

GM 67951

LEVE DE RESISTIVITE ELECTRIQUE ET D'IMAGERIE TOMOGRAPHIQUE DE LA VALLEE DE ST-DAMASE,
PROPRIETE CAP-CHAT-RIMOUSKI

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 

Orbite Aluminae

**Levé de résistivité électrique et d'imagerie tomographique de la
vallée de St-Damase (Qc)**

Propriété Cap-Chat - Rimouski : secteur de Saint-Damase

ENTREPRENEUR RESPONSABLE DES TRAVAUX :

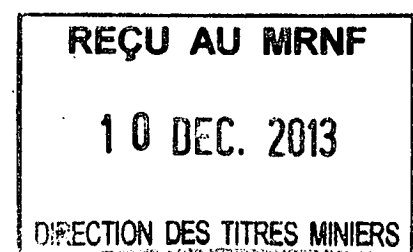
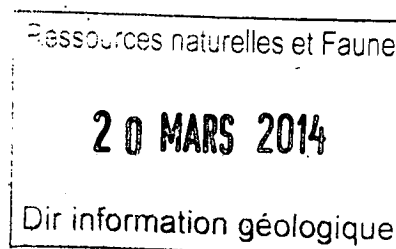
INRS-ETE

Responsable et auteur du rapport :

Marc Richer-LaFlèche, Ph.D., géo

10 Novembre 2013

GM 67951



RÉSUMÉ

Ce rapport présente les résultats d'un levé de résistivité électrique réalisé en mode d'imagerie tomographique. Le levé a été réalisé dans le secteur St-Damase de la propriété Cap-Chat–Rimouski d'Orbite Aluminae. Ce levé, effectué en 2013, compte 10 lignes plurikilométriques qui recoupent la vallée agricole située au nord des collines Chic-Chocs. Le levé, réalisé à l'aide du système Terrameter-LS (ABEM, Suède), a été effectué en mode dipôle-dipôle à l'aide d'un système de câbles de 1600m déployé en mode *roll-along*. Le filtrage, l'inversion des données et l'imagerie tomographique ont été réalisés à l'aide des logiciels ZondRes2D et Res2dinv. En plus de ce levé, l'INRS a effectué un levé audiomagnétotellurique (AMT) de forte pénétration verticale afin de préciser la géologie et les structures profondes de la région.

L'imagerie tomographique représentée en sections ou en plans est compatible avec une géologie de roches sédimentaires affectée par des chevauchements et plissements. Les roches de la Formation de St-Damase, constituées de grès et conglomérats résistifs, qui affleurent au nord du chemin du rang 9 sont facilement identifiables sur les sections et plans et marquent généralement la fin des sections (vers le nord-ouest). Selon les données AMT, l'unité résistive serait sub-affleurante au nord du chemin du rang 9 et serait présente de l'autre côté de la vallée (sud) à environ 600-700m de profondeur sous les collines Chic-Chocs. Cette unité serait surmontée structurellement par une nappe de roches électriquement conductrices suggérant la présence de la Formation de l'Orignal qui est l'hôte des argilites alumineuses recherchées par Orbité Aluminae. Cette unité remonte près de la surface dans le secteur du chemin du rang 9 et s'enfonce de plusieurs centaines de mètre dans la partie centrale de la Vallée. Pour des raisons structurales, cette unité semble remonter près de la surface du côté sud de la Vallée ce qui expliquerait sa présence en affleurement. Dans l'ensemble, les domaines de plus faibles valeurs de résistivité électrique ont été observées dans la partie sud-ouest de la vallée. Ce secteur devrait être priorisé pour l'exploration des argilites alumineuses.

La ligne I située dans la partie Est de la vallée marque une transition abrupte des valeurs de résistivité électrique. Au sud-ouest de cette ligne, les valeurs sont plus faiblement résistives tandis qu'au nord-est les valeurs sont beaucoup plus résistives. Ce type de transition pourrait s'expliquer par la présence d'une faille et par l'observation de niveaux structuraux juxtaposant des profondeurs variables de part et autre de cette limite. Pour la recherche des argilites alumineuses le domaine sud-ouest devrait être priorisé.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ

1. INTRODUCTION	10
1.1 LOCALISATION DU PÉRIMÈTRE DU LEVÉ GÉOPHYSIQUE RÉALISÉ À ST-DAMASE	11
1.2 PHYSIOGRAPHIE RÉGIONALE	13
2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE	16
2.1 GÉOLOGIE	16
3. PÉRIODES DE RÉALISATION DU LEVÉ GÉOPHYSIQUE	22
3.1 LEVÉ D'AVRIL 2013	22
3.2 LEVÉ DE MAI 2013	22
3.3 LEVÉ DE JUILLET 2013	23
4. ÉQUIPEMENTS UTILISÉS	24
5. PARAMÈTRES D'ACQUISITION	27
5.1 PARAMÈTRES GÉNÉRAUX	27
5.1.1 Résistance de prise des électrodes	28
5.1.2 Valeurs moyennes de résistivité électrique mesurées aux différentes sections	30
6. TRAITEMENT DES DONNÉES, INVERSIONS ET VALIDATION	32
6.1 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	32
6.1.1 Présentation des sections	34
6.1.1.1 Ligne C	34
6.1.1.2 Ligne D	38
6.1.1.3 Ligne E	41
6.1.1.4 Ligne F	46
6.1.1.5 Ligne G	49
6.1.1.6 Ligne G'	53
6.1.1.7 Ligne H	56
6.1.1.8 Ligne I	59
6.1.1.9 Ligne J'	62
6.1.1.10 Ligne L	65
6.1.2 Données de résistivité électrique en plan	68
6.1.2.1 Profondeurs de 5m et 25m :	68
6.1.2.2 Profondeurs de 150m et 200m:	72
6.2 LEVÉ AUDIOMAGNÉTOTELLURIQUE	75
6.2.1 Méthode magnétotellurique	75
6.2.2 Instrumentation	77

6.2.3. Dispositif utilisé pour le levé AMT	78
6.2.4 Résultats de levé audiomagnétotellurique (AMT)	80
7. DISCUSSION ET CONCLUSION	82
8. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	84
9. REMERCIEMENTS	85

TABLE DES FIGURES

Figure 1. Carte de localisation de la propriété Cap-Chat – Rimouski d'Orbite Aluminae dans les MRC de Matane et de Matapédia. Figure modifiée de Roy, 2013.	11
Figure 2. Carte de localisation du périmètre du levé géophysique réalisé pour Orbite Aluminae (région de St-Damase, MRC de la Matapédia).	12
Figure 3. Carte de localisation des lignes C à L par rapport aux limites des permis d'exploration d'Orbite Aluminae (source : F. Roy, Orbite Aluminae).	13
Figure 4. Carte topographique et limites du périmètre d'exploration dans le secteur de St-Damase. Figure modifiée à partir du feuillet SNRC 22B12 (source : F. Roy).	14
Figure 5. Photographies de la Vallée de St-Damase prises du sommet des collines Chic-Chocs.	15
Figure 6. Photographies de la vallée de St-Damase prises le long du chemin du rang 10 (A et B), le long du chemin du rang 8 (C) et du chemin du rang 9 (D).	16
Figure 7. Carte géologique simplifiée de la région de St-Damase. Carte modifiée du MRNQ. Les failles régionales et locales sont indiquées en rouge. Le périmètre approximatif du levé géophysique est indiqué en bleu. Cor : Fm de l'Original; COtp : Gp de Trois-Pistoles.	17
Figure 8. Stratigraphie des roches sédimentaires dans la partie nord des Appalaches du Québec.	18
Figure 9. Photographies des mudstones rougeâtres prises le long du chemin du rang 10 de St-Damase.	19
Figure 10. Photographies de mudstones rougeâtres prises le long du rang 9 de St-Damase. La photo A montre un radiomètre gamma mesurant les concentrations eneU, eTh et K. La photographie B montre de micro-plis et un clivage dans le mudstone.	20
Figure 11-1. Photographies de blocs de quartzite (A, B et D) prises sur la propriété dans le secteur de St-Damase. C : photographie d'un affleurement de grès siliceux de la Formation de St-Damase prise entre les rangs 8 et 9 de St-Damase.	21
Figure 11-2. Photographies montrant les équipements utilisés pour le levé de résistivité électrique ABEM Terrameter-LS (mai 2013). A chenillette Polaris, B : Terrameter LS dans la forêt, C : protection du câble le long du chemin du rang 10 (<i>road guard</i>), D : Acquisition dans le champ de la ligne E.	25

- Figure 12.** Photographies montrant les équipements utilisés pour le levé de résistivité électrique ABEM Terrameter-LS (avril 2013). A et B: dispositif le long de la ligne E; B: équipements dans la forêt, C : câble et électrodes le long de la ligne G; D : Terrameter LS dans une érablière. 26
- Figure 13.** Dispositif « *roll-along* » déployé lors des levés de résistivité électrique ABEM Terrameter-LS réalisés dans le secteur de St-Damase. 28
- Figure 14.** Résistance de prise des électrodes mesurée par le Terrameter LS lors du levé de St-Damase. 29
- Figure 15.** Voltage et ampérage injectés par l'émetteur du Terrameter LS lors du levé de St-Damase. 30
- Figure 16.** Résistivité électrique calculée pour les lignes C à L du levé géoélectrique de St-Damase. Cette figure montre la moyenne (barre horizontale) et la variabilité observée le long des différentes sections. 31
- Figure 17.** Résistivité électrique calculée pour les lignes C à L du levé géoélectrique de St-Damase. Présentation spatiale des données. 33
- Figure 18.** Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne C et profil d'élévation. 35
- Figure 19.** Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne C. 36
- Figure 20.** Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne C de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae. 37
- Figure 21.** Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne D et profil d'élévation. 38
- Figure 22.** Photographies du terrain prises le long de la partie sud de la ligne D. A : cédrière mal drainée et B : chemin forestier au sud du chemin du rang 10. 39
- Figure 23.** Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne D. 40
- Figure 24.** Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne D de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae. 41

- Figure 25.** Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne E et profil d'élévation. 42
- Figure 26.** Photographies prises le long de la ligne E. A: rivière Blanche (vue vers le NE), B: terre agricole (vue vers le sud). 43
- Figure 27.** Photographies prises le long de la ligne E. A: affleurement de shales rouges et grès, B: contact stratigraphique entre un banc de grès massif au dessus et un shale rougeâtre en dessous. 43
- Figure 28.** Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne E. 44
- Figure 29.** Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne E de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae. 45
- Figure 30.** Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne F et profil d'élévation. 46
- Figure 31.** Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne F. 47
- Figure 32.** Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne F de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae. 48
- Figure 33.** Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne G et profil d'élévation. 49
- Figure 34.** Affleurements de shales rougeâtres observés le long du chemin de terre longeant la ligne G. A: secteur centre sud et B: secteur nord. 50
- Figure 35.** Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne G. 51
- Figure 36.** Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne G de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae. 52
- Figure 37.** Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne G' et profil d'élévation. 53
- Figure 38.** Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne G'. 54

- Figure 39.** Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne G' de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae. 55
- Figure 40.** Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne H et profil d'élévation. 56
- Figure 41.** Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne H. 57
- Figure 42.** Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne H de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae. 58
- Figure 43.** Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne I et profil d'élévation. 59
- Figure 44.** Photographies du terrain dans les parties sud (A) et centrale (B) de la ligne I. 60
- Figure 45.** Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne I. 61
- Figure 46.** Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne I de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae. 62
- Figure 47.** Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne J' et profil d'élévation. 63
- Figure 48.** Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne J'. 64
- Figure 49.** Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne J' de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae. 65
- Figure 50.** Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne L et profil d'élévation. 66
- Figure 51.** Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne L. 67
- Figure 52.** Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne L de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae. 68

Figure 53. Carte des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de 5m. Valeurs interpolées par krigeage.	70
Figure 54. Carte des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de 25m. Valeurs interpolées par krigeage.	71
Figure 55. Carte des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de 150m. Valeurs interpolées par krigeage.	73
Figure 56. Carte des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de 200m. Valeurs interpolées par krigeage.	74
Figure 57. Instruments utilisés pour le levé AMT à St-Damase.	77
Figure 58. Dispositif AMT scalaire utilisé lors du levé dans la vallée de St-Damase	79
Figure 59. Section des données de résistivité électrique inversées provenant du levé audiomagnétotellurique réalisée le long de la ligne E (St-Damase).	81

1. INTRODUCTION

La propriété Cap-Chat - Rimouski d'Orbite Aluminae fait partie d'un groupe de propriétés d'exploration visant la recherche d'argilites alumineuses. Ce rapport présente les résultats d'un levé résistivité électrique tomographique réalisé dans le secteur de St-Damase entre avril et juillet 2013. L'intervention de terrain et le protocole instrumental déployés dans cette étude visent à documenter la variabilité des valeurs de résistivité électrique d'unités de roches cambriennes et ordoviciennes riches en shales et mudstones. Ce levé fait suite à une étude géophysique réalisée pour Orbut Aluminae sur son gîte d'argilites alumineuses de Grande-Vallée (**LaFlèche et al. 2010**). Dans cette étude, il a été démontré que les argiltes alumineuses sont électriquement plus conductrices et donc moins résistives que les autres unités de shales et mudstones de la région de Grande-Vallée. Ceci reflète une plus forte proportion d'argiles minéralogiques dans les shales de l'unité de la Formation de l'Original (**LaFlèche et al., 2006**).

Dans le cadre de l'étude de St-Damase, l'obtention d'imageries tomographiques géoélectriques en sections et en plan devrait permettre de localiser les unités les plus argileuses et alumineuses et ainsi optimiser les stratégies d'exploration dans ce secteur des Appalaches. Compte tenu de la géométrie particulière de la vallée de St-Damase, plusieurs sections plurikilométriques ont été réalisées le long de cette dernière. Ces sections sont orientées perpendiculairement par rapport à l'axe de la vallée et au grain tectonique appalachien.

1.1 LOCALISATION DU PÉRIMÈTRE DU LEVÉ GÉOPHYSIQUE RÉALISÉ À ST-DAMASE

Le levé géophysique a été réalisé dans le secteur St-Damase. Ce secteur fait partie de la vaste propriété Cap-Chat – Rimouski d’Orbite Aluminae située dans les MRC de Matane et de Matapédia. Cette dernière regroupe 978 claims pour une superficie totale de 55621 hectares (**Fig. 1**).

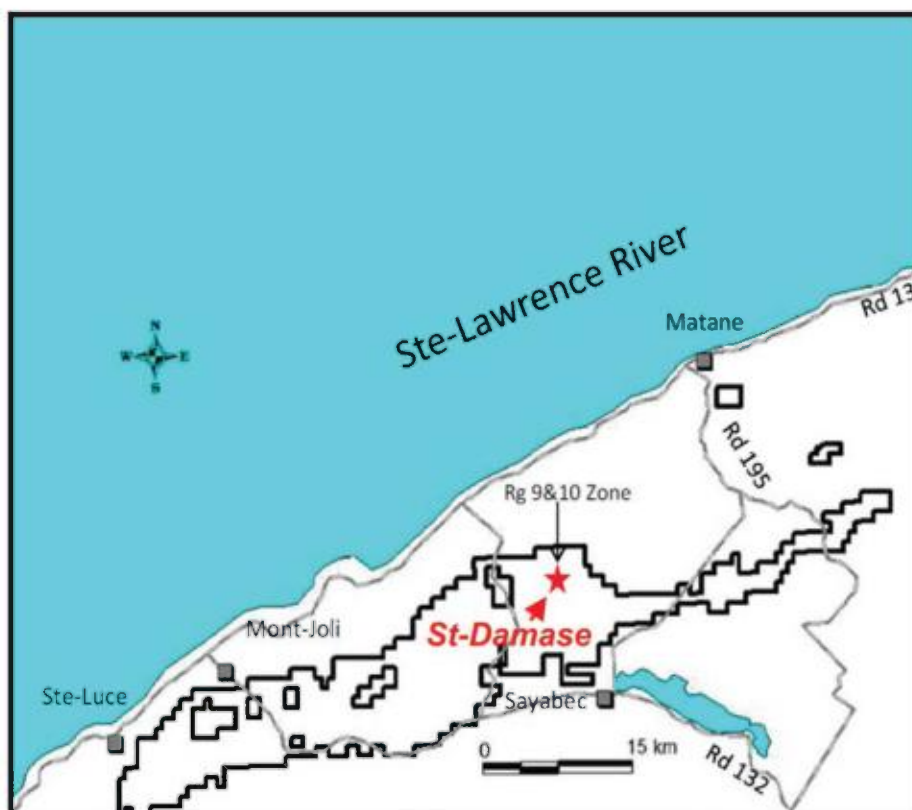


Figure 1. Carte de localisation de la propriété Cap-Chat – Rimouski d’Orbite Aluminae dans les MRC de Matane et de Matapédia. Figure modifiée de Roy, 2013.

Le périmètre du levé géophysique est situé à environ 2 km à l’est de la municipalité de St-Damase (Bas St-Laurent) et à 25 km à l’est de la municipalité de Mont-Joli (**Fig. 2**). Ce périmètre fait partie de la municipalité de St-Damase (MRC de La Matapédia).



Figure 2. Carte de localisation du périmètre du levé géophysique réalisé pour Orbite Aluminae (région de St-Damase, MRC de la Matapédia).

Le plan de localisation des lignes du levé géophysique par rapport aux permis d'exploration d'Orbite Aluminae est présenté à la **figure 3**. Dans l'ensemble, les lignes du levé géophysique réalisé en 2013 à St-Damase recourent 33 permis d'exploration.

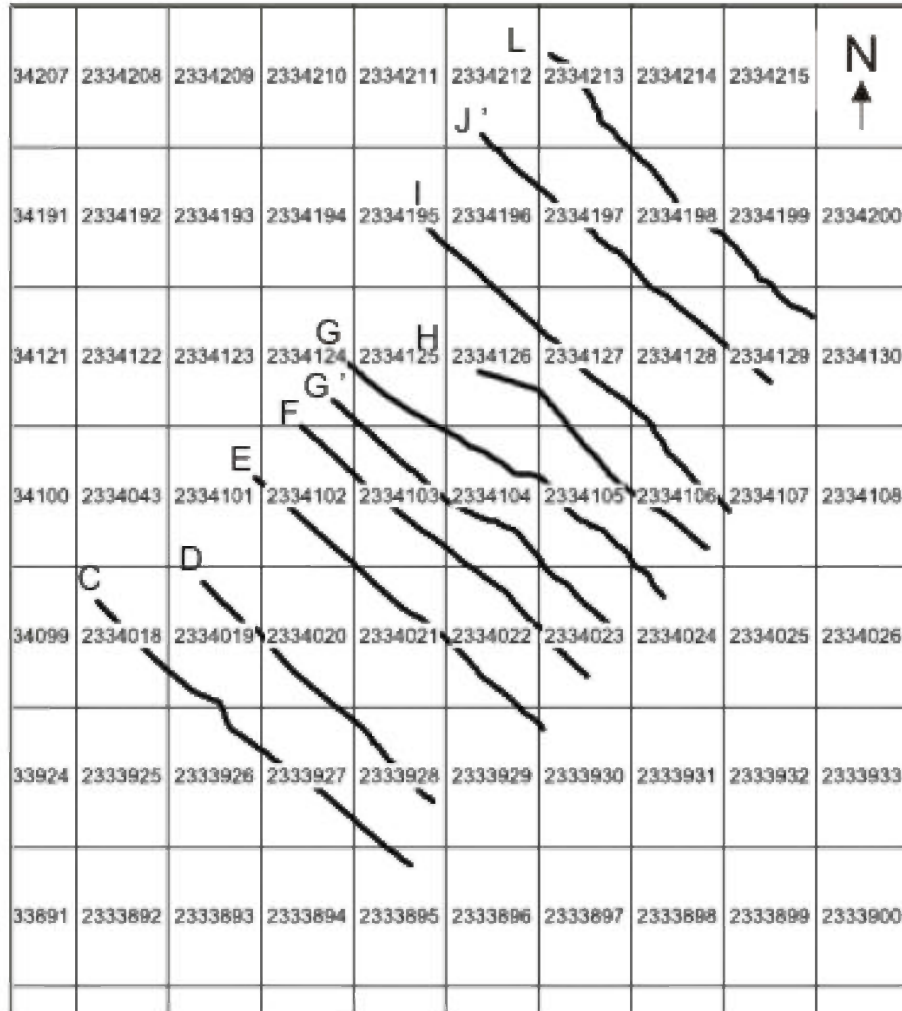


Figure 3. Carte de localisation des lignes C à L par rapport aux limites des permis d'exploration d'Orbite Aluminae (source : F. Roy, Orbita Aluminae).

1.2 PHYSIOGRAPHIE RÉGIONALE

La **figure 4** présente un plan de localisation plus détaillé des limites de la zone de prospection pour la recherche d'argilites alumineuses à St-Damase et aussi les principaux éléments topographiques caractérisant la région de St-Damase. Dans l'ensemble, la propriété occupe un territoire constitué de forêts et de zones agricoles. En général les plus hauts reliefs de la propriété sont boisés et la partie centrale de cette dernière est surtout agricole. Dans ce secteur, l'altitude varie de 145 à 289m et l'altitude moyenne est de 195 m. Vers le sud-est, le périmètre est limité par les collines Chic-Chocs pouvant atteindre localement une altitude de 400m (**Fig. 4**).

Le secteur est drainé par plusieurs ruisseaux ainsi que par la rivière Blanche qui est le principal cours d'eau du secteur. De nombreux petits lacs sont présents en périphérie de la propriété (lacs Boucher, Ouellet et au Foin) (**Fig. 4**).

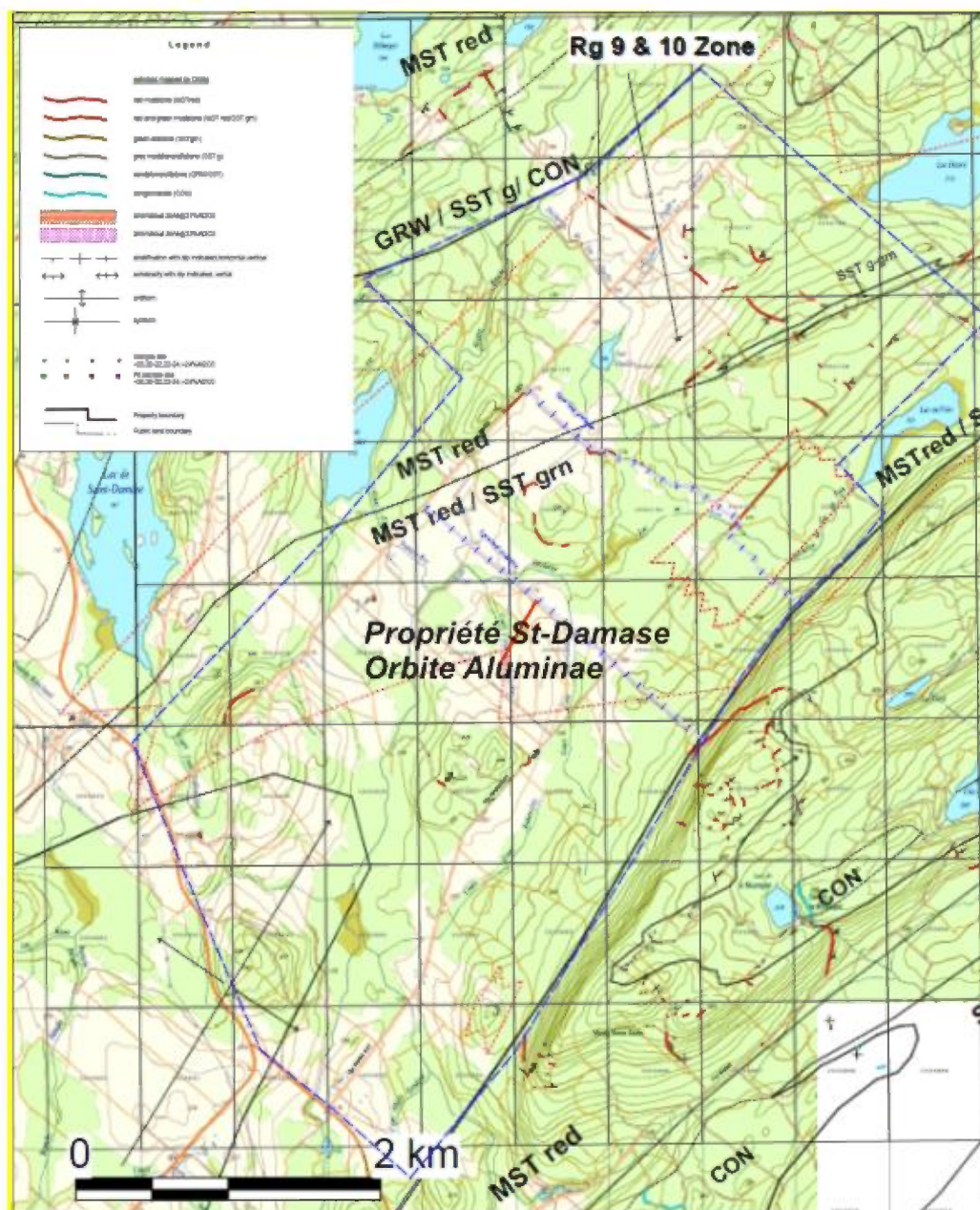


Figure 4. Carte topographique et limites du périmètre d'exploration dans le secteur de St-Damase. Figure modifiée à partir du feuillet SNRC 22B12 (source : F. Roy).

La **figure 5** montre des photographies de la partie agricole de la vallée de St-Damase ainsi que des zones boisées situées de part et autre de cette dernière. Le passage aux collines Chic-Chocs vers le sud est relativement abrupte comme en témoigne les photographies prises au sommet des collines Chic-Chocs situées au sud du rang X de St-Damase (**Fig.5a et b**) et celles prises le long du chemin du rang 10 (**Fig. 6a et b**). Cette cassure topographique semble refléter la présence d'une faille dans ce secteur.



Figure 5. Photographies de la Vallée de St-Damase prises du sommet des collines Chic-Chocs.

