,60
77-1	278,32	3,05	555008	6254289	276,16	2,16
77-10	274,32	2,74	555003	6254514	272,36	1,96
77-11	272,32	3,35	555098	6254488	269,91	2,41
77-12	271,32	0,91	555080	6254526	270,67	0,65
77-14	273,32	2,13	555058	6254507	271,8	1,52
77-15	276,32	5,18	555102	6254358	271,22	5,10
77-16	274,32	1,22	555037	6254494	273,45	0,87
77-17	275,32	1,52	555052	6254453	274,24	1,08
77-18	278,32	7,32	555430	6253812	273,1	5,22
77-19	284,00	12,19	555980	6253183	277,8	6,20
77-2	278,32	25,60	555202	6254104	259,95	18,37
77-20	272,32	16,61	555990	6253604	260,57	11,75
77-3	278,32	2,74	554983	6254268	276,35	1,97
77-4	271,32	1,52	555054	6254553	270,23	1,09
77-5	271,32	4,57	555064	6254540	267,57	3,75
77-6	272,32	0,91	555035	6254540	271,67	0,65
77-7	273,32	6,40	555035	6254514	270,75	2,57
77-8	272,32	3,66	555049	6254524	269,7	2,62
77-9	274,32	1,52	555019	6254506	273,23	1,09
904-93-1	263,10	9,95	553718	6256006	256,06	7,04
904-93-10	285,32	11,34	553824	6256390	277,3	8,02
904-93-11	276,32	10,25	553753	6256338	269,07	7,25
904-93-12	271,00	15,85	553793	6256243	259,79	11,21
904-93-13	268,10	11,75	553732	6256201	259,79	8,31
904-93-14	267,10	10,25	553779	6256051	259,85	7,25
904-93-15	268,10	10,00	553834	6256090	260,67	7,43
904-93-2	263,80	12,00	553750	6255983	255,17	8,63
904-93-3	267,10	9,00	553817	6255992	260,74	6,36
904-93-4	264,10	8,90	553749	6256042	257,81	6,29
904-93-5	262,50	8,65	553728	6255936	256,38	6,12
904-93-6	264,10	8,90	553795	6255888	257,81	6,29

NUMERO FORAGE	ELEVATION AU COLLET	PROFONDEUR DU MORT-TERRAIN	LOC_X		LOC_Y NORD	LOC_Z ELEV	EPAISSEUR DU MORT-TERRAIN CALCULEE
			EST	UTM-19(NAD27)			
904-93-7	268,10	11,70	553801	6256127	259,83	8,27	
904-93-8	271,00	15,00	553862	6256170	260,39	10,61	
904-93-9	283,32	9,95	553825	6256391	276,28	7,04	
DP-62-1	379,00	5,49	567762	6251257	375,47	3,53	
DP-62-10	333,00	3,05	567390	6251347	330,66	2,34	
DP-62-11	332,00	5,49	567315	6251378	327,79	4,21	
DP-62-12	335,50	4,27	567266	6251398	332,23	3,27	
DP-62-2	379,00	4,27	567762	6251259	375,3	3,70	
DP-62-3	374,00	2,44	567733	6251267	372,43	1,57	
DP-62-4	375,00	2,44	567704	6251296	373,13	1,87	
DP-62-5	402,24	2,44	567889	6251231	400,43	1,81	
DP-62-6	411,00	2,44	567927	6251234	409,24	1,76	
DP-62-7	351,00	2,44	567607	6251293	349,13	1,87	
DP-62-8	348,52	2,44	567543	6251329	346,79	1,73	
DP-62-9	334,00	3,05	567465	6251313	331,66	2,34	
M-90-1	270,00	7,32	553871	6255430	264,39	5,61	
M-90-10	282,00	11,28	554302	6255523	273,36	8,64	
M-90-11	270,32	10,06	554390	6255493	262,61	7,71	
M-90-12	270,00	16,76	554453	6255472	257,16	12,84	
M-90-13	270,32	20,73	554478	6255489	255,66	14,66	