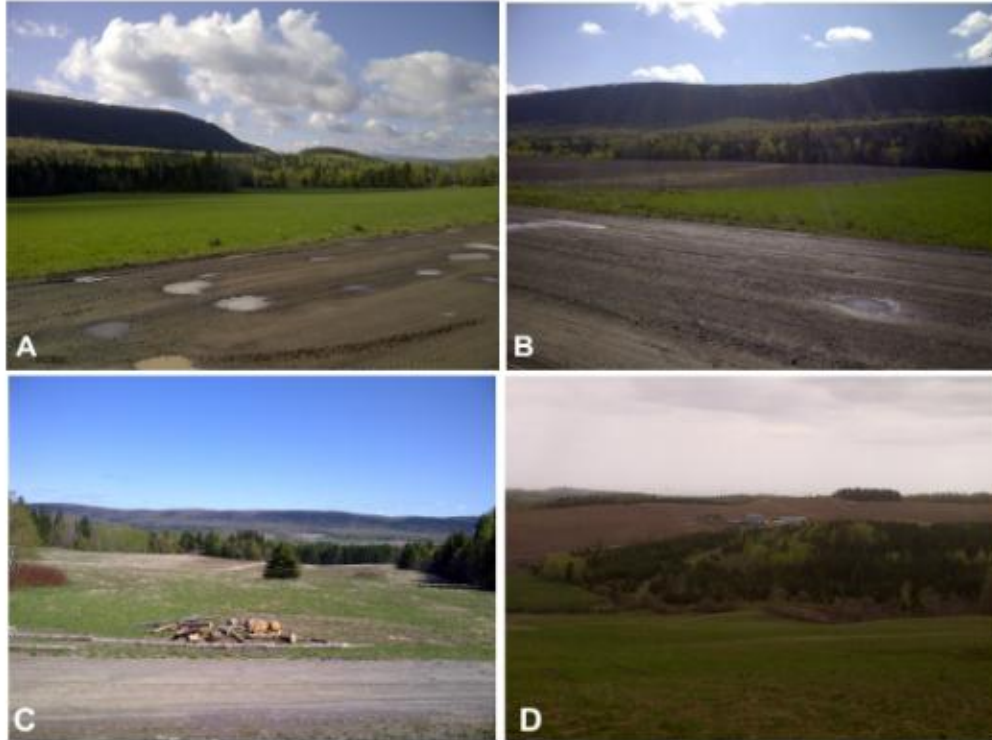


Figure 6. Photographies de la vallée de St-Damase prises le long du chemin du rang 10 (A et B), le long du chemin du rang 8 (C) et du chemin du rang 9 (D).

2.CONTEXTE GÉOLOGIQUE

2.1 GÉOLOGIE

Les unités lithologiques paléozoïques de la propriété, localisées dans la province tectonique des Appalaches, font parties d'un assemblage sédimentaire cambrien de la zone tectono-stratigraphique de Humber (**Slivitsky et al., 1991**). Le secteur de la nappe de la rivière Ste-Anne est affecté par de nombreuses failles de chevauchement et par des failles coulissantes dextres comme celle de Neigette qui pourrait être présente au pied des collines Chic-Chocs (**Fig. 7**). Ces failles sont généralement orientées NE-SO tout comme les structures synclinales et anticlinales régionales. Les données cartographiques du MRNQ suggèrent que le secteur du périmètre du levé géophysique est peu affecté par des failles et plis. Toutefois, ces structures pourraient être masquées par le couvert forestier et les dépôts quaternaires de surface qui masquent une bonne partie de la géologie locale du socle rocheux.

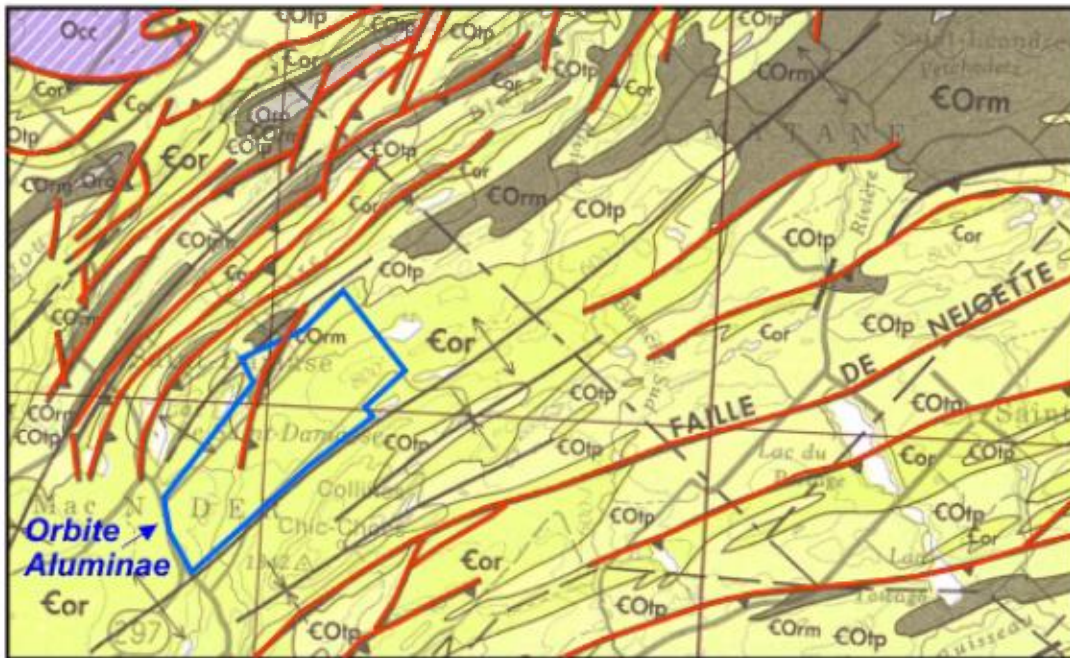


Figure 7. Carte géologique simplifiée de la région de St-Damase. Carte modifiée du MRNQ. Les failles régionales et locales sont indiquées en rouge. Le périmètre approximatif du levé géophysique est indiqué en bleu. Cor : Fm de l'Original; COtp : Gp de Trois-Pistoles.

Dans le secteur de St-Damase la stratigraphie est marquée par la présence des roches de la Formation de l'Original du Groupe de St-Roch (**Fig. 8**) (**Roy, 2013**). Ces roches du Cambrien moyen sont caractérisées par une forte proportion de mudstones et shales le plus souvent rougeâtre et montrant de fortes concentrations en Al_2O_3 (**Roy, 2013**). Dans le secteur de Grande-Vallée, il a été démontré par **LaFlèche et al. (2006)** que ces roches ont été formées dans des conditions d'intempérisme chimique (*chemical weathering*) (ex. **Nesbitt et Markovics, 1997; Nesbitt et Young, 1989**) très poussées (climat chaud et humide) et que des minéraux argileux comme la kaolinite sont présents dans ces roches (**LaFlèche et al, 2006**). Régionalement, les roches de la Formation de St-Damase sont stratigraphiquement surmontées des roches du Groupe de Trois-Pistoles datant du Cambrien supérieur (Fm de St-Damase, Fm de Rivière du Loup et Fm de Kamouraska) (**Gagnon et al., 2000**). Les roches de la Formation de St-Damase, qui affleurent au nord du chemin du rang 9, sont caractérisées par la présence de conglomérats polymictes et de grès siliceux. Ces dépôts de roches siliciclastiques grossières sont visibles le long des sentiers de VTT et des chemins forestiers.

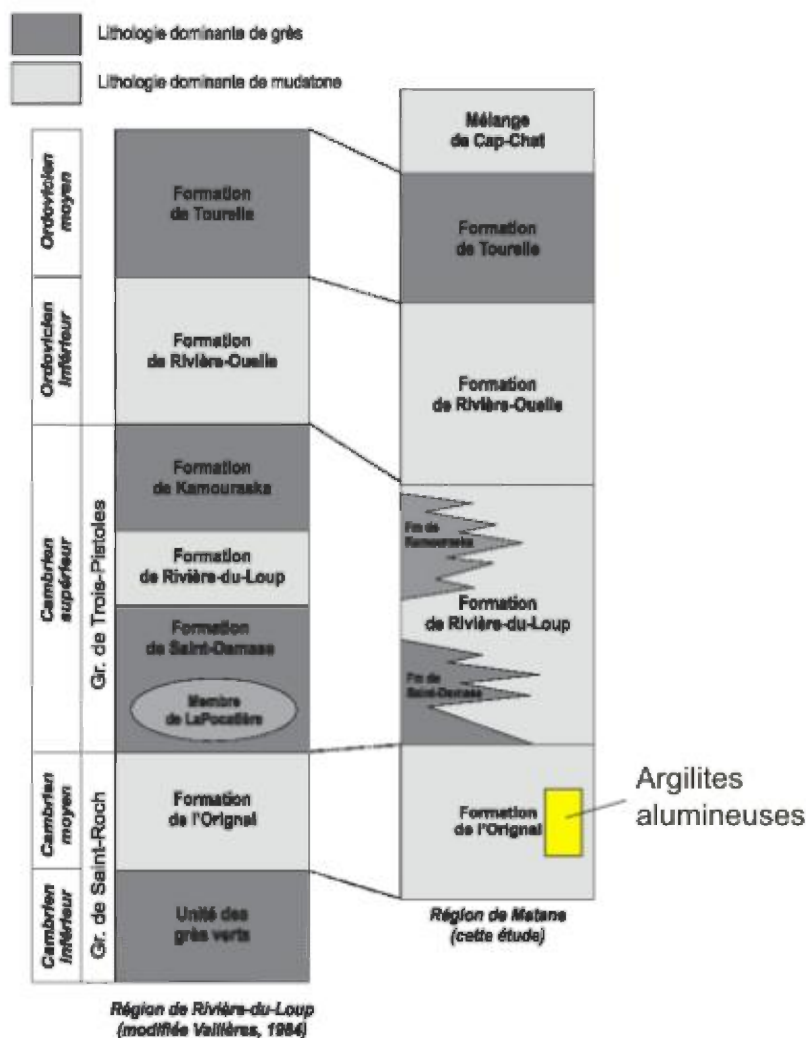


Figure 8. Stratigraphie des roches sédimentaires dans la partie nord des Appalaches du Québec.

Les roches les plus communément observées dans les parties centrale et SE de la vallée de St-Damase sont des mudstones et des shales rougeâtres (**Fig. 9 a et b**). À la limite NO du périmètre du levé, les grès et conglomérats de la Formation de St-Damase sont dominants. L'unité d'argilites alumineuses, surtout présente du côté SE de la vallée, affleure peu. Normalement, cette unité se désagrège rapidement en présence d'eau ce qui pourrait expliquer la difficulté d'observer ce faciès d'argilites sur le terrain. À l'opposé les autres mudstones et shales rougeâtres affleurent fréquemment dans la partie centrale de

la vallée et même lorsque présents dans le fond d'un ruisseau ces roches demeurent physiquement cohérentes (**Fig. 9a et b**).



Figure 9. Photographies des mudstones rougeâtres prises le long du chemin du rang 10 de St-Damase.

Sur le terrain les roches montrent des évidences de déformation. Par exemple, un clivage recoupant à fort angle le litage S_0 ainsi que des micros-plies affectant des veinules de carbonates peuvent être observés sur les affleurements situés en bordure du chemin du rang 9 (extrémité NE du périmètre) (**Fig. 10b**).

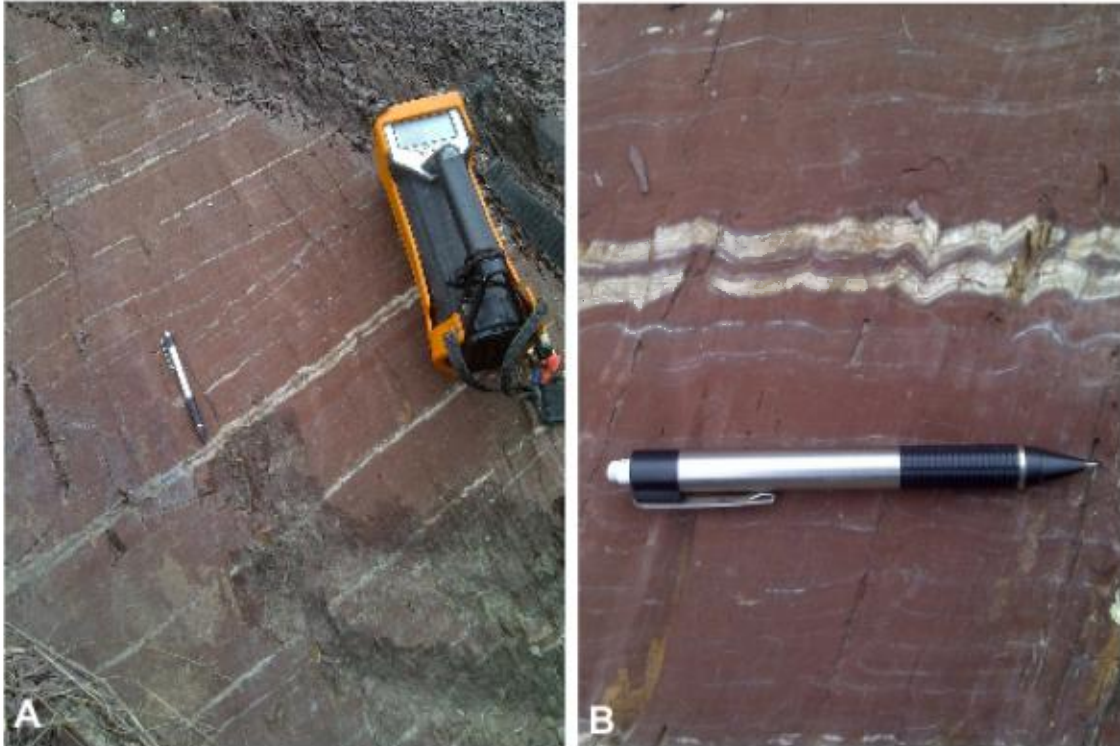


Figure 10. Photographies de mudstones rougeâtres prises le long du rang 9 de St-Damase. La photo A montre un radiomètre gamma mesurant les concentrations en eU, eTh et K. En B micro-plies et clivage dans le mudstone.

Même si la région n'a pas profondément été affectée par l'érosion glaciaire, des dépôts quaternaires glaciaires et fluvio-glaciaires sont présents dans la région. Par exemple, dans le secteur du lac Matapédia un ancien lac glaciaire de 100km² a occupé la région avec des eaux atteignant 245m d'altitude (85m de plus que le niveau actuel du lac Matapédia). Ce type de bassin lacustre pourrait avoir laissé des dépôts dans le secteur de St-Damase.

Les observations de terrain soulignent la présence d'un till riche en fragments de grès siliceux qui est présent en de nombreux endroits dans la vallée de St-Damase (**Fig. 11**). Un transport glaciaire d'ordre kilométrique est probable compte tenu de l'abondance de gros blocs de quartzite dans les tills situés au-dessus des unités de mudstones et de shales.



Figure 11-1. Photographies de blocs de quartzite (A, B et D) prises sur la propriété dans le secteur de St-Damase. C : photographie d'un affleurement de grès siliceux de la Formation de St-Damase prise entre les rangs 8 et 9 de St-Damase.

3. PÉRIODES DE RÉALISATION DU LEVÉ GÉOPHYSIQUE

Le levé de résistivité électrique ABEM Terrameter-LS, effectué pour Orbite Aluminae comporte 10 lignes (lignes C, D, E, F, G, G', H, I, J', et L) totalisant 28,6km de longueur. Ce levé a été réalisé en 22 jours ouvrables. Cette productivité est bonne compte tenu des difficultés du terrain (zones inondées en avril et mai) et de l'absence de coupe de lignes en forêt.

3.1 LEVÉ D'AVRIL 2013

Date de mobilisation : 19 avril 2013

Levé ERT : 20 avril 2013

Levé ERT : 21 avril 2013

Levé ERT : 22 avril 2013

Date de démobilisation : 23 avril 2013

3.2 LEVÉ DE MAI 2013

Date de mobilisation : 30 avril 2013

Levé ERT : 1 mai 2013

Levé ERT : 2 mai 2013

Levé ERT : 3 mai 2013

Levé ERT : 4 mai 2013

Levé ERT : 5 mai 2013

Levé ERT : 6 mai 2013

Levé ERT : 7 mai 2013

Levé ERT : 8 mai 2013

Levé ERT : 9 mai 2013

Levé ERT : 10 mai 2013

Levé ERT : 11 mai 2013

Levé ERT : 12 mai 2013

Levé ERT : 13 mai 2013

Levé ERT : 14 mai 2013

Levé ERT : 15 mai 2013

Date de démobilisation : 16 mai 2013

3.3 LEVÉ DE JUILLET 2013

Date de mobilisation : 13 juillet 2013

Levé ERT : 14 juillet 2013

Levé ERT : 15 juillet 2013

Levé ERT : 16 juillet 2013

Levé ERT : 17 juillet 2013

Date de démobilisation : 18 juillet 2013

Personnel de l'INRS affecté à la réalisation du levé géophysique

Marc Richer-LaFlèche

Luc Bélanger

Jean-François Boily

Gino Fontaine

Louis-François Rinfret

4. ÉQUIPEMENTS UTILISÉS

Le levé de résistivité électrique a été réalisé en mode d'imagerie tomographique géoélectrique. Pour ce faire, 4 câbles multi-connecteurs de 400 m de longueur chacun (totalisant 1 600 m) avec espacement des électrodes aux 20 m ont été utilisés avec le nouveau système Terrameter-LS à 12 canaux d'ABEM (Suède). Des électrodes en acier inoxydable de 75 cm de longueur ont été utilisées pour le levé. Localement, deux et parfois même trois électrodes ont été utilisées en raison de mauvaises résistances de contact électrique avec le sol (i.e. présence de tills quaternaires relativement secs). Trois batteries à décharge profonde de haute capacité (12V) et une petite génératrice de 3000 W ont été utilisées comme sources électriques.

Le système Terrameter-LS d'ABEM est automatisé et permet l'acquisition de plusieurs milliers de mesures lors de la réalisation d'une section. Une image tomographique des valeurs de résistivité électrique calculées est obtenue après inversion des données de résistivité électrique apparente à l'aide du logiciel RES2DINV (version 3,58). Un potentiomètre Ground Tester 6470 a été localement utilisé pour valider les données de résistivité électrique de sub-surface obtenues par le Terrameter LS. Bien que le Terrameter-LS possède un GPS interne, le positionnement de chacune des électrodes a été mesuré à l'aide d'un GPS différentiel. La **figure 11** montre le dispositif utilisé lors des levés de terrain en mai et juillet 2013 et la **figure 12** montre l'opération de terrain en période de fonte des neiges (avril 2013).

Pour opérer un dispositif qui comprend des câbles électriques au sol d'une longueur de 1600 à 2000 mètres, il faut une équipe de surveillance adéquate. Dans le cas présent, deux assistants de terrain surveillaient les câbles avec des véhicules tout terrain. Les membres de l'équipe étaient en contact radio pendant les mesures électriques.



Figure 11-2. Photographies montrant les équipements utilisés pour le levé de résistivité électrique ABEM Terrameter-LS (mai 2013). A chenillette Polaris, B : Terrameter LS dans la forêt, C : protection du câble le long du chemin du rang 10 (*road guard*), D : Acquisition dans le champ de la ligne E.



Figure 12. Photographies montrant les équipements utilisés pour le levé de résistivité électrique ABEM Terrameter-LS (avril 2013). A et B: dispositif le long de la ligne E; B: équipements dans la forêt, C : câble et électrodes le long de la ligne G; D: Terrameter LS dans une érablière.

5. PARAMÈTRES D'ACQUISITION

5.1 PARAMÈTRES GÉNÉRAUX

- **géométrie du dispositif source:**
géométrie variable, dispositif dipôle-dipôle et localement « gradient » (*multiple potential gradient method*) sur câbles multi-connecteurs
- **géométrie du dispositif récepteur :** linéaire (câbles multi-connecteurs)
- **espacement entre les stations Rx:** 400 m
- **espacement entre les électrodes :** 20 m
- **caractéristiques de la source d'énergie utilisée :**
source électrique (3 batteries nautiques 12 V) et une génératrice 3000 W
- **réglage des filtres d'enregistrement :**
filtre 60 Hz activé, car lignes électriques dans la région
- **cartes topographiques:**
les travaux ont été réalisés sur le feuillet SNRC 22B12.

Le levé a été réalisé en mode « *roll-along* » pour maximiser la couverture spatiale des données profondes (**Fig.13**). Pour ce faire, le dispositif est déplacé de 400 mètres vers l'avant de la section, après chaque séquence d'acquisition. Les câbles et les électrodes de la première section de 400 m sont ainsi repositionnés à la fin du dispositif suivant. Dans un mode d'acquisition « *roll-along* » la ligne d'acquisition des données d'une longueur initiale de 1600 m passera donc progressivement à 2000, 2400, 2800 m de longueur et ainsi de suite (**Fig. 13**).

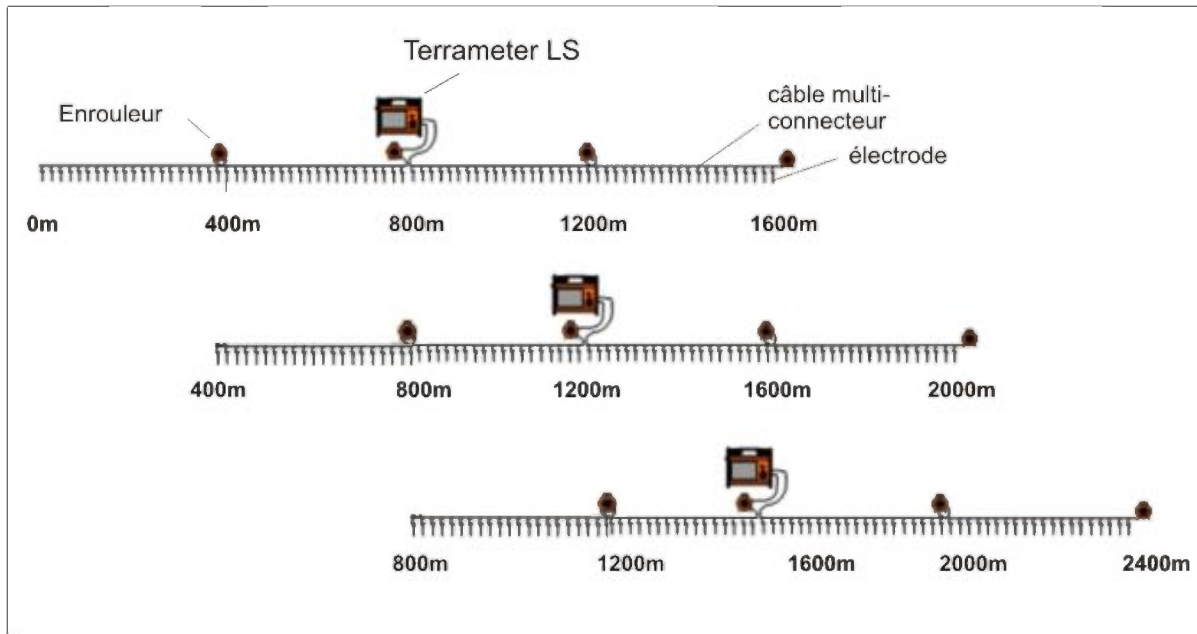


Figure 13. Dispositif « roll-along » déployé lors des levés de résistivité électrique ABEM Terrameter-LS réalisés dans le secteur de St-Damase.

Le voltage maximum d'émission a été fixé à 600volts et le nombre de réplicats à quatre. La précision du système de réception du signal mesuré par les électrodes de potentiel est de 0,1% et la reproductibilité de l'ordre de 0,2%. La résolution du récepteur est de 3 nV pour une intégration de 1 seconde. La précision de l'émetteur de courant est de 0,1% et sa reproductibilité de 0,2%.

La réalisation d'un levé de tomographie géoélectrique (ERT) sur substrat conducteur peut avoir un impact sur la qualité des données car une proportion importante du courant injecté peut circuler dans des unités plus conductrices situées près de la surface (ex. argiles quaternaires de l'Abitibi). Dans le cas de la Vallée de St-Damase, le contexte géologique est différent car l'épaisseur de quaternaire est généralement inférieure à 2m et le roc sous-jacent est le plus souvent électriquement conducteur (mudstones et shales).

5.1.1 Résistance de prise des électrodes

La **figure 14** montre la variabilité de la résistance de prise des électrodes le long des différentes lignes du levé. Dans l'ensemble, lors du levé les résistances de prise étaient inférieures à 1000 Ohm pour les lignes C à G' et supérieures à 1000 Ohm pour les lignes H à L. Cette différence souligne un contraste des propriétés électriques des unités

géologiques de sub-surface d'est en ouest. Les faibles valeurs de résistance de prise indiquent la présence d'un terrain relativement argileux et localement mal drainé.

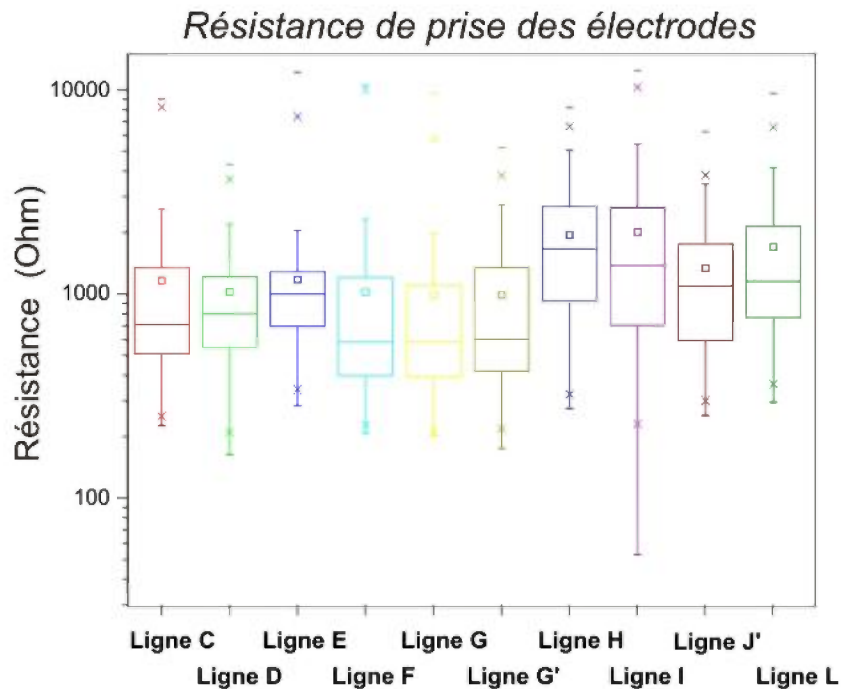


Figure 14. Résistance de prise des électrodes mesurée par le Terrameter LS lors du levé de St-Damase.

Le voltage et l'ampérage injectés par le Terrameter LS varient en fonction des caractéristiques électriques du terrain (résistance). De par la loi de Ohm $I = V / R$, le paramètre R (résistance) est principalement contrôlé par la géologie du terrain et l'émetteur du Terrameter LS peut faire varier V et I . Compte tenu du courant limité pouvant circuler dans des câbles multi-connecteurs (max. de 2.5 A), le Terrameter LS peut injecter un voltage maximal de 600V et un ampérage maximal de 2.5 ampères. Avant de lancer une série de mesure, le Terrameter LS optimise le voltage et l'ampérage en fonction de la résistance électrique du terrain. Lors de ce levé, le voltage injecté moyen pour les différentes sections variait de 400 à 550 volts et l'ampérage de 150 à 450 milliampères (**Fig. 15**).

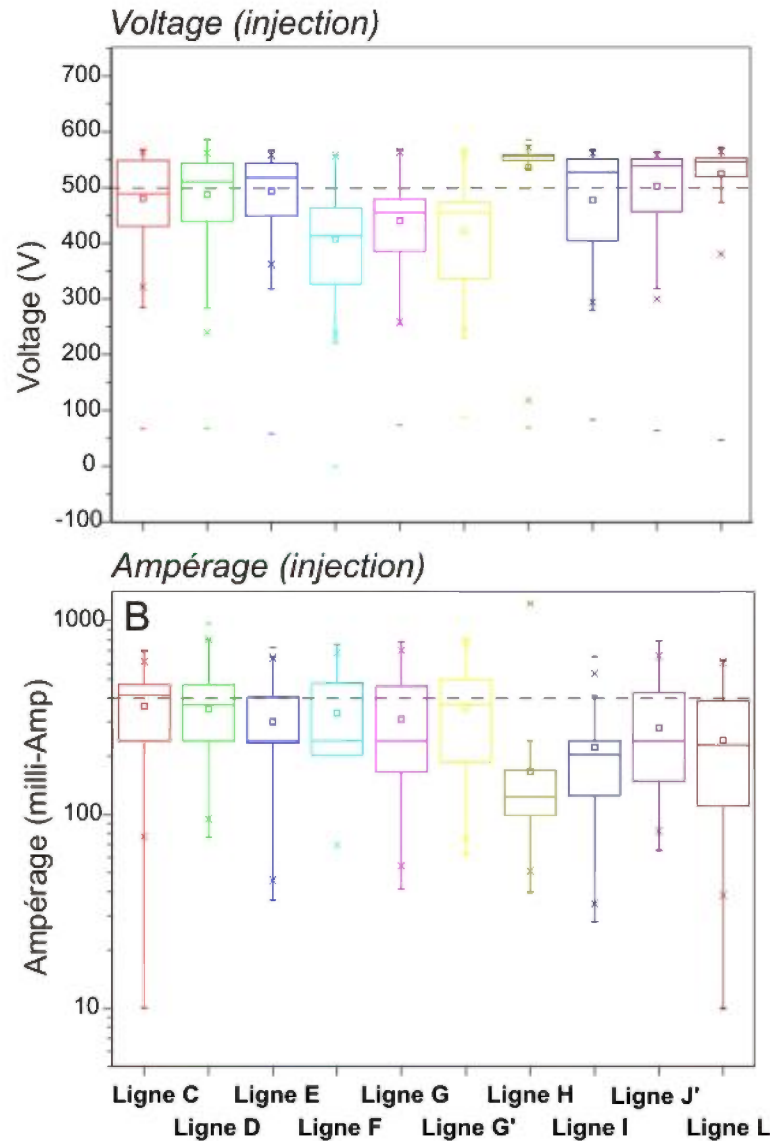


Figure 15. Voltage et ampérage injectés par l'émetteur du Terrameter LS lors du levé de St-Damase.

5.1.2 Valeurs moyennes de résistivité électrique mesurées aux différentes sections

Contrairement aux terrains volcano-plutoniques résistifs de l'Abitibi, la géologie essentiellement sédimentaire du secteur de St-Damase se traduit par des valeurs beaucoup moins résistives. La résistivité électrique moyenne est de seulement 199 Ohm-m et la médiane est de 122 Ohm-m (écart-type de 325) pour une population de 19944 mesures. Les valeurs de résistivité (calculées après inversion des données) varient de 4,3 à 13116 Ohm-m. Les valeurs les plus résistives sont observées du côté NO de la vallée de

St-Damase et les unités les plus conductrices sont plus fréquemment observées des côtés Sud et SE (**Fig. 16**).

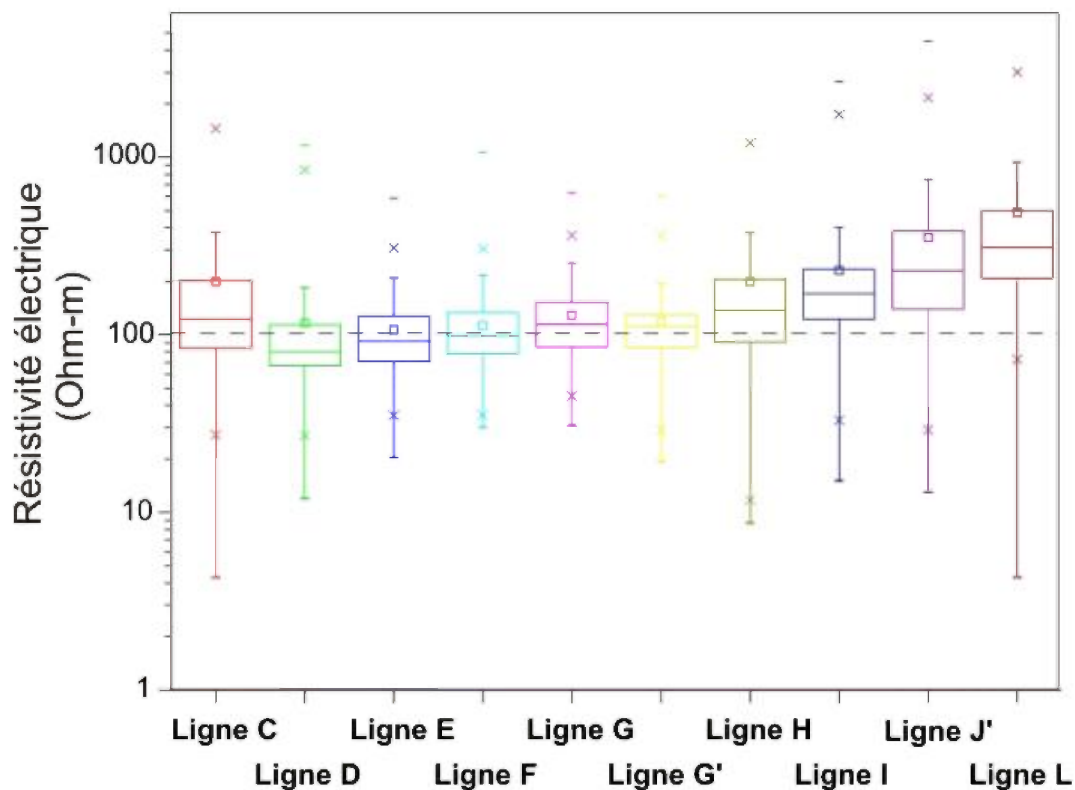


Figure 16. Résistivité électrique calculée pour les lignes C à L du levé géoélectrique de St-Damase. Cette figure montre la moyenne (barre horizontale) et la variabilité observée le long des différentes sections.

6. TRAITEMENT DES DONNÉES, INVERSIONS ET VALIDATION

Les logiciels RES2DINV, DC2DInvRes et ZondRES2D ont été utilisés pour le traitement des données et leurs inversions. Les résultats des calculs sont présentés sur une échelle logarithmique et les distances horizontale et verticale sont exprimées en mètres. L'interprétation des sections tomographiques géoélectriques a été validée, dans la mesure du possible, par des observations géologiques et pédologiques ainsi que par des mesures de résistivité électrique ponctuelles de faible pénétration (0-1m) mesurées à l'aide d'un système Ground-Tester (modèle 6470; année 2011). Ces mesures ponctuelles de subsurface ont été obtenues en fonction d'une configuration de 4 électrodes espacées de 2m. Ces mesures ont été effectuées à l'aide du protocole Wenner. Lors de la réalisation de ce projet nous n'avons pas eu accès à des données de forage et conséquemment l'interprétation des parties profondes des sections n'est pas contrainte par des observations de sources indépendantes.

6.1 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

La figure suivante montre la variabilité spatiale des données de résistivité électrique calculées après inversion des données de résistivité électrique apparente. Dans l'ensemble, les valeurs de résistivité électrique diminuent vers le SE de la carte et plus spécifiquement en se dirigeant vers les collines Chic-Chocs. Des unités géologiques plus résistives sont présentes vers le NO de certaines sections reflétant la présence des roches gréseuses et conglomératiques résistives de la Formation de St-Damase (**Fig. 17**). La partie Nord –Est de la carte montre des valeurs beaucoup plus résistives (lignes H à L) ce qui reflète un changement dans la nature des roches sédimentaires présentes dans ce secteur. Pour l'exploration des argilites alumineuses les secteurs à faibles valeurs de résistivité électrique devraient être priorisés.

Projet St-Damase

Levé de résistivité électrique

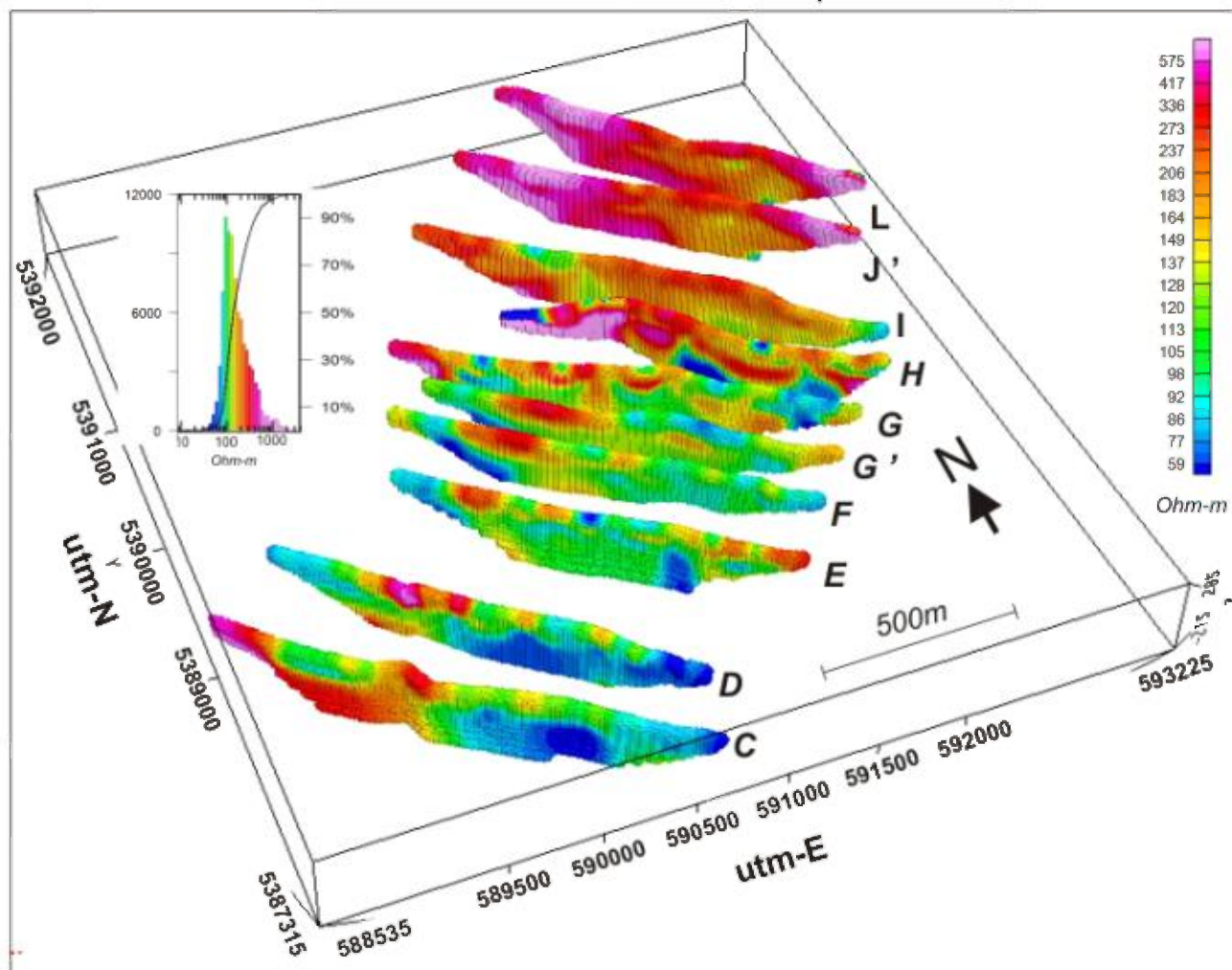


Figure 17. Résistivité électrique calculée pour les lignes C à L du levé géoélectrique de St-Damase. Présentation spatiale des données à l'aide du logiciel Oasis Montaj (Geosoft).

6.1.1 Présentation des sections

6.1.1.1 Ligne C

Cette ligne correspond à la première ligne du dispositif du levé de résistivité électrique réalisé à St-Damase. Cette ligne débute au SE dans un secteur boisé situé au pied des collines Chic-Chocs et se termine sur une terre agricole située au NO du chemin du rang 9 de St-Damase (**Fig. 18**). Le long de cette ligne le relief est relativement onduleux du côté SE de la rivière Blanche et devient relativement plat dans le secteur agricole situé du côté NO de cette rivière. Au NO du chemin du rang 9 le relief augmente de nouveau. L'élévation varie de 168 à 223m et la moyenne de la section est de 192m. Contrairement aux autres lignes du levé, ce secteur est marqué par la présence d'une colline secondaire culminant à environ 400m au NO du chemin du rang 10. La présence d'affleurements rocheux le long du chemin dans ce secteur indique que le relief n'est pas seulement relié à une plus forte accumulation de dépôts quaternaires.

Projet St-Damase

Ligne C

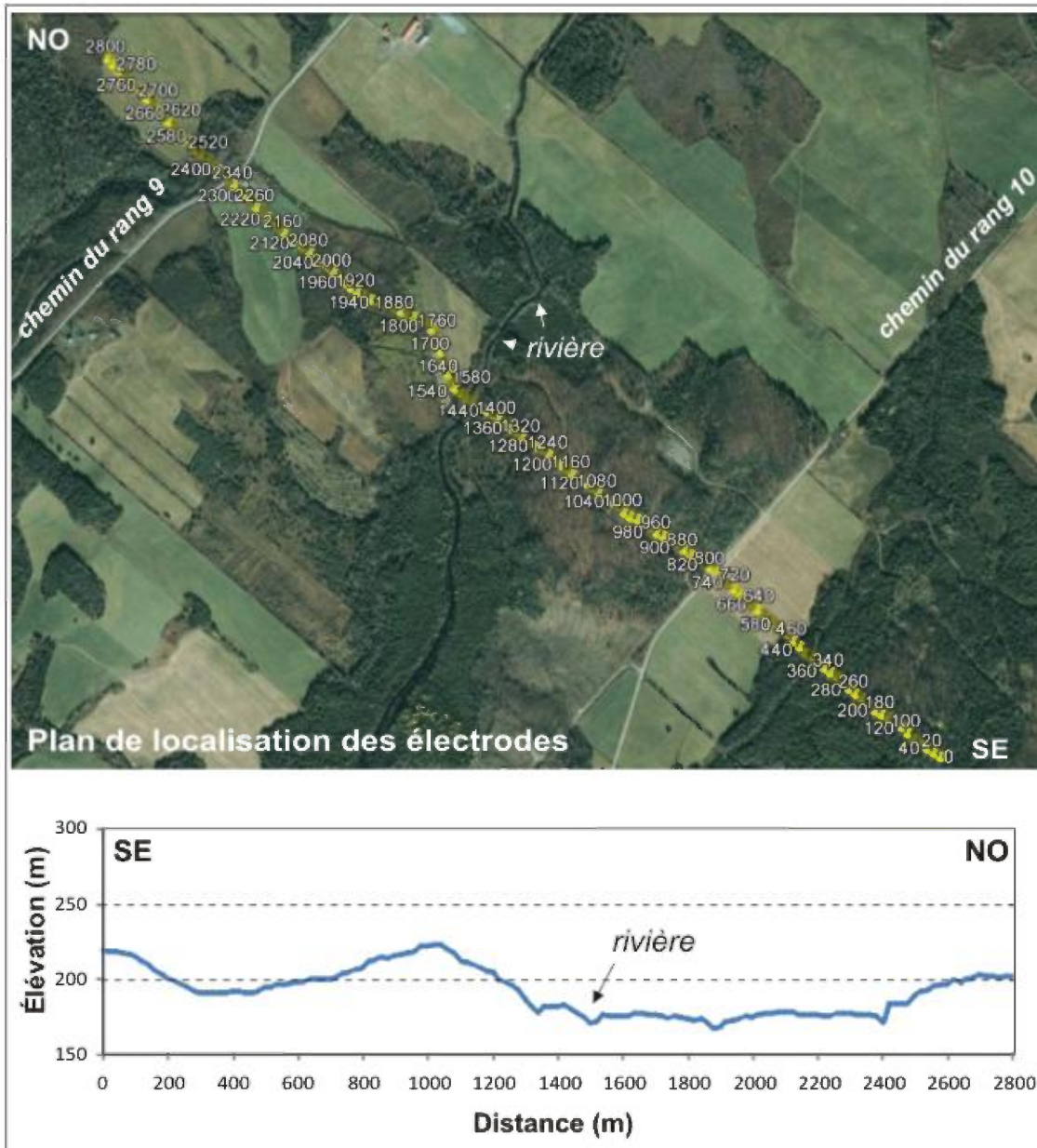


Figure 18. Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne C et profil d'élévation.

Données de résistivité électrique :

Le long de la section de la ligne C les valeurs de résistivité électrique calculées, suite à l'inversion des données, varient de 21 à 1711 Ohm-m pour une moyenne de 142 Ohm-m (+/- 139). La **figure 19** montre les valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur d'environ 5m (-5m). Cette figure souligne la présence de matériaux plus

résistifs dans la dépression topographique associée au bassin versant de la rivière Blanche ainsi qu'une plus grande homogénéité des valeurs de résistivité dans le secteur situé au sud-est de la rivière. A priori les hautes valeurs de résistivité électrique observées de part et d'autre de la rivière pourraient s'expliquer par la présence de tills ou d'anciennes alluvions résistives préférentiellement préservées dans la dépression topographique. L'augmentation des valeurs de résistivité électrique au nord de la latitude de 5388750N pourrait s'expliquer par un changement lithologique associé à la présence d'une proportion de plus en plus importante de grès résistifs (**Fig. 19**).

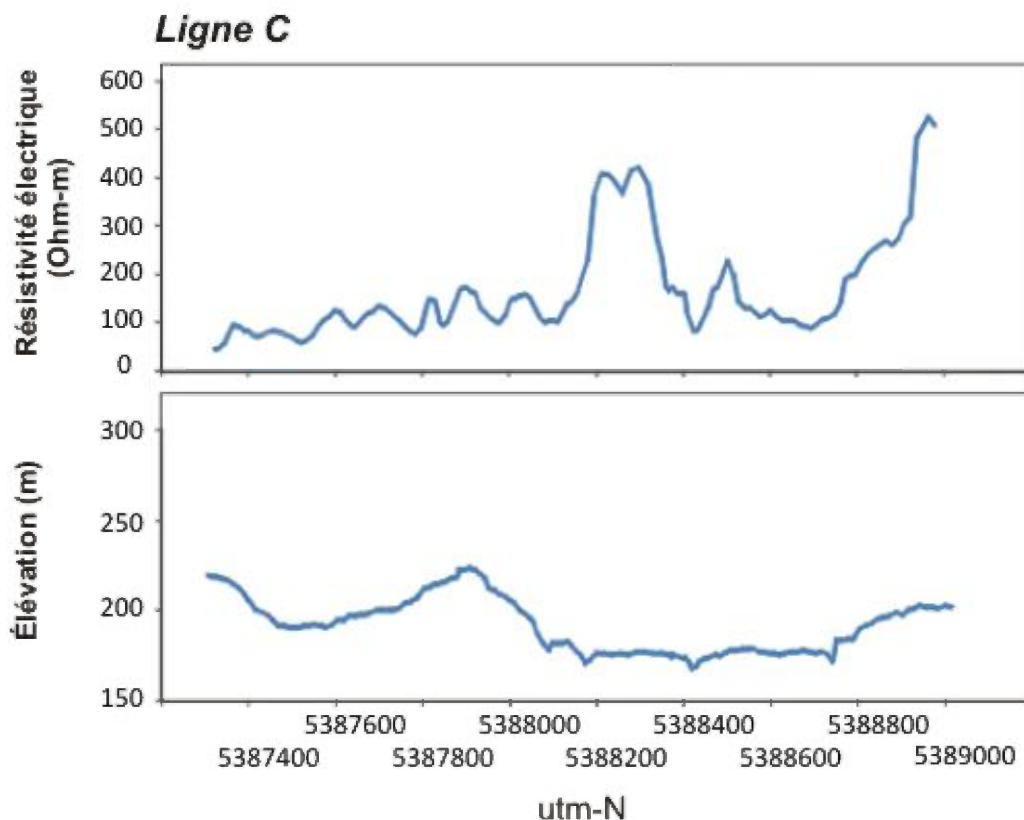


Figure 19. Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne C.

La **figure 20** montre une section des données de résistivité électrique inversées, de la ligne C, présentées en fonction de l'élévation topographique (en mètres). Cette section est marquée par une forte hétérogénéité avec des valeurs beaucoup plus résistives vers le NO et moins résistives vers le SE. La dépression topographique située entre 1500 et 1900m

est marquée par la présence d'une unité plus résistive qui pourrait correspondre à une accumulation de till plus importante ou à la présence d'anciennes alluvions. En début de section, entre 0 et 300m, une unité (I) très peu résistive (<50 Ohm-m) est présente près de la surface (sous une mince couverture de till local). Cette unité pourrait correspondre à l'unité d'argilites alumineuses observée par *Orbite Aluminae* dans le secteur de St-Damase. Par analogie aux résultats de l'étude géophysique réalisée à Grande-Vallée (**LaFlèche et al., 2010**), nous savons que les argilites de la Formation de l'Original sont généralement très conductrices (faiblement résistives). Le long de la ligne C, cette unité semble présente plus en profondeur (à plus de 100m) entre les électrodes de 580 à 1000m. Le domaine faiblement résistif (I) passe abruptement vers 1500m à un domaine plus résistif marqué entre autre par un accroissement des valeurs de résistivité électrique en direction du NO (**Fig. 20**). L'unité géoélectrique marquée par des valeurs de résistivité électrique supérieures à 300 Ohm-m pourrait correspondre à l'unité de grès et conglomérats de la Formation de St-Damase. Ces grès et conglomérats sont observés au nord du chemin du rang IX.

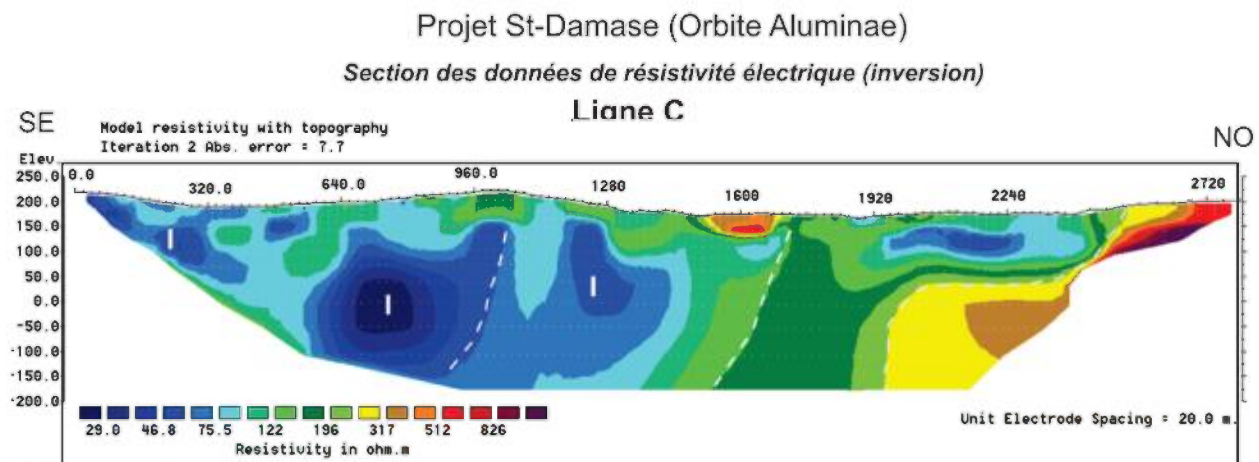


Figure 20. Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne C de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae.

6.1.1.2 Ligne D :

Cette section correspond à la deuxième ligne du dispositif de levé. Cette ligne débute au SE dans un secteur boisé situé au pied des collines Chic-Chocs et se termine sur une terre agricole (ferme laitière) située au SE du chemin du rang 9 (**Fig. 21**). Le long du dispositif, l'élévation varie de 167 à 209m et l'élévation moyenne est de 189m.