M-90-14	270,00	14,17	554011	6255633	259,98	10,02	
M-90-15	272,00	9,14	553977	6255487	265,54	6,46	
M-90-16	271,10	7,01	553910	6255510	266,14	4,96	
M-90-17	264,10	7,92	553840	6255532	258,03	6,07	
M-90-18	273,10	7,16	554028	6255385	268,04	5,06	
M-90-19	271,10	9,75	554008	6255235	264,21	6,89	
M-90-2	271,60	7,01	553938	6255403	266,23	5,37	
M-90-20	269,10	6,10	553939	6255257	264,79	4,31	
M-90-21	263,10	15,24	553710	6255297	249,77	13,33	
M-90-22	263,10	8,53	553826	6255639	257,07	6,03	
M-90-23	264,10	10,67	553874	6255631	256,56	7,54	
M-90-24	264,10	12,19	553893	6255626	255,48	8,62	
M-90-25	265,10	13,41	553843	6255869	255,62	9,48	
M-90-3	272,60	7,01	554001	6255387	267,23	5,37	
M-90-4	281,50	5,18	554276	6255279	277,53	3,97	
M-90-5	281,50	8,23	554180	6255318	275,2	6,30	
M-90-6	274,00	16,15	554098	6255340	261,63	12,37	
M-90-7	273,50	7,01	554042	6255381	268,13	5,37	
M-90-8	282,00	10,67	554216	6255557	273,83	8,17	
M-90-9	282,00	10,21	554260	6255539	274,18	7,82	
MG-88-01	273,32	1,22	555002	6254536	272,39	0,93	
MG-88-02	272,32	3,96	555017	6254544	269,29	3,03	
MG-88-03	275,00	0,91	555003	6254508	274,18	0,82	
MG-88-03A	275,00	0,91	555003	6254508	274,33	0,67	
MG-88-04	272,32	1,83	555053	6254531	270,92	1,40	
MG-88-05	271,32	1,22	555042	6254555	270,39	0,93	
MG-88-06	275,00	3,35	555021	6254487	272,43	2,57	
MG-88-07	275,32	1,52	555006	6254480	274,21	1,11	
MG-88-08	273,60	0,30	555049	6254505	273,37	0,23	
MG-88-09	272,32	0,30	555064	6254520	272,09	0,23	

NUMERO FORAGE	ELEVATION AU COLLET	PROFONDEUR DU MORT-TERRAIN	LOC_X EST UTM-19(NAD27)	LOC_Y NORD UTM-19(NAD270)	LOC_Z ELEV	EPAISSEUR DU MORT-TERRAIN CALCULEE
MG-88-10	275,32	0,30	555053	6254443	275,09	0,23
MG-88-11	276,32	9,10	555032	6254427	269,35	6,97
MG-88-12	274,32	0,30	555069	6254456	274,09	0,23
MG-88-13	273,32	1,83	555086	6254462	271,92	1,40
MG-88-14	277,32	1,83	555560	6253784	275,92	1,40
MG-88-15	277,32	0,61	555552	6253777	276,87	0,45
MG-88-16	277,32	1,22	555570	6253766	276,39	0,93
MG-88-17	276,32	1,22	555545	6253803	275,39	0,93
MG-88-18	276,32	4,88	555587	6253802	272,58	3,74
MG-88-19	269,32	1,22	555630	6253852	268,39	0,93
MG-88-20	269,32	2,74	555637	6253838	267,22	2,10
MG-88-21	274,32	1,83	555647	6253802	272,92	1,40
MG-88-24	274,00	1,83	555653	6253805	272,6	1,40
MG-88-25	273,32	2,13	555659	6253808	271,69	1,63
MG-88-26	269,32	2,13	555626	6253861	267,69	1,63
MG-88-27	272,32	1,83	555385	6254266	270,92	1,40
MG-88-28	276,32	6,40	555014	6254410	271,42	4,90
MG-88-29	273,32	12,50	555140	6254379	263,74	9,58
MG-88-30	274,50	9,75	555128	6254372	267,03	7,47
MG-88-31	275,32	15,54	555113	6254360	263,42	11,90