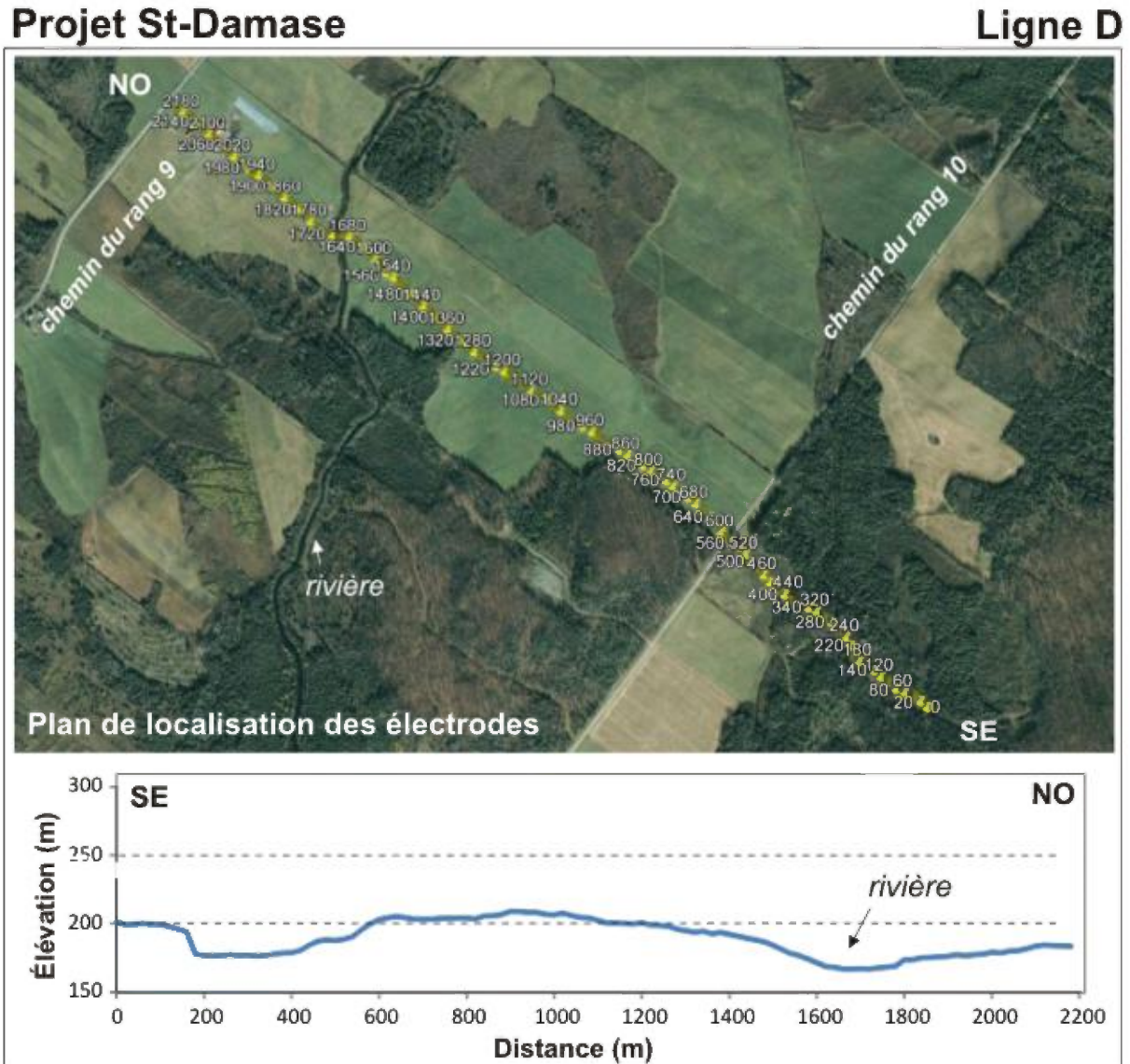


Figure 21. Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne D et profil d'élévation.

Dans ce secteur, le relief est légèrement onduleux du côté SE de la rivière et devient relativement plat dans le secteur agricole situé au NO de cette dernière. Une partie du bombement topographique observé dans la partie centrale de la section pourrait s'expliquer par la présence d'une couverture de dépôts quaternaires plus importante. Notez que le roc affleure à la surface entre 2000 à 2200m et qu'entre 600 et 1500m nous n'avons pas observé d'affleurements rocheux. La partie basse située entre 180 et 400m correspond à une cédrière associée à un sol mal drainé (**Fig.22a**).



Figure 22. Photographies du terrain prises le long de la partie sud de la ligne D. A : cédrière mal drainée et B : chemin forestier au sud du chemin du rang 10.

Données de résistivité électrique :

Le long de la section de la ligne D les valeurs de résistivité électrique calculées varient de 12 à 1169 Ohm-m pour une moyenne de 117 Ohm-m (+/- 129). La **figure 23** montre les valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur d'environ 5m (-5m). Comme pour la section C, cette figure souligne la présence de matériaux plus résistifs dans la

dépression topographique associée au bassin versant de la rivière Blanche et une plus grande homogénéité des valeurs de résistivité dans le secteur du haut topographique situé au centre de la section. L'observation de shales et mudstones rougeâtres à la surface dans le stationnement de la ferme laitière (nord de la section) suggère que les valeurs de l'ordre de 100 Ohm-m reflètent surtout la présence de mudstones et shales dans le secteur. Les très faibles valeurs de résistivité électrique mesurées dans la cédrière reflètent en plus la présence d'eau libre à la surface des sols partiellement inondés de la cédrière.

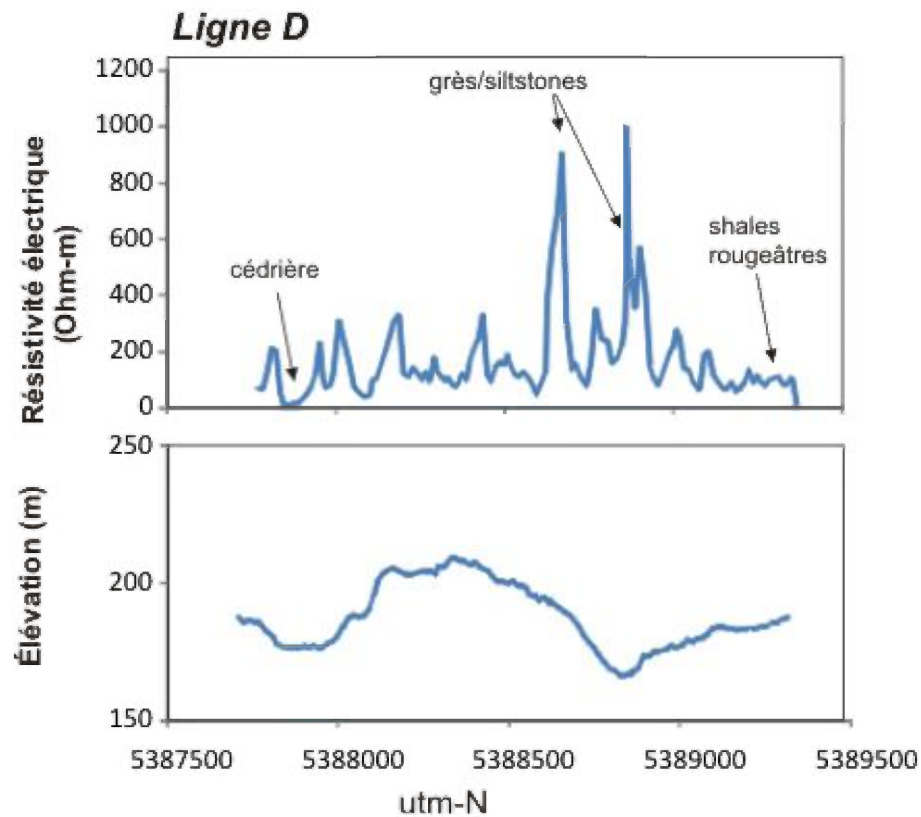


Figure 23. Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne D.

La section des données de résistivité électrique inversées de la ligne D est marquée par une forte hétérogénéité avec des valeurs plus résistives vers le NO et moins résistives vers le SE (**Fig. 24**). Le creux topographique entre 1600 et 1860m est marqué par la présence d'une unité plus résistive de sub-surface qui pourrait correspondre à une accumulation de till plus importante ou à la présence d'anciennes alluvions. Comme pour la section C, en

début de section, entre 0 et 400m, une unité (I) très peu résistive (<50 Ohm-m) est présente. Cette unité pourrait correspondre à l'unité d'argilites alumineuses observée dans le secteur de St-Damase. Dans le secteur de la ligne D, cette unité semblerait se prolonger jusqu'à 1300m mais cette fois plus en profondeur (à plus de 125m de profondeur). Le domaine faiblement résistif (I) passe abruptement vers 1400m à un domaine plus résistif marqué entre autre par un plus faible pendage des unités stratigraphiques (pendage vers le SE). Entre 1600 et 2000m, une unité très résistive semble présente en profondeur (à plus de 150m). Cette unité pourrait correspondre aux grès et conglomérats de la Formation de St-Damase. Ces grès et conglomérats sont présents au nord du chemin du rang IX. Malgré la présence d'une fine couche de tills au-dessus des argilites alumineuses en début de section le début de la ligne D (0 à 450m) devrait être considéré comme à fort potentiel pour la découverte d'argilites alumineuses.

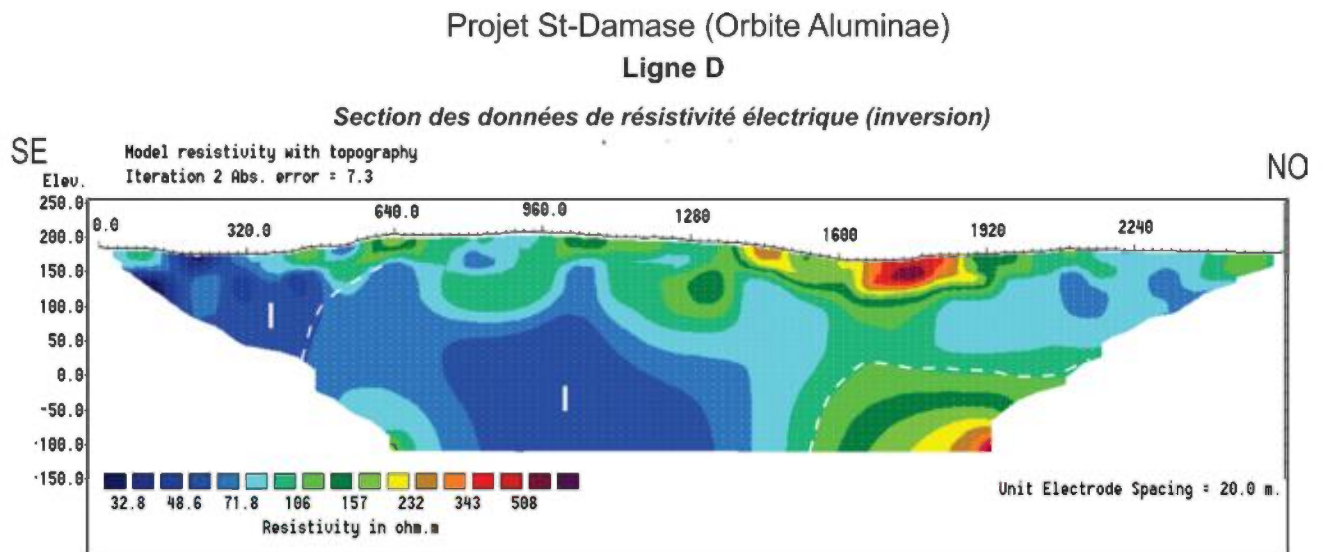


Figure 24. Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne D de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae.

6.1.1.3 Ligne E:

Cette section débute au SE de la vallée dans le boisé au pied des collines Chic-Chocs et se termine sur une terre agricole à environ 300m au NO du chemin du rang 9. Le long du dispositif, l'élévation varie de 170 à 263m et l'élévation moyenne est de 193m. L'élévation diminue rapidement dans les premiers 200m et par la suite diminue progressivement vers le NO (**Fig. 25**). La rivière Blanche marque le secteur le plus bas de la section. La partie de la section comprise entre 200 et 2000m ne montre pas la présence d'affleurements ce qui suggère la présence d'une couverture homogène de dépôts glaciaires. D'un autre côté, au nord du pont de la rivière Blanche (**Fig. 26a**) des excavations récentes montrent la présence de shales et mudstones rougeâtres et de grès (**Fig. 27c et D**).

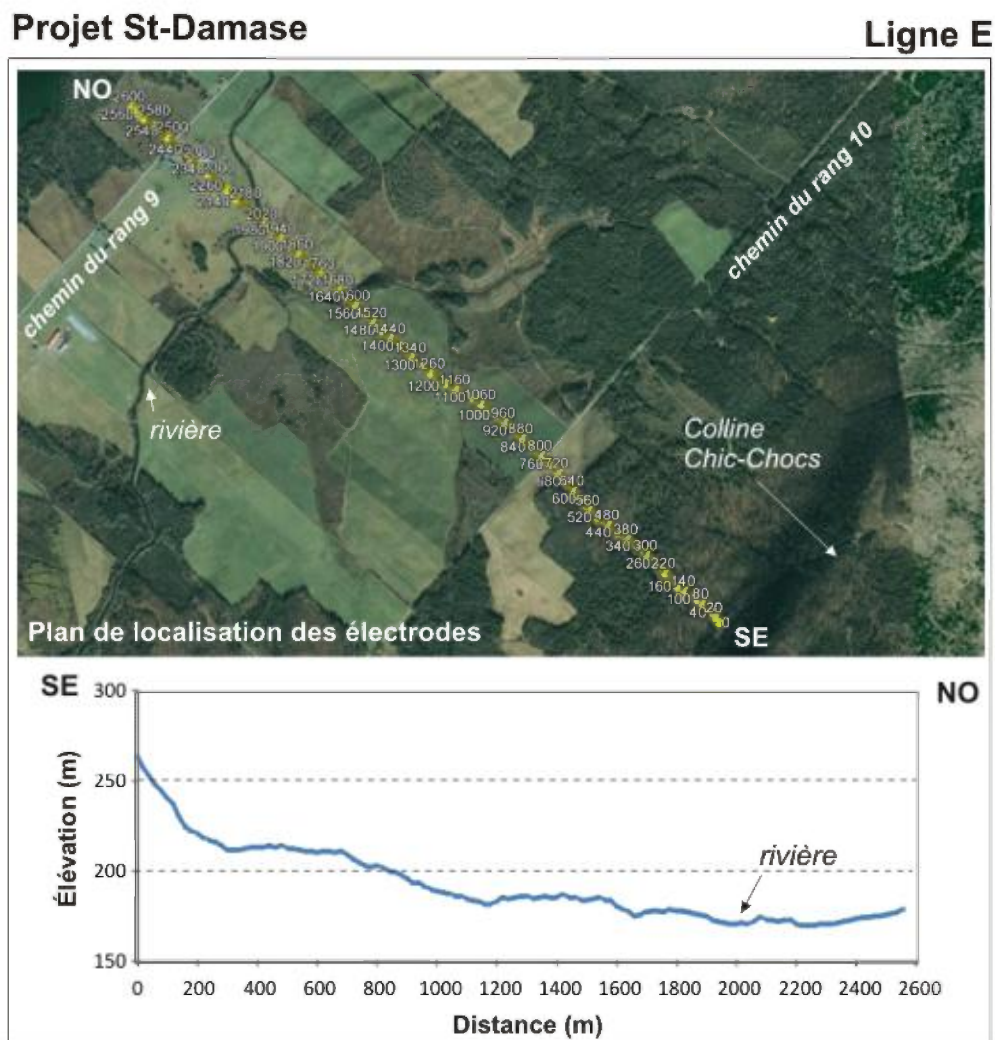


Figure 25. Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne E et profil d'élévation.



Figure 26. Photographies prises le long de la ligne E. A: rivière Blanche (vue vers le NE), B: terre agricole (vue vers le sud).



Figure 27. Photographies prises le long de la ligne E. A: affleurement de shales rouges et de grès, B: contact stratigraphique entre un banc de grès massif au-dessus et un shale rougeâtre en dessous.

Données de résistivité électrique :

Le long de la section de la ligne E les valeurs de résistivité électrique calculées varient de 20 à 586 Ohm-m pour une moyenne de 107 Ohm-m (+/- 55). Entre le début de la section et la latitude de 5389200N, la variabilité des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur d'environ 5m (-5m) suggère des accumulations locales de dépôts glaciaires ou d'alluvions dans les secteurs marqués par de plus hautes valeurs de résistivité électrique (**Fig. 28**). L'absence d'affleurements dans cette partie de la section laisse supposer la présence d'une couverture de till pouvant être localement significative. A l'opposé, dans la partie nord de la section (au nord de 5389200N) les hautes valeurs de résistivité électrique reflètent la présence de grès et siltstones observés dans les excavations situées en bordure du chemin agricole.

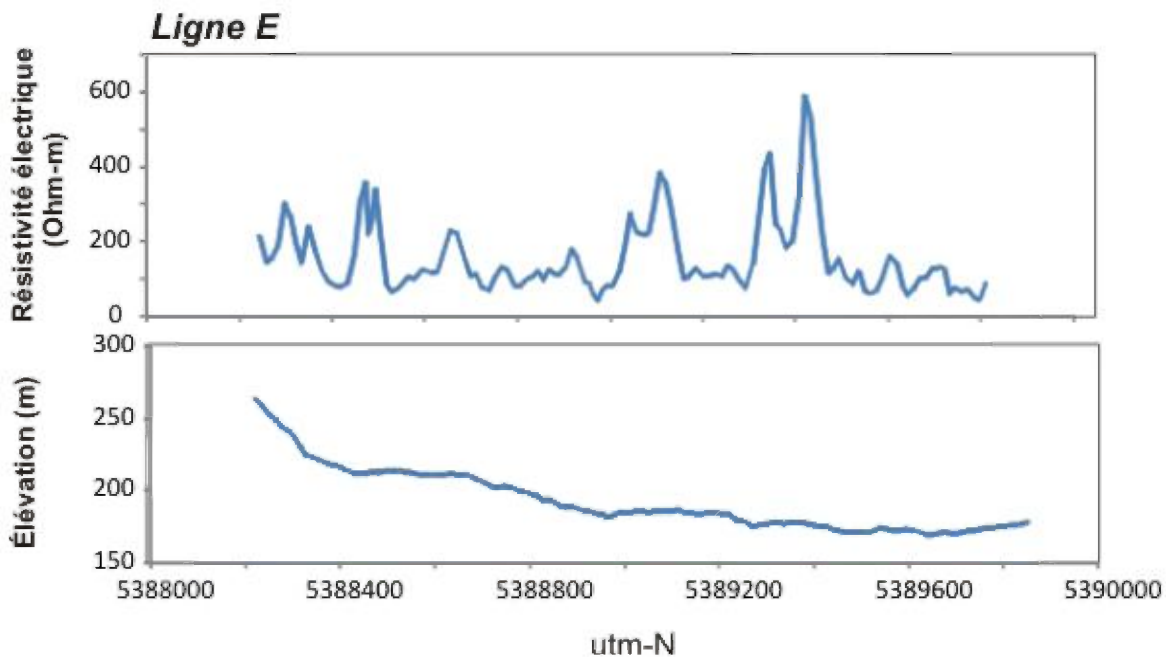


Figure 28. Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne E.

La section des données de résistivité électrique inversées de la ligne E est marquée par la présence d'un domaine de valeurs un plus résistives dans la partie le centre-nord de la section et par des valeurs moins résistives vers le SE entre 580 et 800m (**Fig. 29**). Contrairement aux sections précédentes, cette section se termine avant le chemin du rang 9 en raison des interférences électriques reliées aux bâtiments de ferme et aux lignes électriques locales. Conséquemment nous ne pouvons détecter la présence des grès et conglomérats de la Formation de St-Damase dans ce secteur. Dans l'ensemble pour ce secteur l'anisotropie des différentes unités géoélectriques suggère un pendage d'environ 40 degrés vers le SE ce qui correspond aux pendages mesurés en affleurement dans les zones excavées (**Fig. 27b**). Tout comme pour les sections précédentes, le bassin versant de la rivière est marqué par la présence de matériaux plus résistifs qui pourraient correspondre à la présence d'anciennes alluvions. L'unité géoélectrique très peu résistive (<50 Ohm-m), présente entre 580 et 800m, pourrait correspondre à l'unité d'argilites alumineuses observée dans le secteur. Le pendage de cette unité semble plus fort que pour les unités de la partie NO de la section.

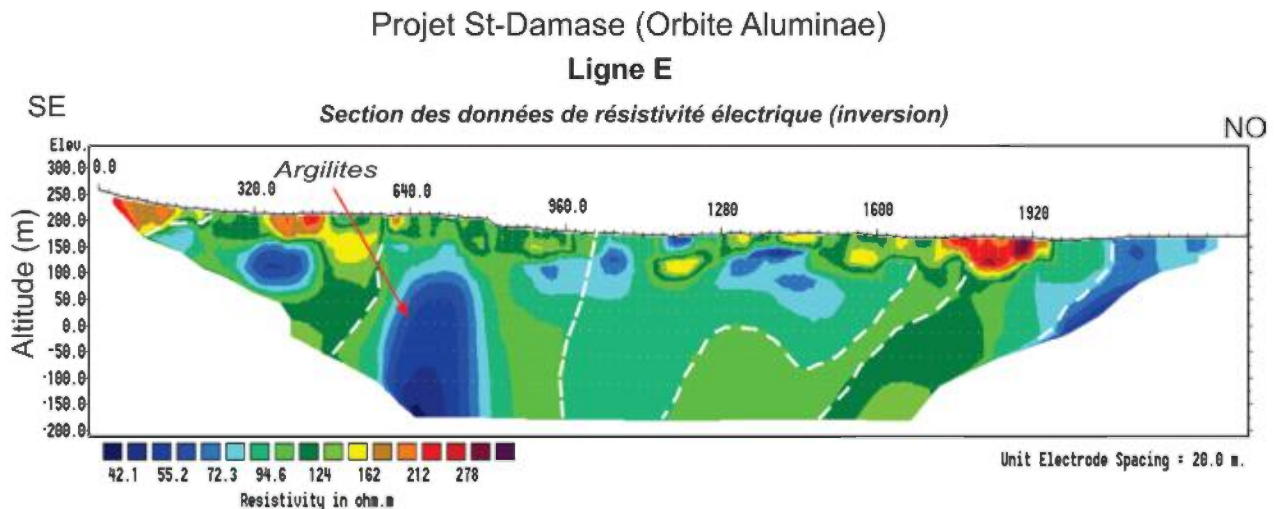


Figure 29. Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne E de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae.

6.1.1.4 Ligne F:

Cette section débute au SE de la vallée dans un boisé bordant le flanc nord des collines Chic-Chocs et se termine dans un boisé à environ 200m au NO du chemin du rang 9 (**Fig. 30**). Le long du dispositif, l'élévation varie de 166 à 269m et l'élévation moyenne est de 191m. Dans la partie NO de la section, le tracé de la rivière Blanche change brusquement vers le NO et la rivière draine des terrains situés au nord du chemin du rang 9. L'élévation diminue rapidement dans les premiers 200m et par la suite diminue progressivement vers le NO (**Fig. 30**). Le tracé de la rivière Blanche marque le secteur le plus bas de la section.

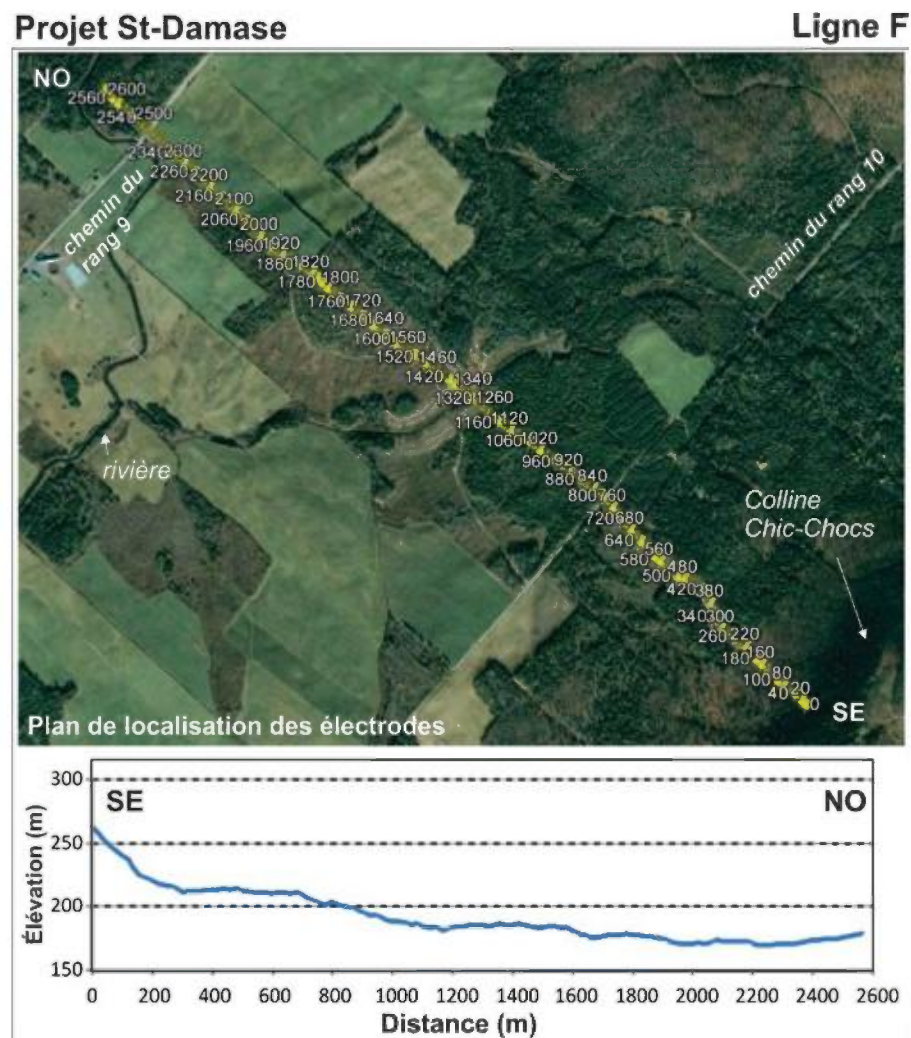


Figure 30. Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne F et profil d'élévation.

Données de résistivité électrique :

Le long de la section de la ligne F les valeurs de résistivité électrique calculées varient de 30 à 1064 Ohm-m pour une moyenne de 112 Ohm-m (+/- 61). La variabilité des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur d'environ 5m (-5m) souligne la présence de matériaux résistifs entre 1300 et 1800m (coordonnées UTM-N de 5389650 à 5389900) (**Fig31**). Ce secteur est caractérisé par un bombement topographique auquel sont associés de nombreux affleurements visibles en bordure du chemin de terre. Ce secteur devrait contenir des bandes de siltstones et de grès résistifs intercalées à des unités de mudstones et shales.

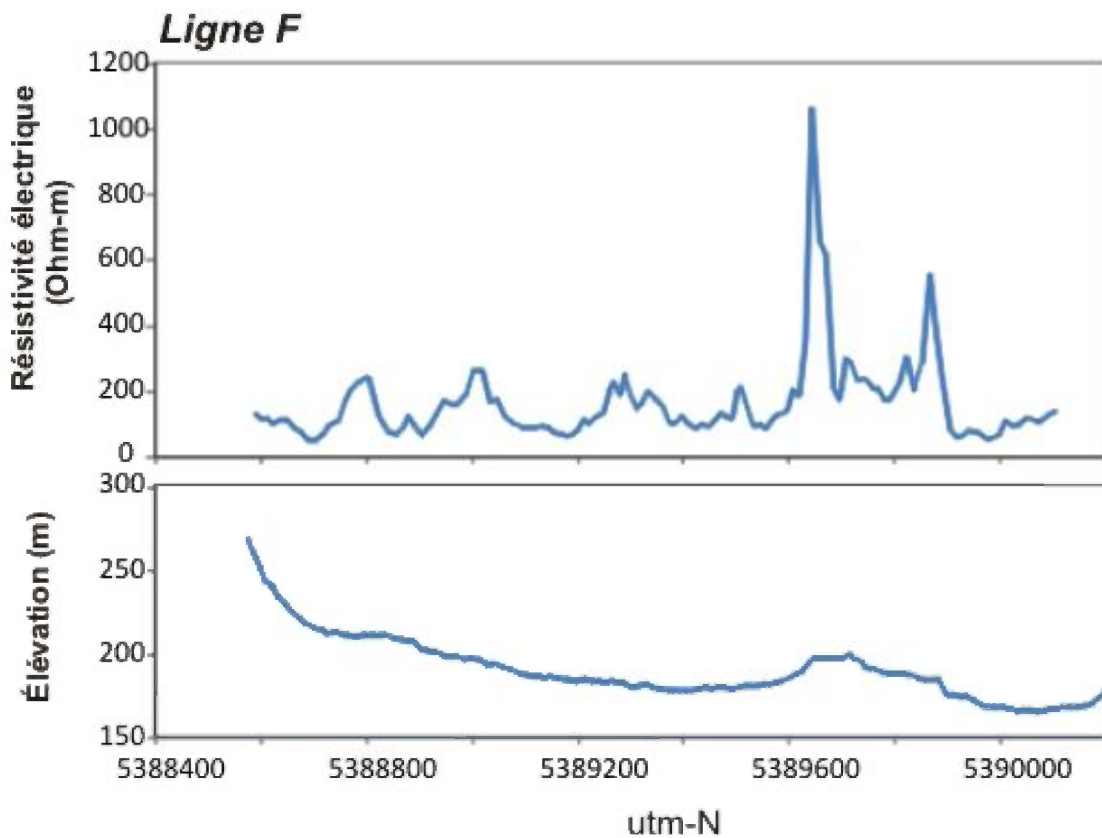


Figure 31. Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne F.

La section des données de résistivité électrique inversées de la ligne F est marquée par la présence d'un domaine de valeurs plus résistives dans la partie le centre-nord de la section (entre 1600 et 2100m) et par des valeurs systématiquement moins résistives vers le SE (entre 0 et 1300m) (**Fig. 32**). Dans l'ensemble l'anisotropie des différentes unités géoélectriques suggère un pendage d'environ 35-40 degrés vers le SE. L'unité géoélectrique très peu résistive (<50 Ohm-m), présente à moins de 50m de profondeur entre 340 et 550m et entre 740 et 1000m pourrait correspondre à une zone d'accumulation d'eau souterraines (terrain mal drainé riche en shales). La section de la ligne F ne semble pas montrer la présence de l'unité d'argilites conductrices détectée dans la partie SE des lignes C et D et à un moindre degré dans la ligne E. Toutefois nos données suggèrent la présence d'une bande d'argilites très conductrices située en bordure du chemin du rang 9 (nord-ouest de la section) (**Fig.32**). Un échantillonnage de surface pourrait facilement vérifier le potentiel de cette zone. Notez que cette unité a également été détectée à l'extrémité NO de la ligne E. Toutefois en raison des perturbations électriques au voisinage de la ferme laitière présente au nord de la ligne E nous n'avons pas été en mesure de prolonger la section plus vers le nord-ouest.

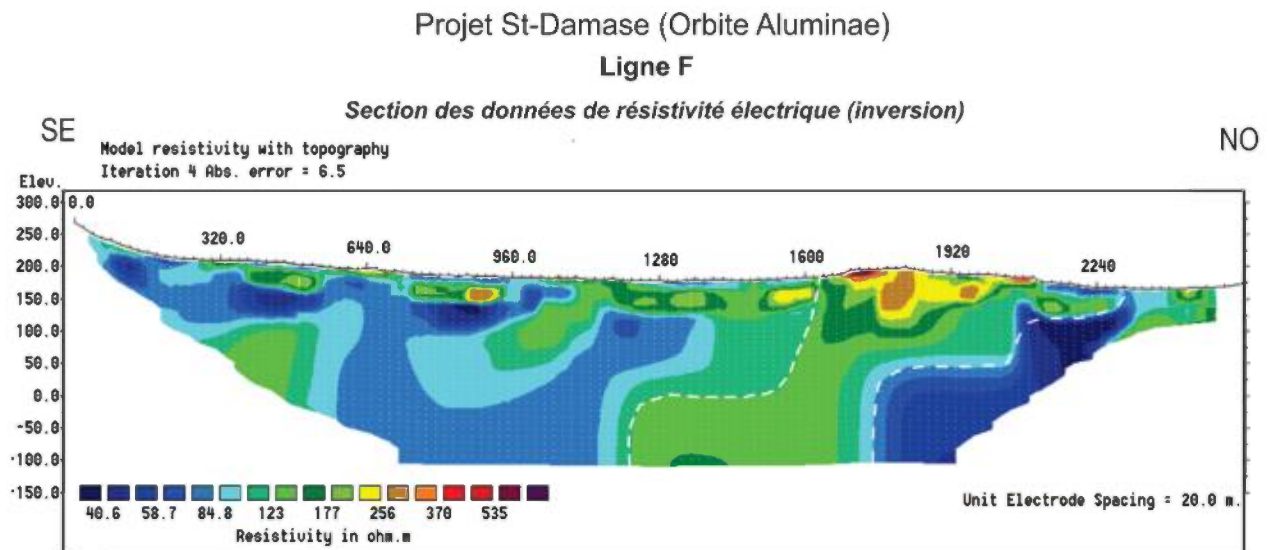


Figure 32. Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne F de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae.

6.1.1.5 Ligne G:

Cette section débute au SE de la vallée au pied des collines Chic-Chocs et se termine dans un boisé à environ 300m au NO du chemin du rang 9 (**Fig. 33**). Le long du dispositif, l'élévation varie de 174 à 301m et l'élévation moyenne est de 192m. Tout comme pour les autres sections, l'élévation diminue rapidement dans les premiers 200m et par la suite diminue progressivement vers le NO (**Fig. 33**). Un bombement topographique est observé entre 1700 et 2100m. Le long de cette section, le socle rocheux est affleurant ou sub-affleurant entre 800 et 2200m. Conséquemment pour cette partie de la section la couverture glaciaire peut être considérée comme négligeable.

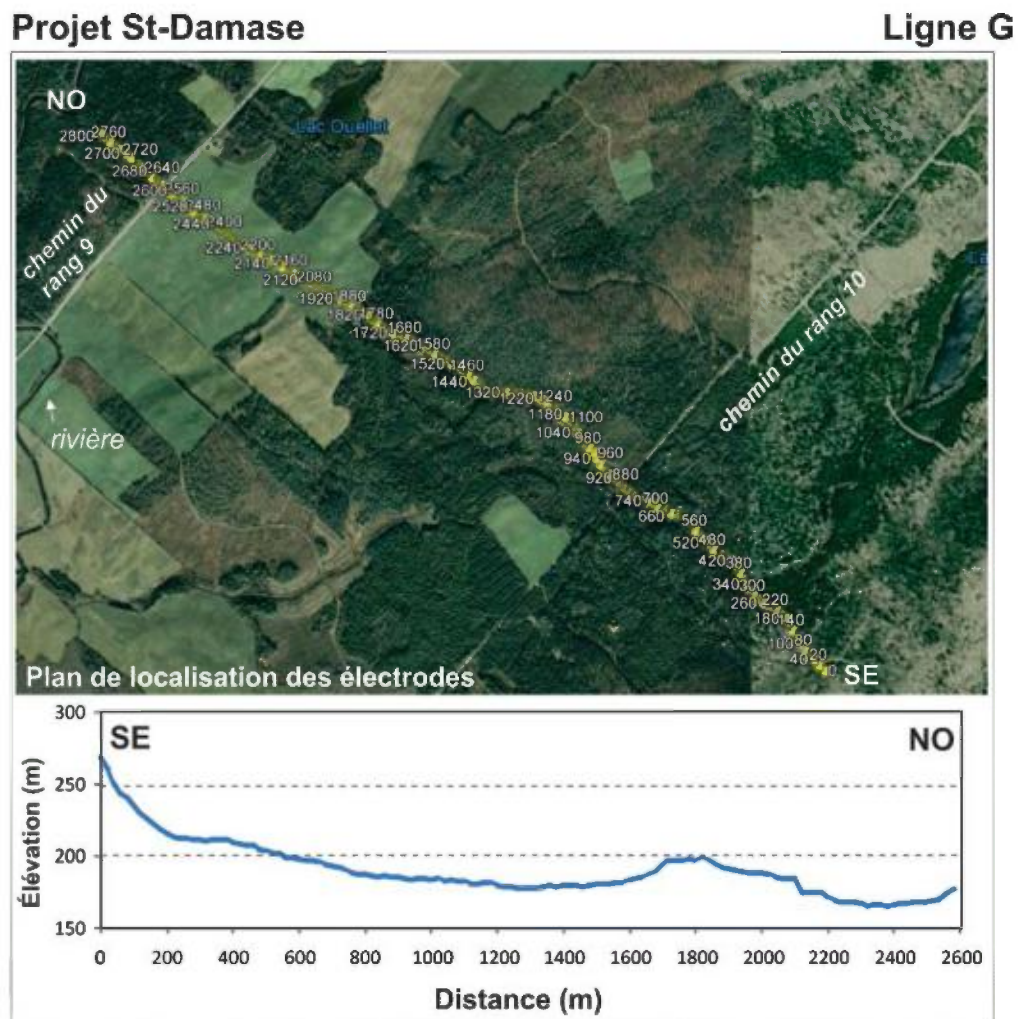


Figure 33. Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne G et profil d'élévation.

La figure suivante montre des photographies d’affleurements de shales et mudstones rougeâtres observés le long du chemin passant par la ligne G. Dans ces secteurs l’épaisseur de dépôts glaciaires et de sol est négligeable.



Figure 34. Affleurements de mudstones et shales rougeâtres observés le long du chemin de terre longeant la ligne G. A: secteur centre sud et B: secteur nord.

Données de résistivité électrique :

Le long de la section de la ligne G les valeurs de résistivité électrique calculées varient de 31 à 629 Ohm-m pour une moyenne de 129 Ohm-m (+/- 66). La variabilité des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur d’environ 5m (-5m) souligne la présence de matériaux de plus en plus résistifs au nord de la coordonnée 5389850N. Ceci reflète en partie un accroissement de la proportion de siltstones et de grès dans ce secteur. Les hautes valeurs de résistivité observées dans les derniers 400m de la section reflètent la présence probable des grès et conglomérats résistifs de la Formation de St-Damase (**Fig. 35**). A l’opposé les faibles valeurs de résistivité électrique observées au début de la section (vers le sud-est) suggèrent une nette prédominance de mudstones et shales.

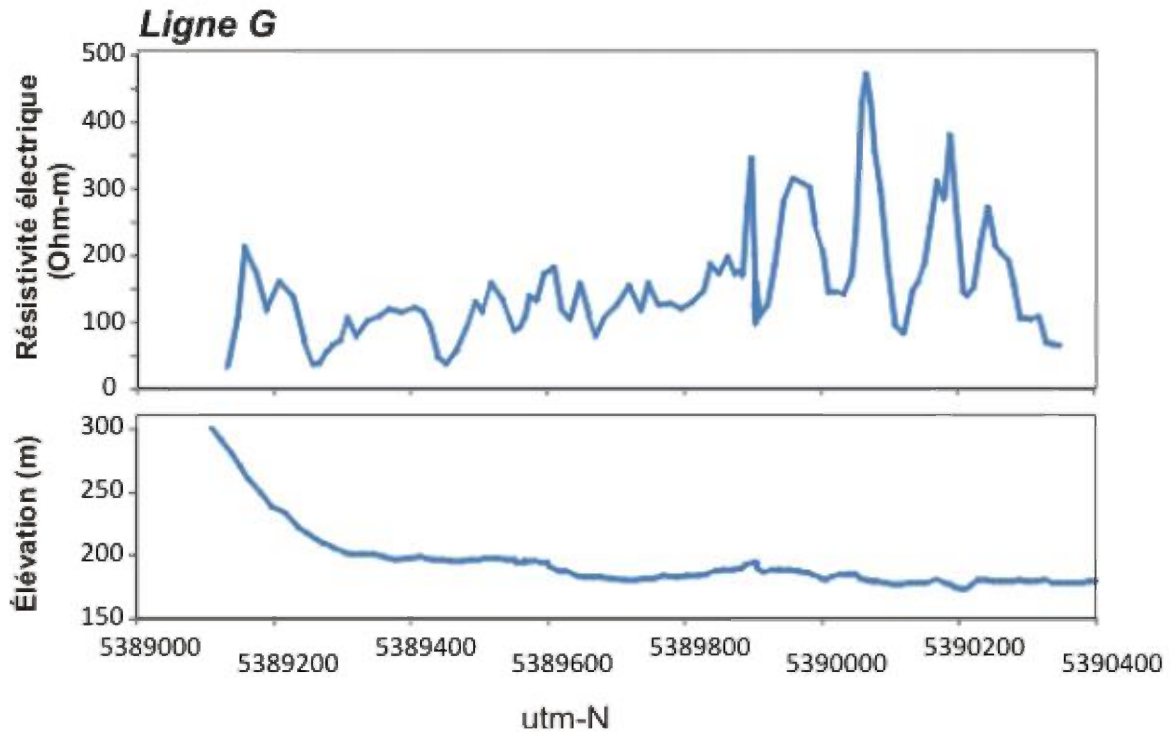


Figure 35. Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne G.

La section de la ligne G est marquée par la présence d'un domaine de valeurs très résistives situé à l'extrémité NO de la section (entre 2400 et 2800m) et par des valeurs peu résistives vers l'extrémité SE de cette dernière (au sud de 640m) (**Fig. 36**). L'anisotropie des différentes unités géoélectriques suggère un pendage d'environ 40 à 50 degrés vers le SE (**Fig. 36**). L'unité géoélectrique très peu résistive (<50 Ohm-m), présente en début de section, semble correspondre à l'unité d'argilites alumineuses observée par l'équipe d'exploration d'Orbite Aluminae. Cette unité géoélectrique est sub-affleurante dans la partie sud de la section ce qui est favorable à l'échantillonnage. Des matériaux argileux conducteurs sont aussi présents dans la partie nord de la section mais cette fois à plus de 50m de profondeur.

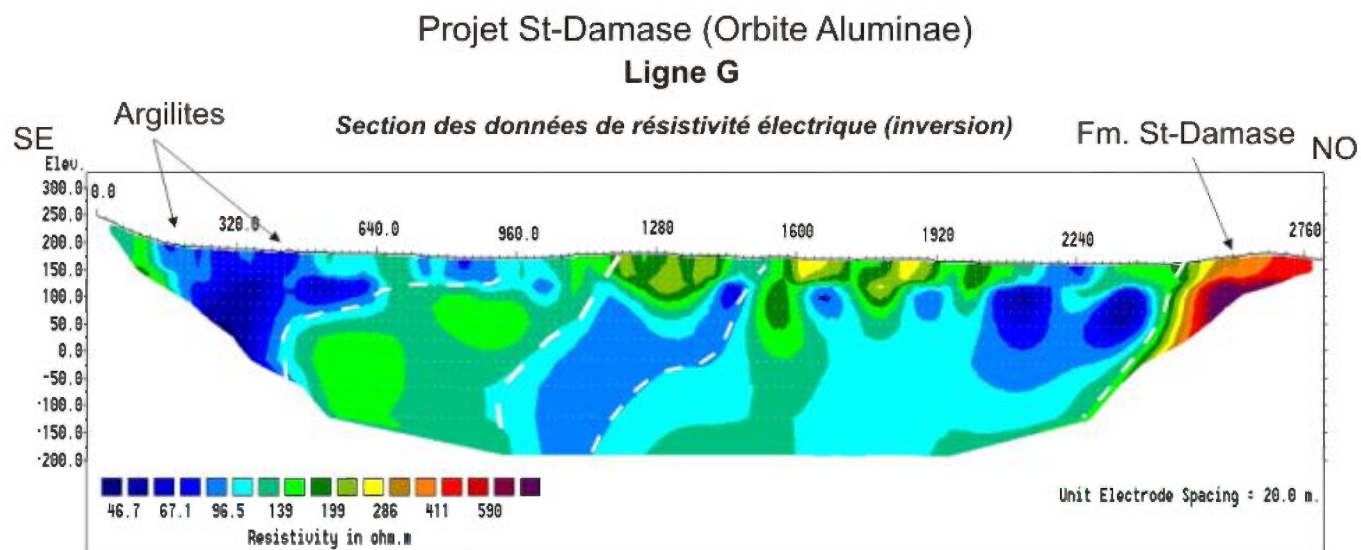


Figure 36. Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne G de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae.

6.1.1.6 Ligne G' :

La ligne G' est une ligne intercalée entre les lignes F et G. Cette ligne essentiellement forestière débute au SE de la vallée au pied des collines Chic-Chocs et se termine dans un boisé à environ 200m au NO du chemin du rang 9 (**Fig. 37**). Le long du dispositif, l'élévation varie de 179 à 289m et l'élévation moyenne est de 196m. Tout comme pour les autres sections, l'élévation diminue rapidement dans les premiers 250m et par la suite diminue progressivement vers le NO (**Fig. 37**).

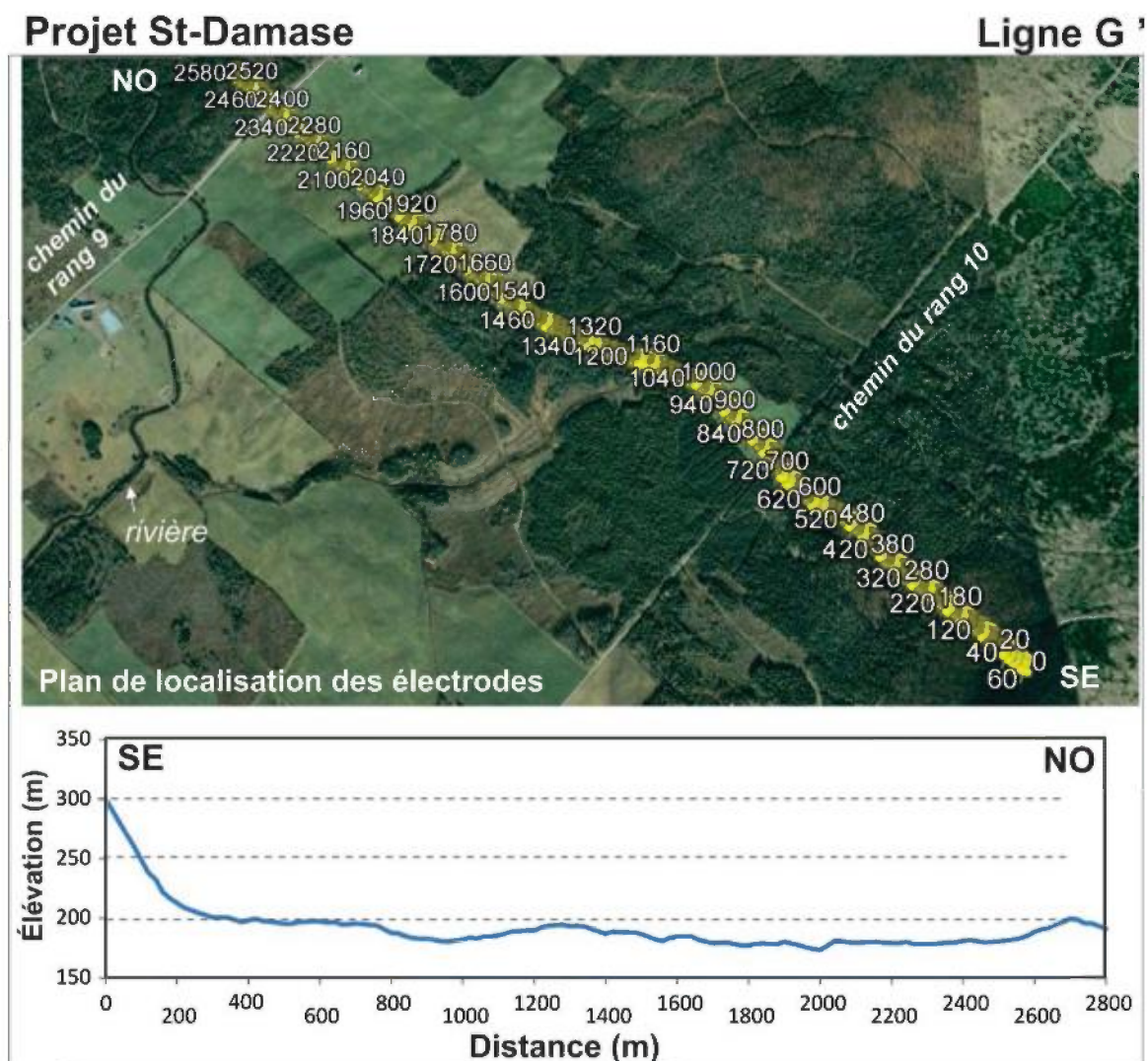


Figure 37. Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne G' et profil d'élévation.

Données de résistivité électrique :

Le long de la section de la ligne G' les valeurs de résistivité électrique calculées varient de 19 à 13116 Ohm-m pour une moyenne de 119 Ohm-m (+/- 58). La variabilité des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de 5m (-5m) souligne la présence de matériaux résistifs au nord de la coordonnée 5389600N. Ce secteur devrait contenir une proportion plus importante de grès et siltstones. Les faibles valeurs de résistivité électrique observées au début de la section (partie sud-est) suggèrent une géologie dominée par la présence de mudstones et shales (**Fig. 38**).

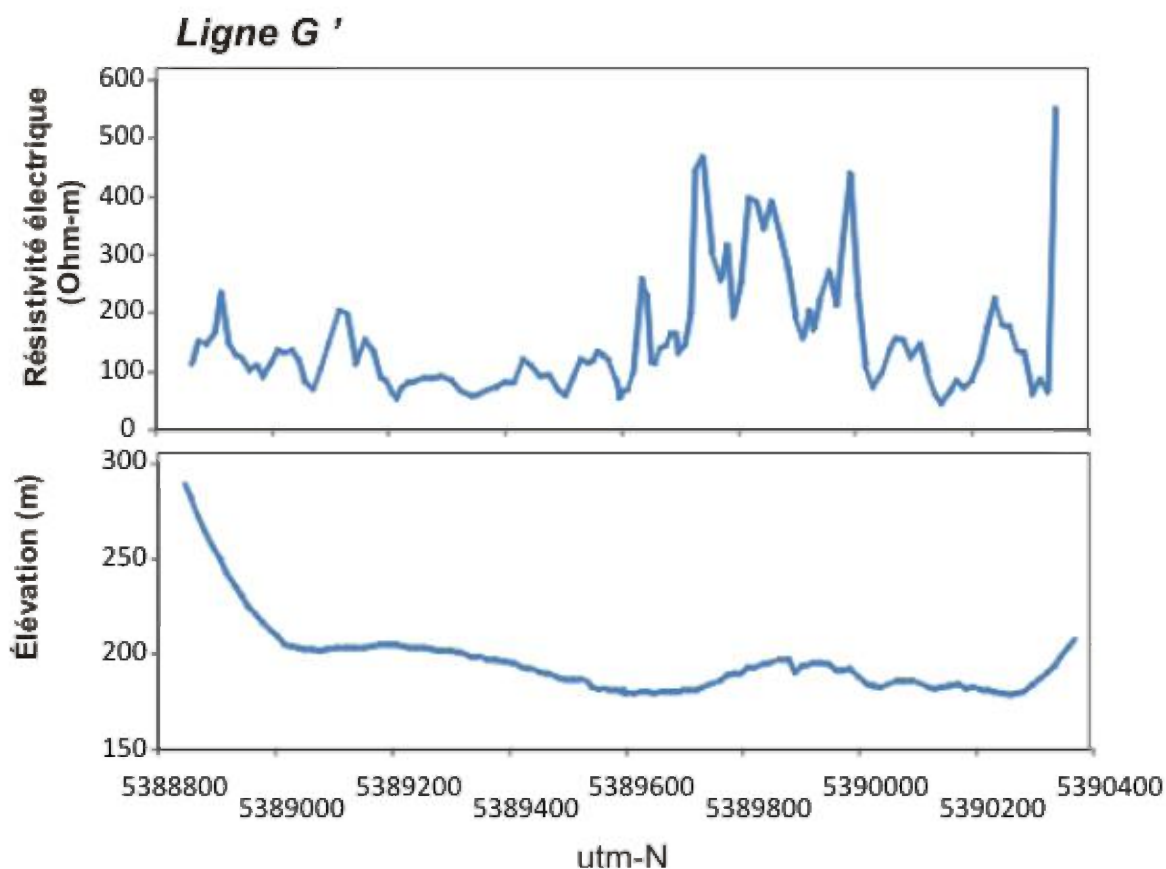


Figure 38. Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne G'.