MG-88-32	276,32	18,90	555099	6254348	261,84	14,48
MG-88-33	276,32	17,98	555087	6254342	262,55	13,77
MG-88-34	276,32	13,72	555074	6254333	265,81	10,51
MG-88-35	273,32	4,88	555747	6253869	269,58	3,74
MG-88-36	274,32	3,05	555667	6253790	271,98	2,34
MG-88-37	275,32	1,83	555683	6253766	273,98	1,34
MG-88-38	275,32	2,13	555637	6253797	273,69	1,63
MG-88-39	278,32	1,83	555572	6253749	276,96	1,36
MG-88-40	276,32	1,83	555660	6253746	274,96	1,36
MG-88-41	278,32	32,31	555141	6254165	254,31	24,01
R63-1	347,52	5,18	574344	6236262	343,55	3,97
R63-2	355,52	3,66	574528	6235999	352,72	2,80
R63-2A	355,52	1,83	574526	6235999	354,12	1,40
R63-3	355,52	2,13	574601	6236358	354,01	1,51
R63-4	355,52	1,77	574600	6236358	353,81	1,71
R65-01	336,00	1,22	570985	6239038	335,14	0,86
R65-02	336,00	1,52	570810	6239072	334,93	1,07
R65-04	336,00	2,74	571334	6238775	334,06	1,94
R65-06	337,00	1,52	571362	6238794	335,68	1,32
R65-07	372,00	3,05	572074	6237447	369,84	2,16
R65-08	389,00	4,57	572241	6237816	385,77	3,23
R65-09	390,00	2,74	572363	6237740	388,06	1,94
R65-10	390,00	2,44	572517	6237655	388,27	1,73
R65-12	390,00	4,88	572619	6237606	386,55	3,45
R65-14	389,00	3,96	572752	6237558	386,2	2,80
R65-17	334,00	2,74	571307	6238818	332,06	1,94
R65-18	337,00	1,22	571360	6238735	336,14	0,86
R65-21	390,00	2,44	572516	6237654	387,79	2,21
R65-22	390,00	2,74	572618	6237604	387,52	2,48
R65-23	351,52	3,96	571405	6238562	348,72	2,80

NUMERO FORAGE	ELEVATION AU COLLET	PROFONDEUR DU MORT-TERRAIN	LOC_X	LOC_Y	LOC_Z	EPAISSEUR DU MORT-TERRAIN CALCULEE
			EST UTM-19(NAD27)	NORD UTM-19(NAD270)	ELEV	
R65-24	404,00	1,52	571404	6237471	402,48	1,52
R65-25	337,00	2,74	571372	6238753	335,06	1,94
S95-01	258,00	26,00	553137	6255034	239,62	18,38
S95-02	258,00	20,40	552679	6255372	243,62	14,38
S95-03	282,00	3,00	558309	6250103	279,88	2,12
S95-04	290,00	7,00	555583	6252248	285,05	4,95
S95-05	288,00	7,00	553964	6256300	283,03	4,97
S95-06	343,00	4,00	554219	6256514	340,17	2,83
S95-07	262,00	7,50	553084	6253797	256,7	5,30
SA-94-01	260,00	32,60	553419	6255637	234,85	25,15
SA-94-02	251,00	61,00	553297	6255495	207,51	43,49
SA-94-03	230,00	39,60	553218	6255391	202	28,00
SA-94-04	245,00	57,00	553324	6255512	204,48	40,52
SA-94-05	227,00	23,20	553125	6255291	211,09	15,91
SA-94-06	262,00	36,00	553353	6255721	236,65	25,35
SGR-01	258,00	13,00	552677	6255372	245,2	12,80
SGR-02	258,00	7,00	552771	6254583	251,1	6,90
SGR-03	274,00	4,50	554118	6253504	270,1	3,90
SGR-04	274,00	19,00	553962	6253300	260,52	13,48
SGR-05	260,00	25,00	553492	6255669	240,64	19,36
SGR-06	260,00	16,00	553582	6255745	248,65	11,35