Contrairement à la ligne G, la section de la ligne G' n'est pas marquée par la présence d'un domaine de valeurs très résistives à l'extrémité NO de la section. Cette section est plus courte et se termine avant d'atteindre les grès et conglomérats de la Formation de St-Damase. La fin de la section G' est dominée par une unité de mudstones et de shales faiblement résistifs et l'anisotropie des valeurs de résistivité suggère un pendage d'environ 30 degrés vers le sud-est (**Fig. 39**). Une unité caractérisée par des valeurs de résistivité intermédiaires domine la partie centrale de la section. L'unité géoélectrique très peu résistive (<50 Ohm-m), présente en début de section semble correspondre à l'unité d'argilites alumineuses prospectée régionalement par l'équipe d'exploration d'Orbite Aluminae. Cette unité géoélectrique ne semble toutefois pas sub-affleurante dans la partie sud de la section G'. Elle est probablement recouverte d'une couche de 20 à 45m de matériaux légèrement plus résistifs. Entre 560 et 1280m les données de résistivité suggèrent la présence d'une unité géoélectrique sub-horizontale qui occupe une bonne partie d'une terre agricole entourée d'un boisé. À l'époque de la réalisation du levé ce secteur était relativement saturé en eau. Cette unité pourrait correspondre à une zone d'accumulation de dépôts quaternaires.

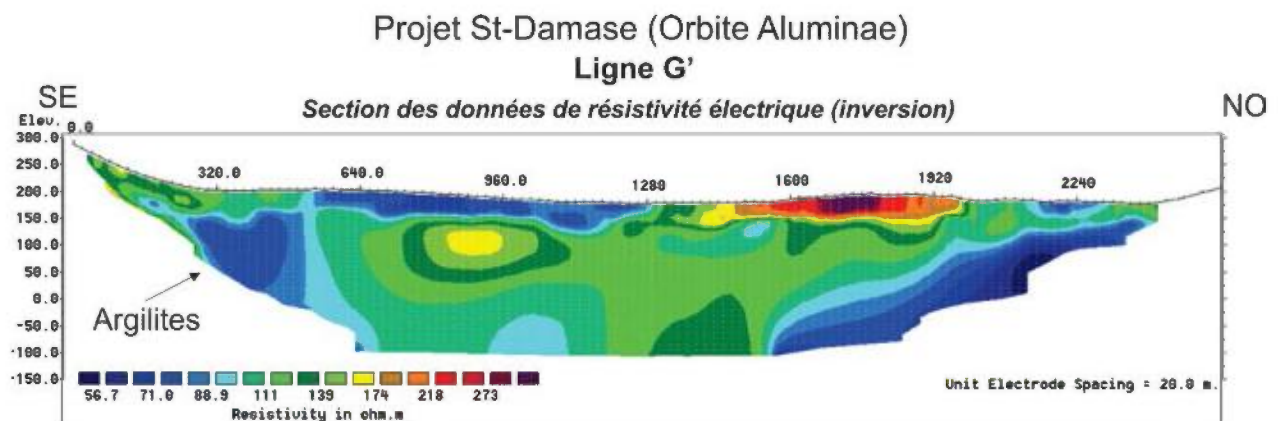


Figure 39. Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne G' de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae.

6.1.1.7 Ligne H:

La ligne H est située à l'est de la ligne G. Cette ligne, essentiellement forestière, débute au SE de la vallée au pied des collines Chic-Chocs et se termine dans une dépression topographique qui était complètement saturée d'eau lors de la réalisation du levé. Pour cette raison, le levé n'a pas été prolongé plus vers le nord-ouest.

Le long du dispositif, l'élévation varie de 179 à 271m et l'élévation moyenne est de 216m. Tout comme pour les autres sections, l'élévation diminue rapidement dans les premiers 300m et par la suite diminue progressivement vers le NO (**Fig. 40**).

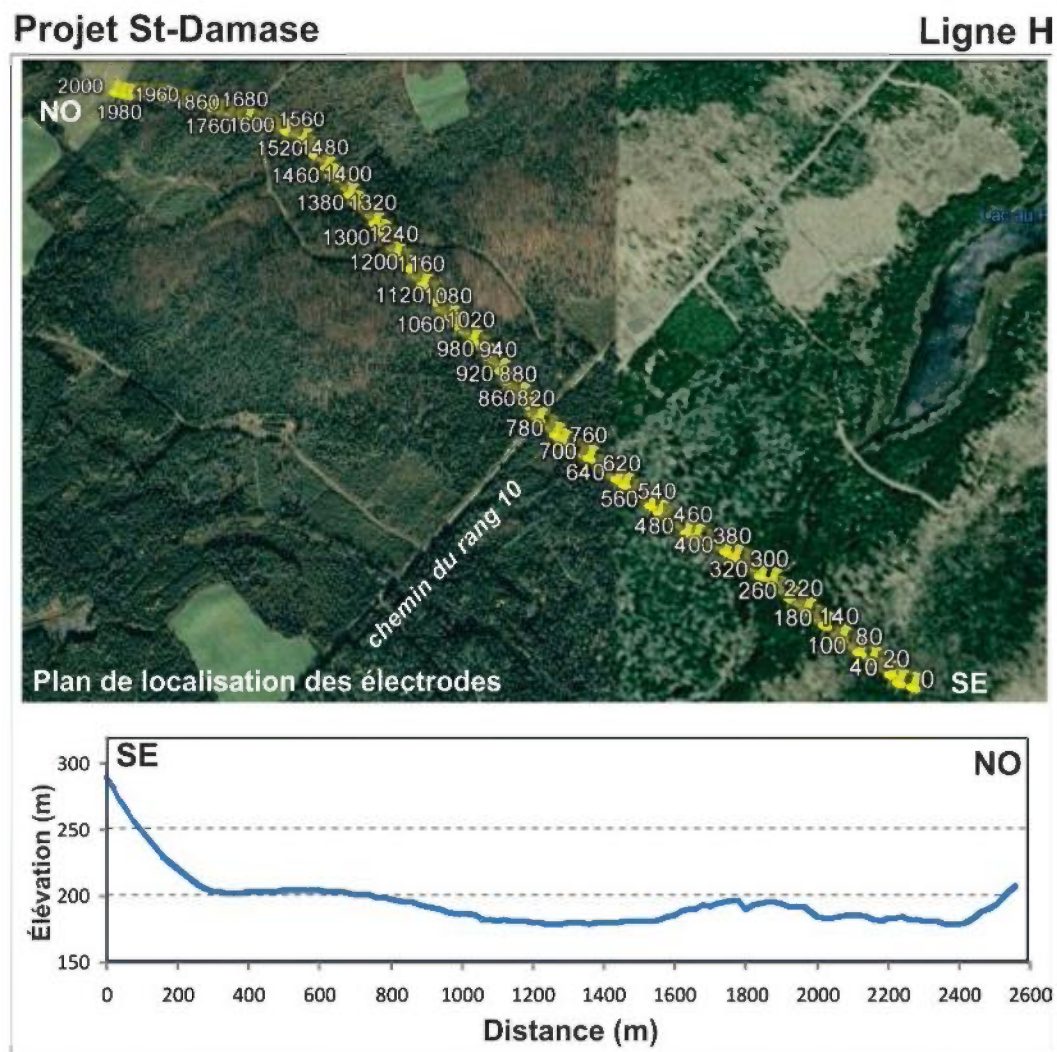


Figure 40. Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne H et profil d'élévation.

Données de résistivité électrique :

Le long de cette section les valeurs de résistivité électrique calculées varient de 9 à 2663 Ohm-m pour une moyenne de 199 Ohm-m (+/- 478). La variabilité des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de 5m (-5m) souligne la présence de matériaux résistifs au nord de la coordonnée 5390200N. Tout comme pour la section précédente, ce secteur devrait contenir une proportion plus importante de grès et siltstones résistifs. Comme pour les sections précédentes, les faibles valeurs de résistivité électrique observées dans la partie sud-est de la section reflètent une géologie dominée par la présence de mudstones et shales (**Fig. 41**).

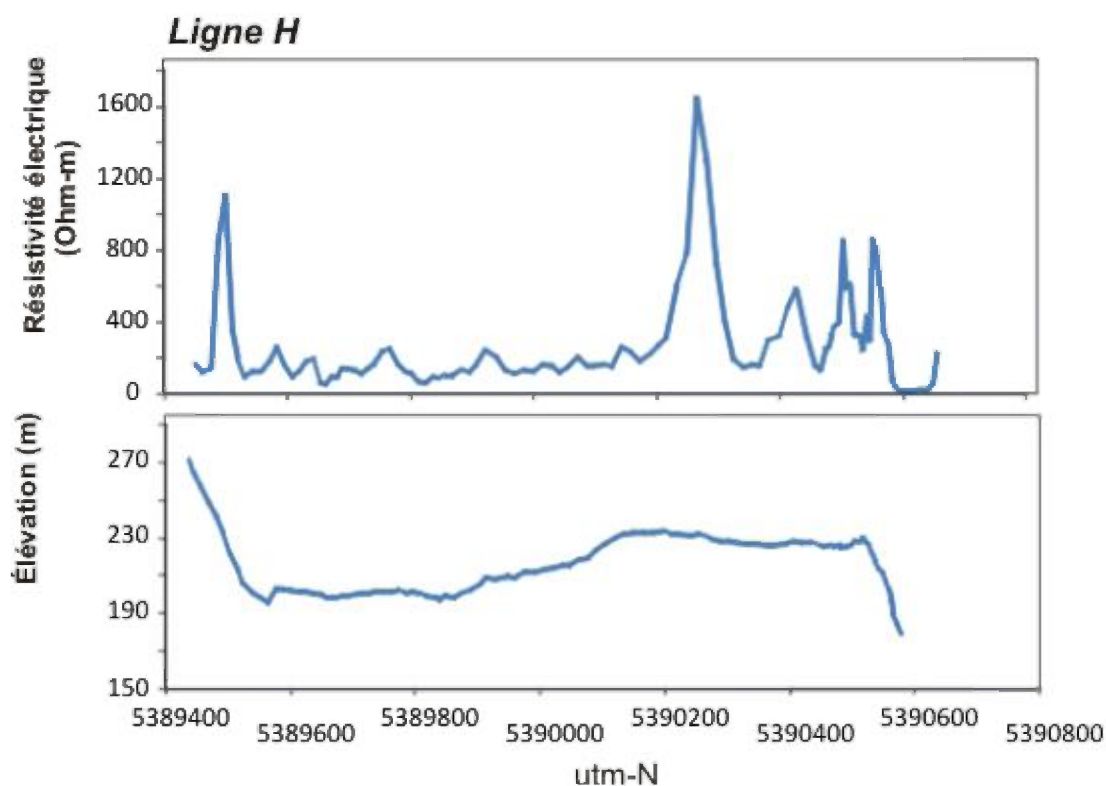


Figure 41. Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne H.

La section de la ligne H est présentée à titre indicatif seulement compte tenu des nombreux problèmes reliés à l'acquisition des données sur un terrain localement inondé d'eau. Il est probable qu'une unité argileuse soit présente à plus de 200m de profondeur entre les électrodes de 600 et 1100m. Compte tenu de la mauvaise qualité des données, pour cette partie de la propriété il serait préférable d'utiliser les informations provenant de la ligne G.

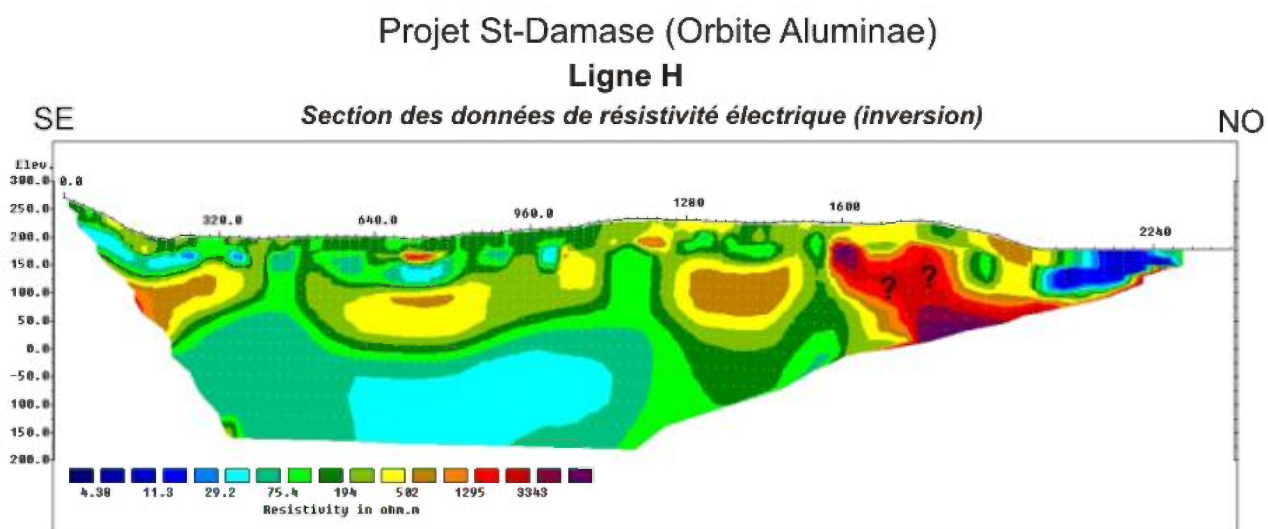


Figure 42. Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne H de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae.

6.1.1.8 LIGNE I:

La ligne I, située à l'est de la ligne H, débute au pied des collines Chic-chocs dans le secteur du lac au Foin (**Fig. 43**). Cette ligne, essentiellement forestière de 0 à 1700m, devient agricole par la suite. Le long du dispositif, l'élévation varie de 158 à 252m et l'élévation moyenne est de 206m. Contrairement aux autres lignes, la ligne I est marquée par un important bombement topographique situé dans la partie centrale de la section. Ce secteur est bien drainé et les affleurements rocheux sont nombreux (**Fig. 44**).

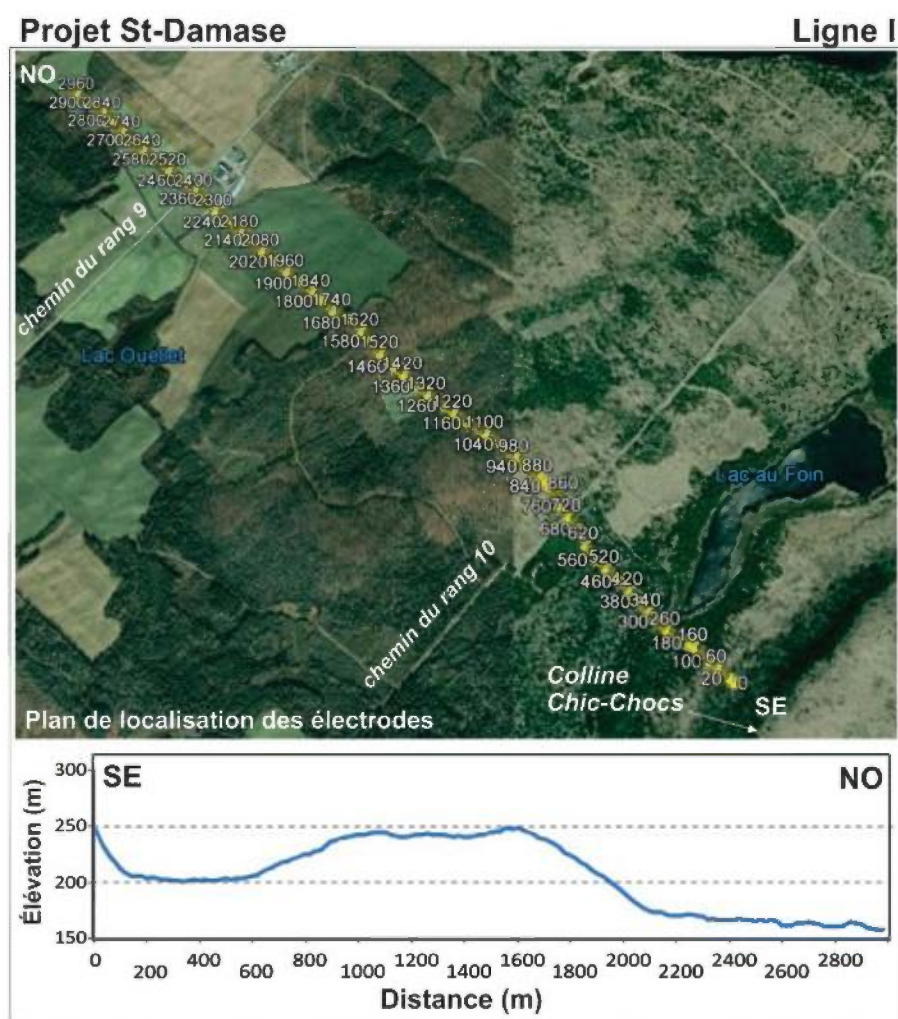


Figure 43. Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne I et profil d'élévation.



Figure 44. Photographies du terrain dans les parties sud (A) et centrale (B) de la ligne I.

Données de résistivité électrique :

Le long de la ligne I les valeurs de résistivité électrique calculées varient de 15 à 2663 Ohm-m pour une moyenne de 231 Ohm-m (+/- 282). La variabilité des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de 5m (-5m) souligne la présence de matériaux généralement plus résistifs dans cette partie de la vallée de St-Damase (**Fig45**). Dans le haut topographique central l'alternance de hautes et basses valeurs de résistivité électrique reflète une alternance de bandes de grès-siltstones et de mudstones. La chute des valeurs de résistivité électrique observée vers 5391100N est probablement associée à la présence d'une proportion plus importante de mudstones dans ce secteur.

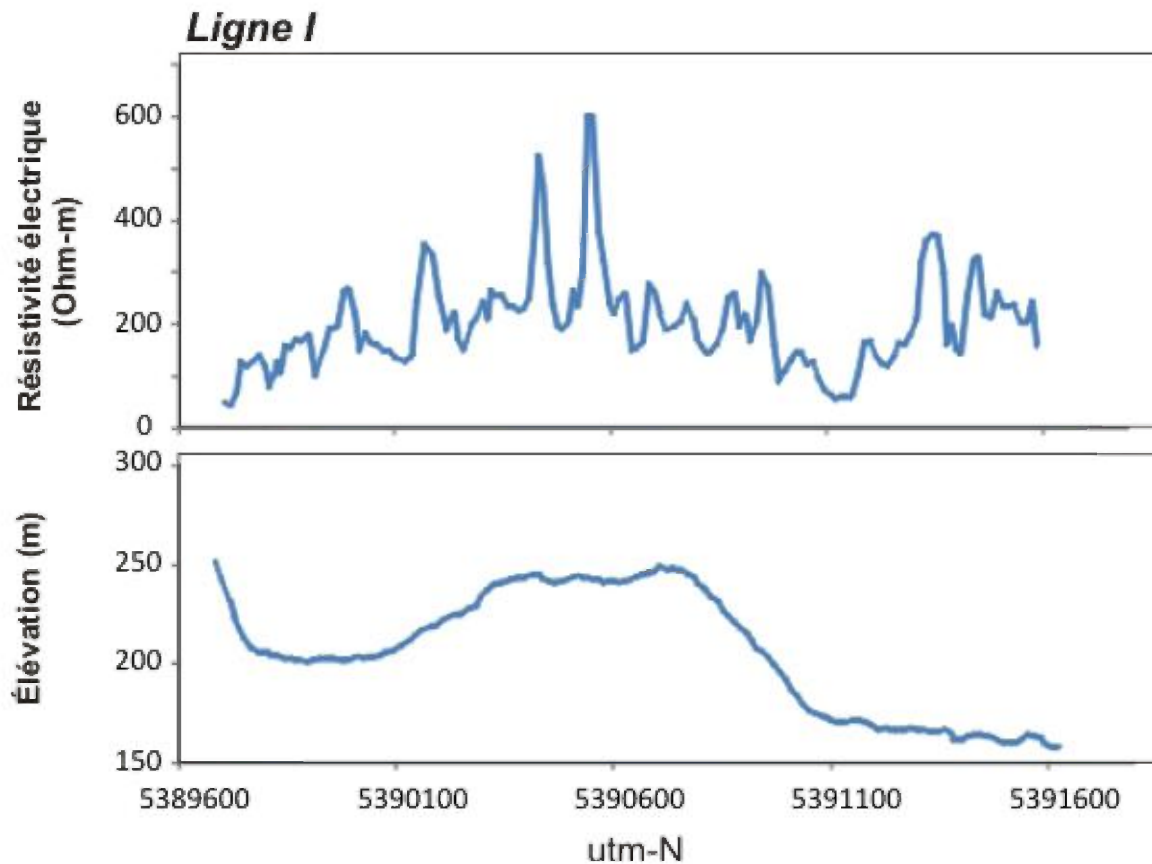


Figure 45. Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne I.

En plus du relief, le secteur de la ligne I semble montrer un changement dans la géologie locale. La section I (**Fig. 46**) montre des valeurs dans l'ensemble plus résistives que pour les sections C à G' et le style structural semble différent. Par exemple, nous n'observons pas les faibles pendages qui caractérisent les parties NO des sections C à G'. L'imagerie géoélectrique de cette section pourrait être expliquée par les vestiges d'une nappe de roches plus résistives (I) reposant structuralement sur les unités de mudstones (II) (en bleu sur la section). Une structure plissée déversée vers le NO (III) pourrait aussi être présente comme indiquée sur la **figure 46**. Des roches résistives de la Formation de St-Damase semblent présentes en profondeur vers 2200m. Dans l'ensemble, la section ne montre pas la présence de l'unité d'argilites conductrices normalement caractérisée par des valeurs de résistivité électrique inférieures à 50 Ohm-m.

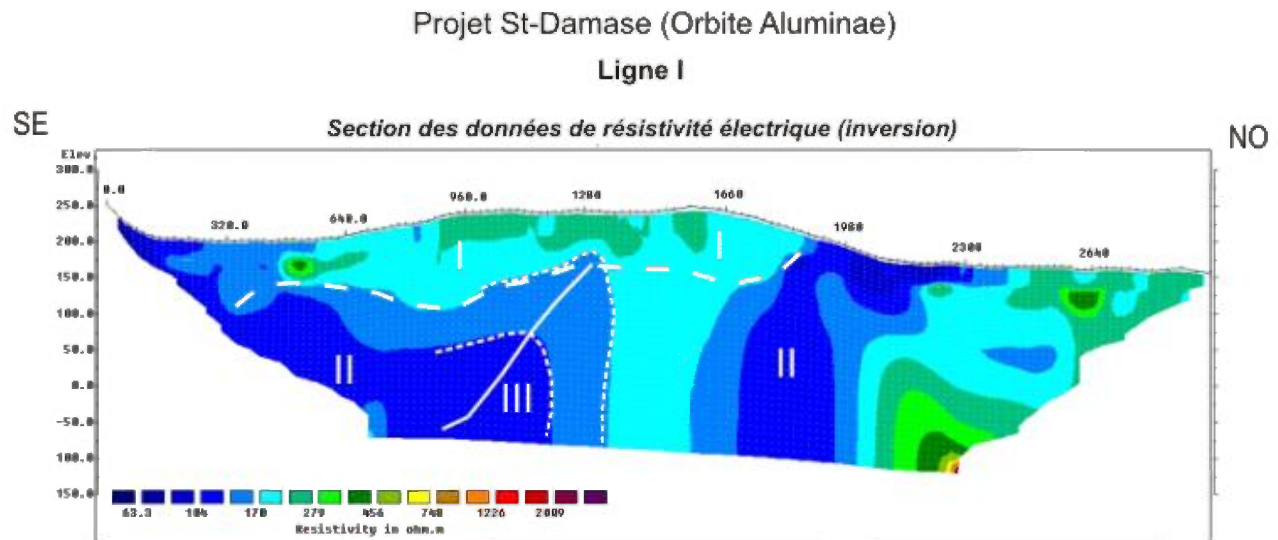


Figure 46. Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne I de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae.

6.1.1.9 Ligne J':

La ligne J', située à l'est de la ligne I, débute au nord du lac au Foin (**Fig. 47**) et suit un parcours essentiellement forestier jusqu'à 2000m. Par la suite, la ligne traverse un champ agricole situé du côté nord-ouest du chemin du rang 9. Le long du dispositif, l'élévation varie de 198 à 267 m et l'élévation moyenne est de 223m. Comme pour la ligne I, la ligne J' est marquée par un important bombement topographique situé dans la partie centrale (centre-sud) de la section. Ce secteur est bien drainé et les affleurements rocheux sont fréquents.

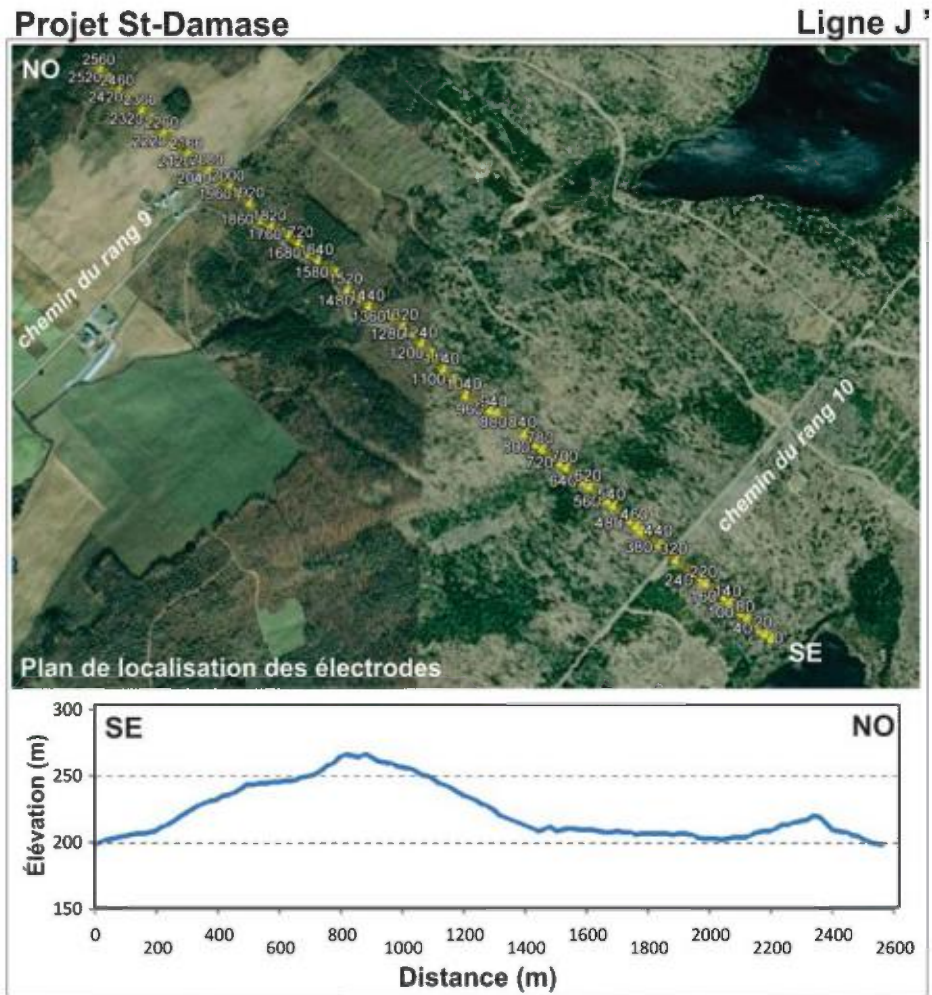


Figure 47. Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne J' et profil d'élévation.

Données de résistivité électrique :

Le long de la section de la ligne J' les valeurs de résistivité électrique calculées varient de 13 à 4483 Ohm-m pour une moyenne de 352 Ohm-m (+/- 430). La variabilité des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de 5m (-5m) souligne la présence de matériaux généralement plus résistifs dans cette partie de la vallée (**Fig.48**). Dans le haut topographique l'alternance de hautes et basses valeurs de résistivité électrique reflète une alternance probable de bandes de grès-siltstones et de mudstones.

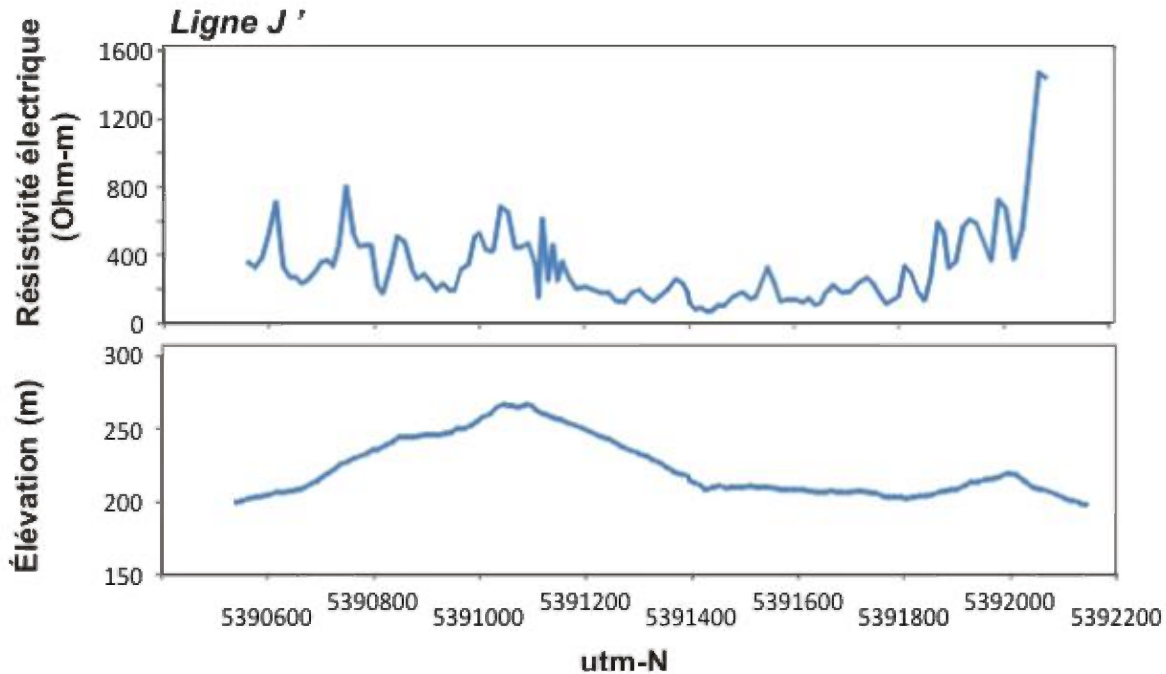


Figure 48. Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne J'.

La section J' (**Fig. 49**) montre, comme pour la section I, des valeurs plus résistives que pour les sections C à G'. Contrairement à la section I, la J' montre à l'extrémité NO de la section la présence de roches résistives de la Formation de St-Damase (III). En se dirigeant vers le SE, une unité géoélectrique avec une résistivité de l'ordre de 400 Ohm-m est présente (unité IV). Cette unité passe à une unité moins résistive (II) probablement constituée de mudstones. Le sommet de cette unité semble recouvert par une unité de roches plus résistives (I). Comme pour la section I, cette unité pourrait correspondre aux restes d'une ancienne nappe chevauchée au-dessus de l'unité de mudstone. En l'absence de forage dans ce secteur, une étude structurale détaillée pourrait expliquer l'origine de cette unité. Le début de la section J' (entre 0 et 340m) est marqué par la présence d'une unité très résistive que nous n'avons pas observé sur les autres sections géoélectriques (**Fig.49**). Elle témoigne de la présence de roches gréseuses au sud-est de l'unité de mudstone (II). L'anisotropie des données de résistivité électrique suggère un pendage

intermédiaire vers le sud-est. La section ne montre pas la présence de l'unité d'argilites conductrices observée dans le secteur ouest de la vallée.

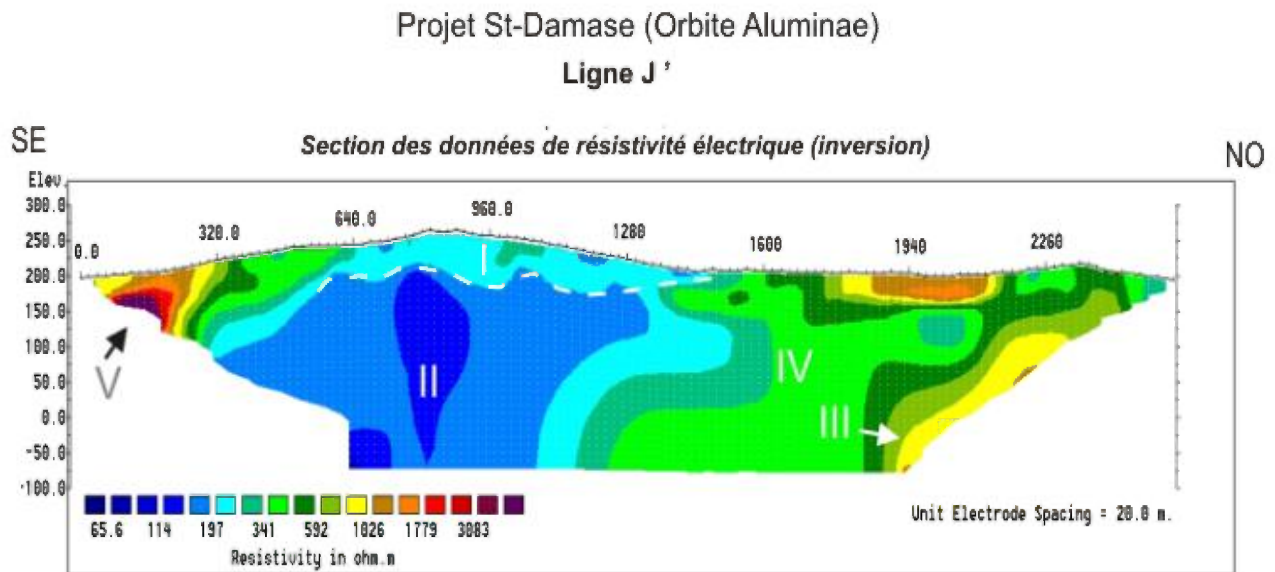


Figure 49. Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne J' de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae.

6.1.1.10 Ligne L:

La ligne L, située à l'extrémité est du périmètre du levé géophysique, débute à 260m au sud-est du chemin du rang 10 (**Fig. 50**) et suit un parcours forestier jusqu'à la fin de la ligne (2600m). Le long du dispositif, l'élévation varie de 197 à 256m et l'élévation moyenne est de 229m. Comme pour les lignes I et J', la ligne L est marquée par un bombement topographique situé dans le premier tiers de la section. Un second bombement topographique est aussi observé entre 1400 et 2200m. La dépression topographique entre ces deux hauts altimétriques correspond à la décharge d'un lac situé à environ 300 m à l'est de la ligner L.

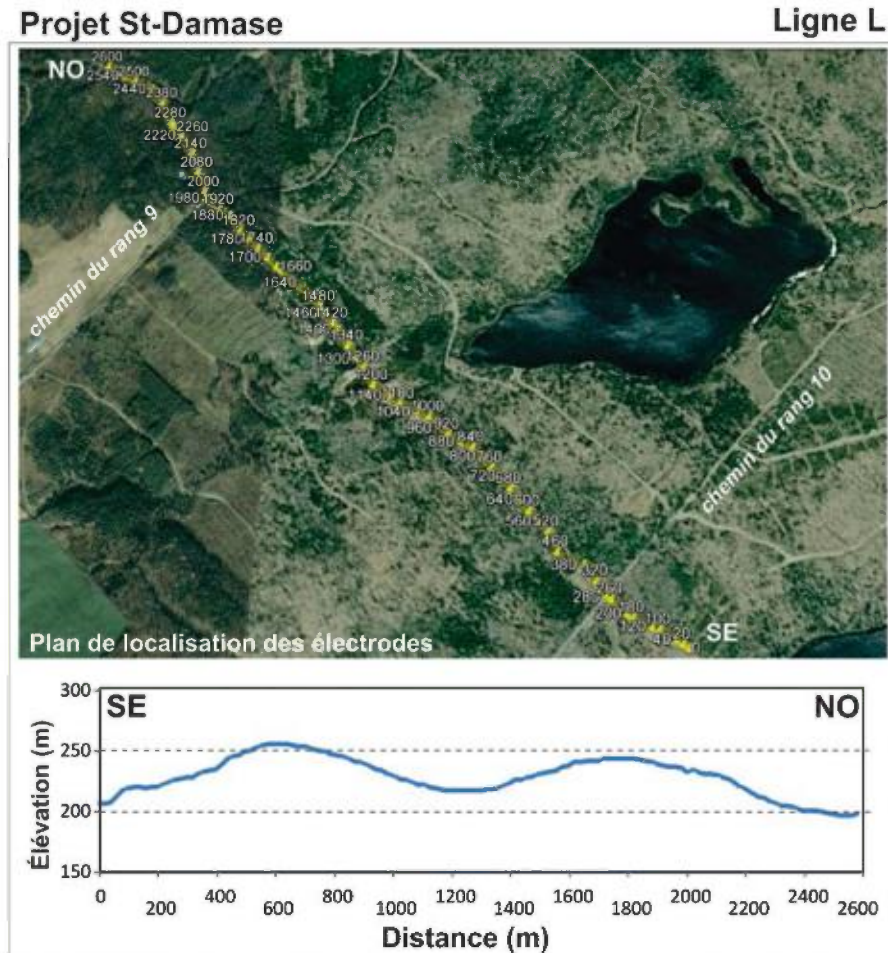


Figure 50. Plan de localisation des électrodes disposées le long de la ligne L et profil d'élévation.

Données de résistivité électrique :

Le long de la section de la ligne L les valeurs de résistivité électrique calculées varient de 4 à 10150 Ohm-m pour une moyenne de 487 Ohm-m (+/- 638). La variabilité des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de 5m (-5m) souligne la présence de matériaux plus résistifs dans cette partie de la vallée (**Fig.51**). Le sud-est et le nord-ouest de la section montrent la présence de roches électriquement très résistives. Ces zones résistives sont séparées par une unité moins résistives.

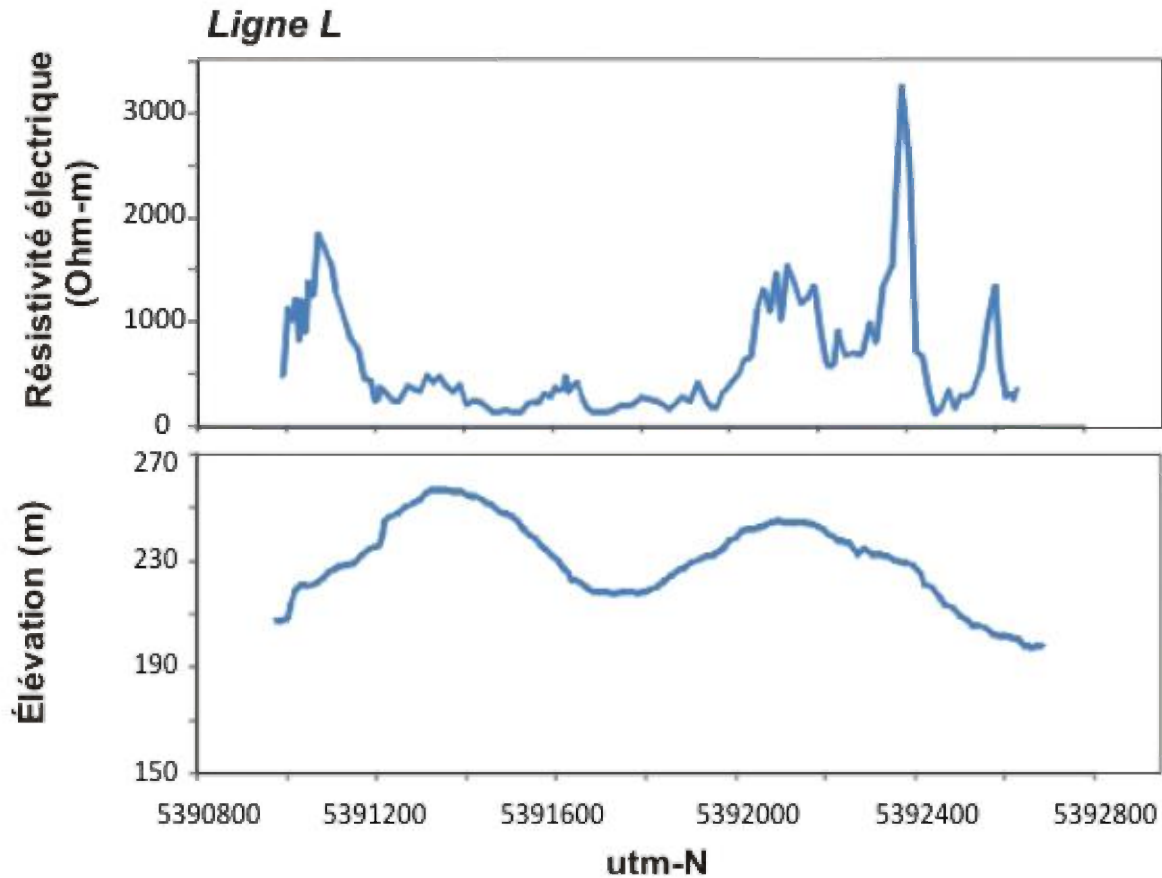


Figure 51. Profils des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de -5m et de l'élévation (en m) de la ligne L.

La section L (**Fig. 52**) montre, comme pour les sections I et J', des valeurs plus résistives par rapport aux valeurs observées dans la partie ouest de la vallée de St-Damase. Comme pour la section J', la section L suggère la présence probable des roches résistives de la Formation de St-Damase à l'extrémité NO de la ligne (**III**). Le contact de cette unité avec les roches de résistivité intermédiaire (unité **IV**) à un pendage d'environ 40° vers le sud-est. L'unité **IV** passe rapidement à une unité moins résistive (**II**) probablement constituée de mudstones. Comme pour la section précédente, le sommet de cette unité semble recouverte d'une unité de roches plus résistives (**I**). Le début de la section J' (entre 0 et 360m) est marqué par la présence d'unité très résistive (**V**) que nous avons observé au sud de la section J'. L'anisotropie des données de résistivité électrique dans cette partie de section suggère également un pendage intermédiaire vers le sud-est.

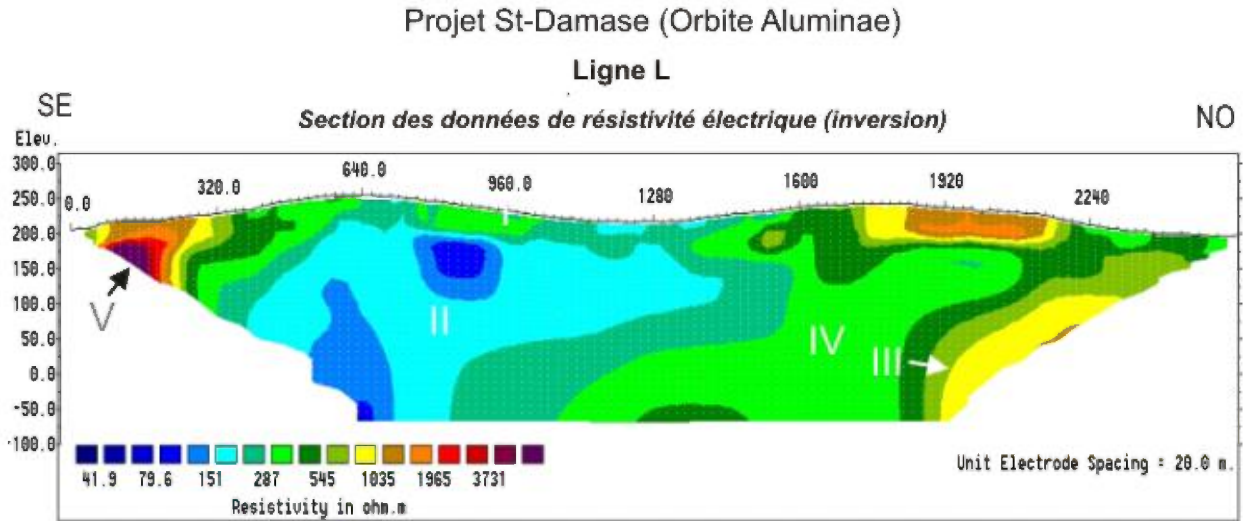


Figure 52. Section des données de résistivité électrique calculées suite à l'inversion des données de résistivité électrique apparente mesurées le long de la ligne L de la propriété St-Damase d'Orbite Aluminae.

6.1.2 Données de résistivité électrique en plan

Cette partie du rapport présente les résultats des calculs d'inversion des données de résistivité électrique pour des profondeurs de 5m, 25m, 50m, 150m et 200m. Ces cartes sont projetées en coordonnées UTM dans le système Nad83. Ces cartes sont présentées afin de fournir un outil pour optimiser les futurs travaux de forage dans la vallée de St-Damase.

6.1.2.1 Profondeurs de 5m et 25m :

Pour une profondeur de l'ordre de 5m, correspondante à la proche surface, les données de résistivité électrique de la vallée de St-Damase montrent une grande variabilité organisée en domaines reflétant les grandes caractéristiques géologiques de la région (**Fig.53**). Le domaine I correspond à la présence, vérifiée sur le terrain, des grès et conglomérats résistifs de la Formation de St-Damase. Le domaine II correspond à une bande de mudstones et shales rougeâtres communément observés sur les terres agricoles situées au sud du chemin du rang 9. Ce domaine se termine abruptement près de la ligne I. Le domaine III correspond à une unité géologique caractérisée par des valeurs de résistivité

électrique intermédiaires. Sur le terrain (ex. ligne E) nous avons observé une alternance de grès, siltstones et mudstones dans cette unité. Le domaine **IV** marque le passage abrupt vers un domaine géologique dominé par les mudstones et les shales. Ce domaine caractérise les parties centre et sud des sections C, D, E, F, G, G' et H. Le domaine **V** correspond à une unité très conductrice probablement associée à la présence d'argilites. Ce domaine devrait faire l'objet d'investigations par forage. Le domaine **VI**, observé à l'extrémité sud-est des lignes J' et L correspond à des unités gréseuses électriquement résistives. Le domaine **VII** correspond à une zone de mudstone qui semble recouverte d'une bande de roches plus résistives. La carte de la **figure 53** montre un fort contraste des valeurs de résistivité entre les parties S-O et N-E de la vallée. Le secteur des lignes J' et L est nettement plus résistif que celui des lignes C à H. Le secteur de la ligne I marque la zone de transition abrupte entre les 2 domaines.

La carte des valeurs de résistivité calculées pour une profondeur de 25 m (**Fig. 54**) montre essentiellement les mêmes domaines que pour une profondeur de 5m. La carte de 25m traduit nécessairement la signature du roc car l'épaisseur du mort terrain observé dans le secteur est généralement faible. Implicitement, l'impact de la couverture quaternaire sur les données de résistivité de la carte de 5m doit être minimal.

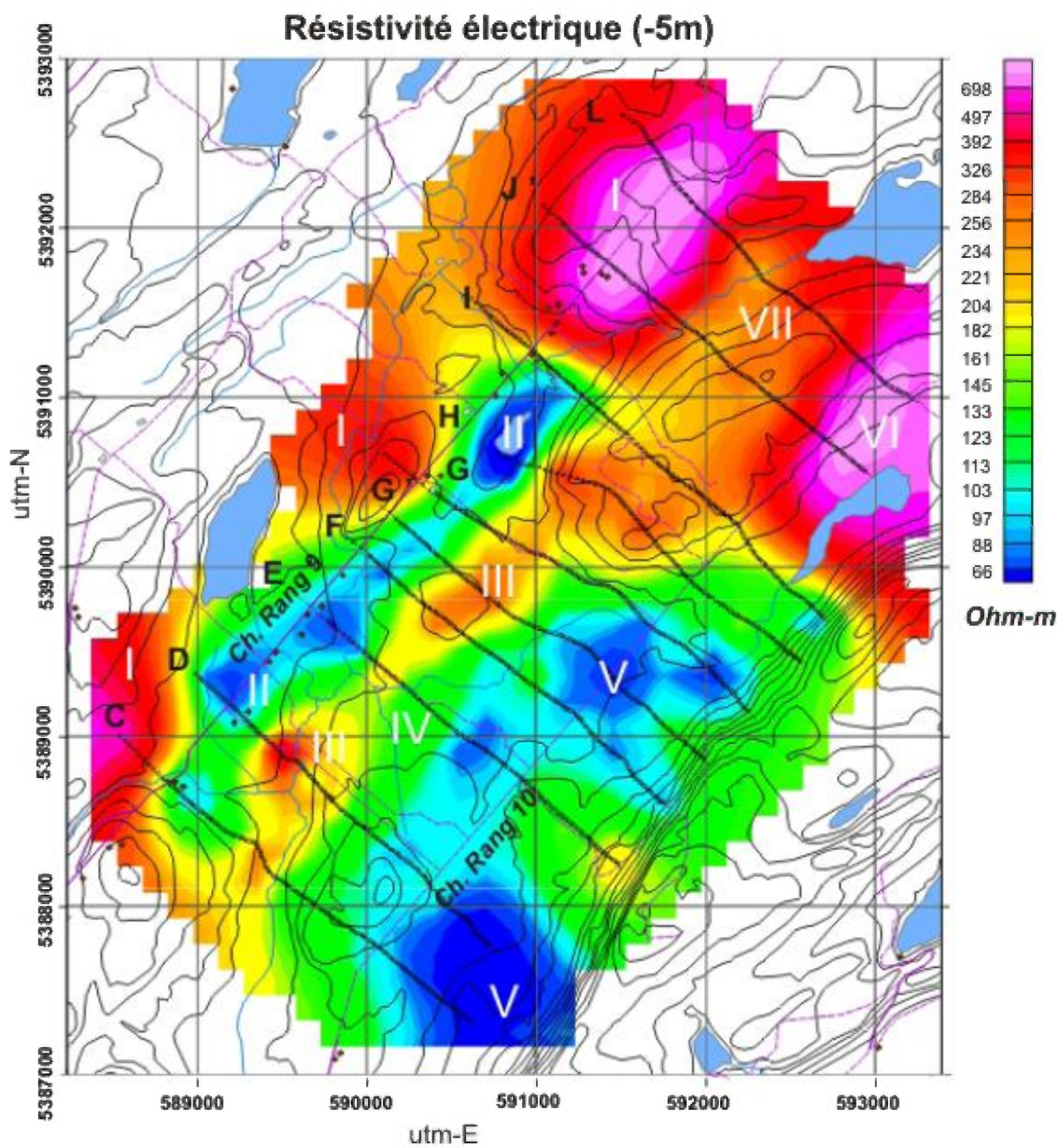


Figure 53. Carte des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de 5m. Valeurs interpolées par krigeage.

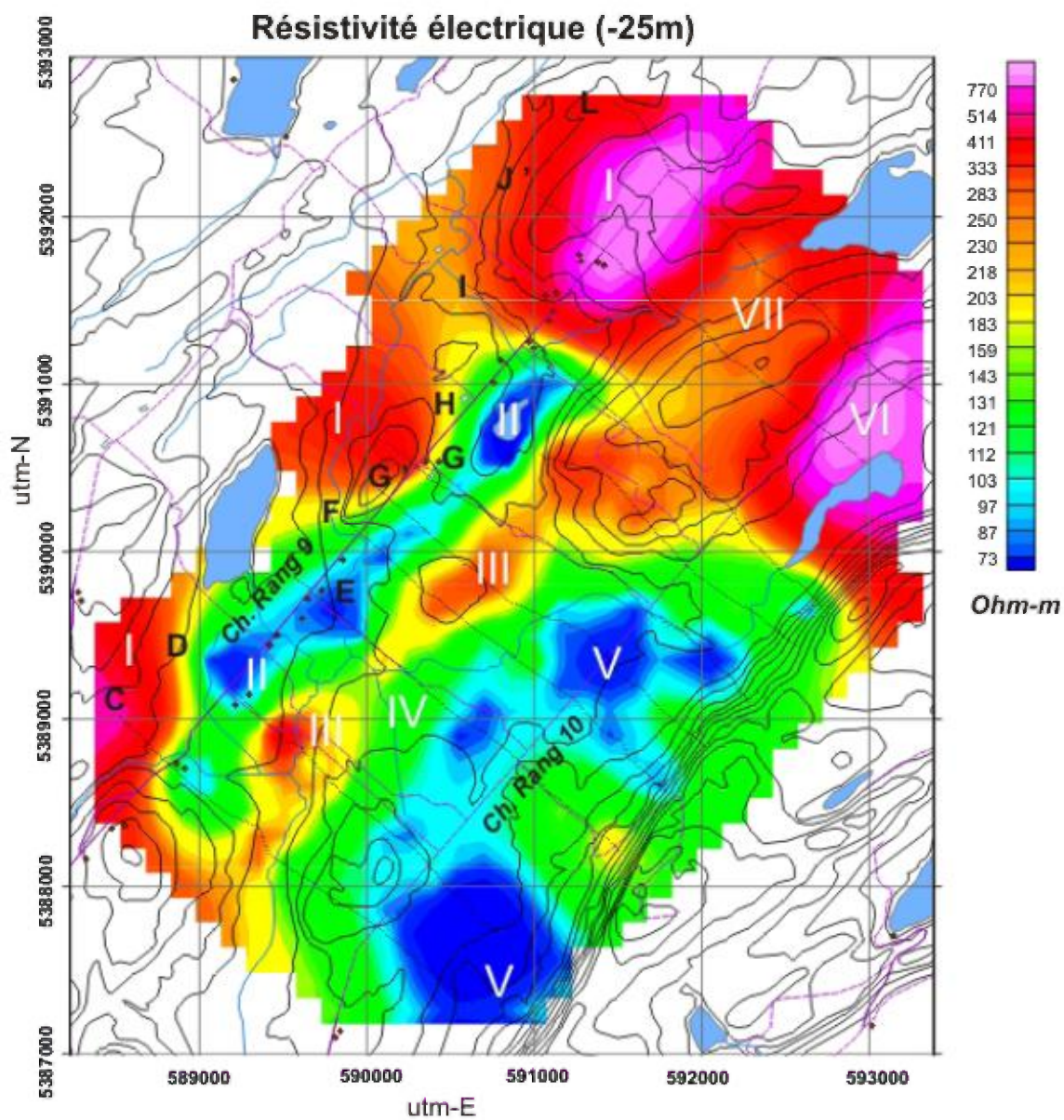


Figure 54. Carte des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de 25m. Valeurs interpolées par krigeage.

6.1.2.2 Profondeurs de 150m et 200m:

Pour des profondeurs de l'ordre de 150 et 200m, les données de résistivité électrique de la vallée de St-Damase montrent également une grande variabilité organisée en domaines reflétant comme pour les cartes de 5 et 25m les principales caractéristiques géologiques de la région (**Figures 55 et 56**). Globalement, pour ces plus grandes profondeurs la distribution des valeurs de résistivité électrique devient plus régulière. Le domaine **II** disparaît et la signature résistive de la Formation de St-Damase est particulièrement bien marquée dans la partie nord de la carte (**Figures 55 et 56**). L'anomalie **V** correspondant vraisemblablement à des argilites conductrices est bien définie dans le secteur des lignes C, D et E. Malgré une plus grande profondeur d'investigation, les valeurs de résistivité électrique demeurent plus élevées dans la partie centrale des lignes J' et L par rapport aux autres sections (C à G). Ceci pourrait s'expliquer par l'observation de niveaux structuraux différents de part et d'autre de la ligne H.

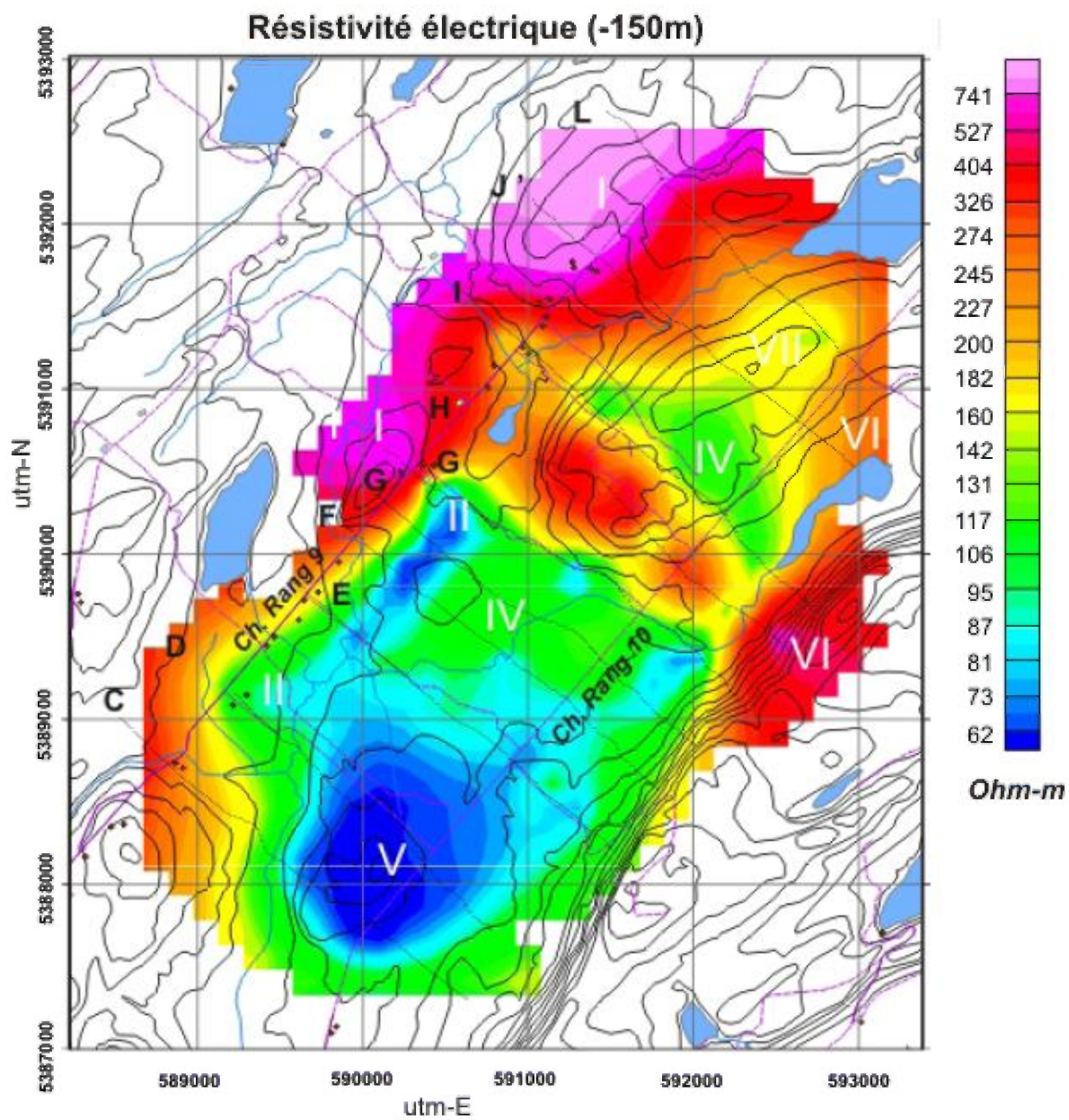


Figure 55. Carte des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de 150m. Valeurs interpolées par krigeage.

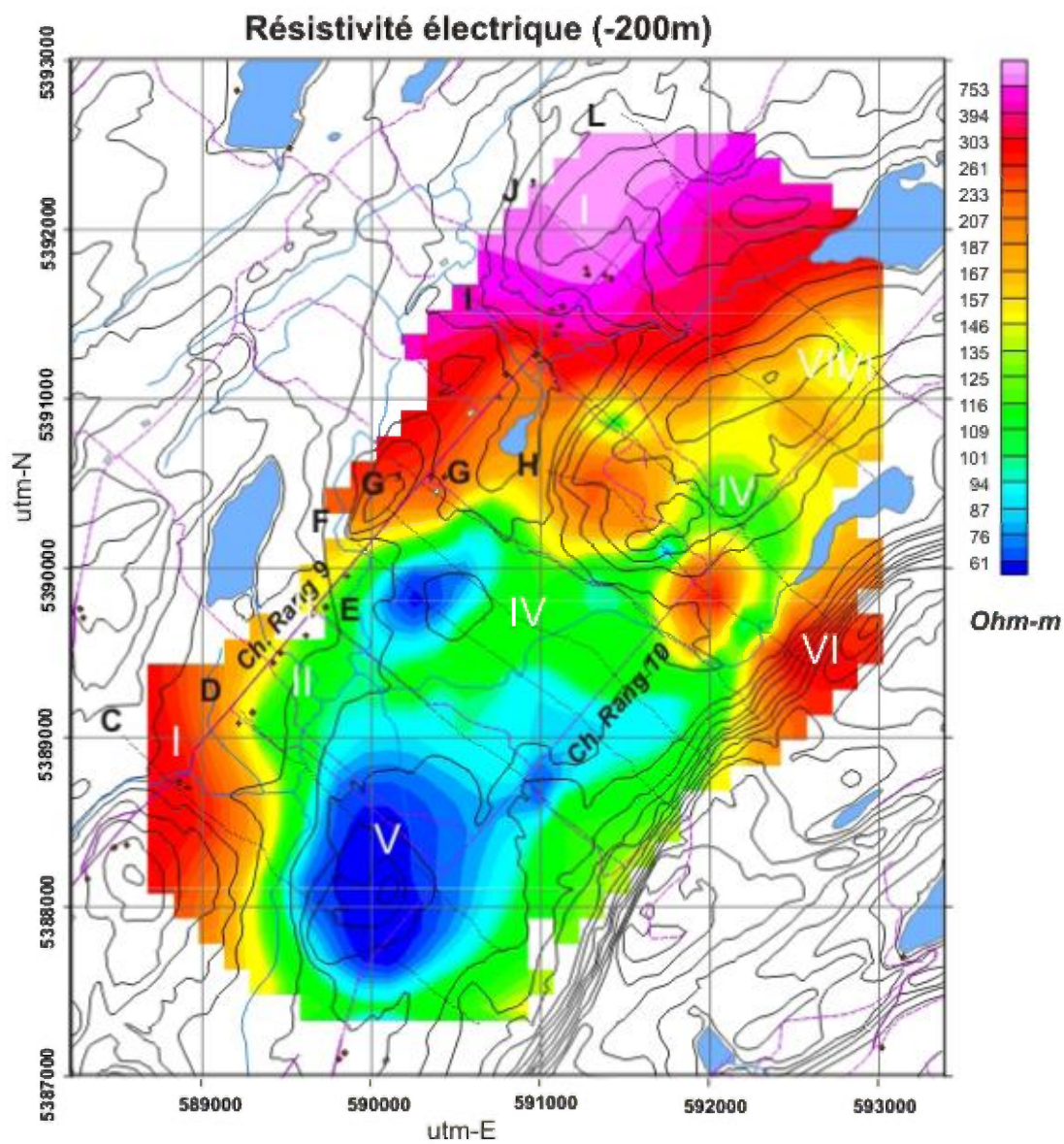


Figure 56. Carte des valeurs de résistivité électrique calculées pour une profondeur de 200m. Valeurs interpolées par krigage.

6.2 LEVÉ AUDIOMAGNÉTOTELLURIQUE

Contemporainement au levé de tomographie géoélectrique réalisé pour Orbite Aluminae, l'INRS a réalisé un levé audiomagnétotellurique afin de vérifier l'utilité de cette méthode géophysique en terrain sédimentaire appalachien. Ces données de l'INRS sont présentées dans ce rapport afin d'améliorer l'interprétation géologique.

Tout comme les méthodes de type ERT, la méthode audiomagnétotellurique permet l'obtention de sections de valeurs de résistivité électrique calculées. Le principe de quantification des valeurs de résistivité électrique est toutefois différente ce qui nécessite quelques explications. De plus la résolution de ce type de levé entre 0 et 300m n'est pas aussi élevée que pour la tomographie géoélectrique réalisée à l'aide du système Terrameter LS. D'un autre côté, les levés de type AMT sont très pénétratifs et des profondeurs de l'ordre de 1500m peuvent facilement être investiguées.

6.2.1 Méthode magnétotellurique

La méthode magnétotellurique (MT) a été développée dans les années 1950 parallèlement par Tikhonov (1950) et Cagniard (1953). Il s'agit d'une méthode géophysique électromagnétique passive qui permet d'obtenir des informations sur la distribution des conductivités électriques des roches, depuis la surface jusqu'à des dizaines de kilomètres (voire jusqu'à 150 km selon certaines études ayant porté sur la lithosphère). Cette méthode est employée pour la prospection pétrolière, minière, géothermique et hydrogéologique. La méthode est basée sur les rapports entre les champs électrique et magnétique terrestres dont les sources principales sont les fluctuations naturelles du champ magnétique terrestre s'étalant sur un large spectre de fréquences.

L'énergie électromagnétique naturelle provient de deux sources principales :

- Les vents solaires qui induisent des courants de particules chargées dans l'ionosphère. La fréquence du signal est comprise entre 0,001 Hz et 1 Hz. C'est cette gamme de fréquences qui est utilisée en MT classique.
- L'activité orageuse lointaine dont la fréquence est comprise entre 1 Hz et 20 Hz. Cette gamme de fréquences est utilisée en audiomagnétotellurique (AMT).

La variation temporelle du champ magnétique terrestre induit des courants électriques dans les roches terrestres naturellement conductrices, appelés courants telluriques. Les variations de ces derniers vont engendrer à leur tour un autre champ magnétique, appelé champ magnétique secondaire. Le principe général des méthodes MT consiste à mesurer

simultanément les variations temporelles du champ magnétique et du champ électrique. Si on considère une onde plane dans le plan horizontal (x-y), la résistivité électrique apparente est donnée par (Cagniard, 1953) :

$$\rho_a = \frac{1}{\omega\mu_0} |Z(\omega)|^2$$

Où, ω est la fréquence angulaire, μ_0 est la susceptibilité magnétique. $Z(\omega)$ est l'impédance définie comme le rapport des modules des transformées de Fourier des composantes orthogonales des champs électrique et magnétique :

$$Z = \frac{E_x}{H_y} = \frac{E_y}{H_x}$$

Pour un milieu stratifié horizontalement dans lequel la résistivité varie avec la profondeur, la formule précédente permet de calculer une résistivité apparente pour différentes fréquences. D'une manière générale, le traitement complet des données MT consiste à calculer le tenseur d'impédance (Z), constitué de 4 nombres complexes et qui relie les composantes des champs électrique (E) et magnétique (H) pour une fréquence angulaire donnée :

$$\begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{xx} & Z_{xy} \\ Z_{yx} & Z_{yy} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} H_x \\ H_y \end{bmatrix}$$

Dans ce cas, la résistivité apparente se calcule comme suit :

$$\rho_{xy} = \frac{1}{\omega\mu_0} |Z_{xy}(\omega)|^2 \quad \text{et} \quad \rho_{yx} = \frac{1}{\omega\mu_0} |Z_{yx}(\omega)|^2$$

Le tenseur contient toutes les informations nécessaires à l'interprétation en une, deux ou trois dimensions, consistant à déterminer la distribution en profondeur de la résistivité électrique.

La profondeur de pénétration (z) augmente lorsque la fréquence diminue :

$$z = 356 \sqrt{\frac{\rho_a}{f}} \quad (\text{mètres})$$

où z est la profondeur de pénétration en mètres, ρ_a la résistivité apparente en $\Omega\text{-m}$ et f la fréquence en hertz. La profondeur d'investigation n'est pas égale à la profondeur de pénétration mais constitue dans les cas simples, une bonne approximation.

Les résultats des levés MT se présentent habituellement sous forme de résistivité apparente et de phase, définies à partir de l'impédance.

La phase ϕ_{xy} de l'impédance (en mrad) décrit le déphasage entre le champ électrique et magnétique :

$$\phi_{xy} = \text{Phase}(Z_{xy}) = 1000 \cdot \arctan \left[\frac{\text{imag}(Z_{xy})}{\text{real}(Z_{xy})} \right]$$

La phase de l'impédance est reliée au changement de la résistivité apparente en fonction de la fréquence :

$$\phi = 1000 \frac{\pi}{4} \left[1 + \frac{d \log(\rho)}{d \log(f)} \right]$$

Les paramètres du tenseur d'impédance sont calculés à l'aide de l'algorithme NSSKEW développé par Zonge. Les données sont produites sous forme de fichiers csv.

6.2.2 Instrumentation

L'appareil d'acquisition utilisé pour le levé est un récepteur Zonge GDP-32/II portatif à usage multiple de 16 bits, comportant 10 canaux et contrôlé par un micro-processeur (**Fig. 57**). Il a été utilisé en association avec un conditionneur de signal SC-8 externe, utilisé en mode de gain, qui sert à réguler l'amplitude du signal.

Des électrodes de céramique poreuse Cu-CuSO_4 , ont été utilisées pour mesurer le champ électrique. Les électrodes étaient branchées au récepteur à l'aide d'un fil électrique de 14 brins. Les mesures du champ magnétique ont été effectuées à l'aide d'un récepteur magnétique (antenne) Zonge ANT/6 (numéro de série : 1876). Un appareil GPS Garmin CS-62 a été utilisé pour la localisation des stations de mesure.

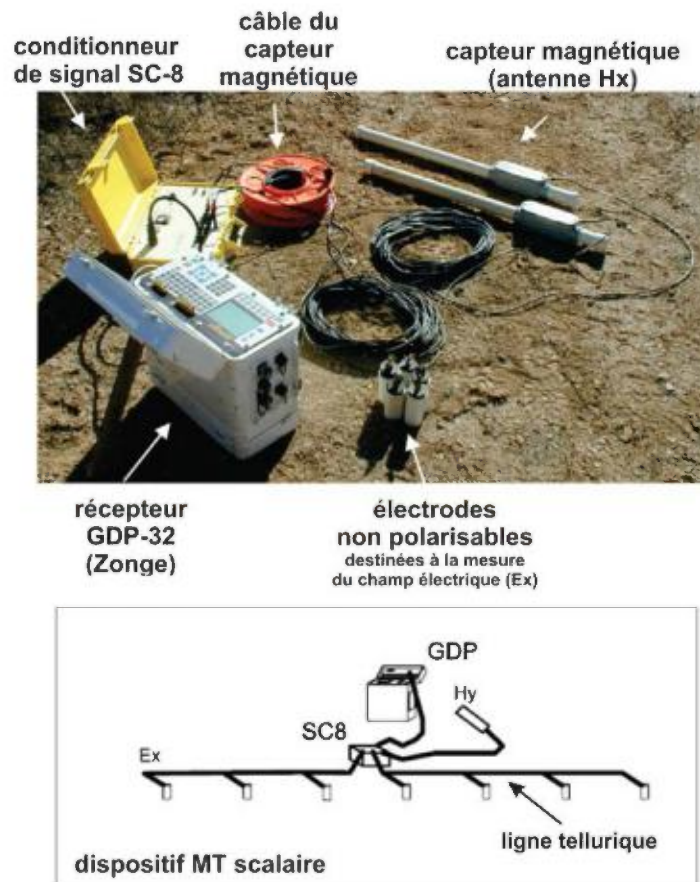


Figure 57. Instruments utilisés pour le levé AMT à St-Damase.

6.2.3. Dispositif utilisé pour le levé AMT (NSAMT)

Le dispositif utilisé pour dans le cadre de ce levé comportait deux lignes telluriques d'une longueur de 200 m chacune, disposées de part et d'autre du récepteur GDP32/II (**Fig. 58**). Quatre groupes d'électrodes non polarisables, réparties à des intervalles réguliers de 50 m, ont été reliées entre elles par chaque ligne tellurique. Les électrodes ont été enfoncées dans le sol sur une profondeur d'environ 15 cm. Les mesures ont été effectuées en série à l'aide de 8 groupes d'électrodes installées à la fois (8 Ex), le récepteur magnétique (Hy) étant situé au milieu de la séquence d'acquisition. Le récepteur magnétique était orienté perpendiculairement à la ligne tellurique. Chaque séquence de mesures, ou station d'échantillonnage, s'étale ainsi sur 400 m de longueur. Les positions de chaque électrode et du récepteur de chaque station de mesure ont toutes été localisées à l'aide d'un appareil GPS Garmin CS-62.

Une fois le dispositif installé, on procède à l'acquisition des données AMT pour trois bandes de fréquences, élevées (384 à 8192 Hz), intermédiaires (48 à 1024 Hz) et basses (3 à 64 Hz). L'acquisition des données dure environ 45 minutes. Puis, le dispositif est déplacé 400 m plus loin, le long de la section, de façon à ce que la première électrode du dispositif soit située à l'endroit même où était placée la dernière électrode du dispositif précédent.

Rappelons que la méthode AMT repose sur la mesure de l'impédance (Z), i.e. le ratio champ électrique/champ magnétique (ou $Z = E/H$). Les valeurs du champ électrique sont obtenues en mesurant la différence de potentiel entre les extrémités des électrodes enfoncées dans le sol et en divisant cette valeur par la longueur du dipôle. Le champ magnétique est mesuré à l'aide d'un récepteur magnétique, ou antenne, constitué d'une bobine de fil de mu-métal¹. Avant d'être enregistrés par le récepteur Zonge GDP32/II, les signaux électriques et magnétiques sont amplifiés par un conditionneur de signal Zonge

¹ Mu-métal : un alliage composé de 77% Ni, 16% Fe, 5% Cu et 2% Cr+Mo, ayant une très forte perméabilité magnétique.

SC8. Le processus est semblable à la conversion d'un signal analogique en signal digital.

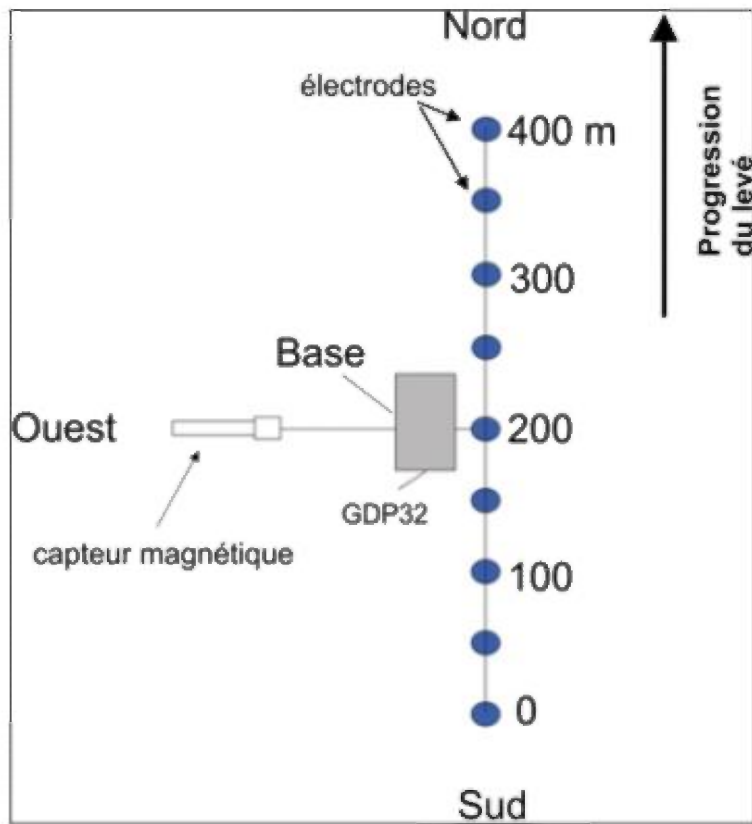


Figure 58. Dispositif AMT scalaire utilisé lors du levé dans la vallée de St-Damase

6.2.4 Résultats de levé audiomagnétotellurique (AMT)

Les résultats du levé AMT, réalisé le long de la ligne E, indiquent la présence d'une unité hautement résistive présente d'un bout à l'autre de la Vallée de St-Damase (**Fig. 59**). Comme en témoigne la présence d'affleurements de grès et conglomérats résistifs à l'extrémité NO de la section E, cette unité (**II**) devrait correspondre à la Formation de grès et de conglomérats de St-Damase. Cette dernière est sub-affleurante vers 2100m (position en x) et se retrouve vers le SE à plus de 600m de profondeur au pied des collines Chic-Chocs. Cette unité est surmontée probablement structurellement par une unité de roches sédimentaires très conductrices (**III**). Cette unité pourrait correspondre aux mudstones et shales de la Formation de l'Original. Le levé lithogéochimique d'Orbite Aluminae et les données du levé de tomographie géoélectrique (ERT) de la ligne E présentées dans ce rapport ne suggèrent pas la présence de roches de la Formation de l'Original près de la surface. Les résultats du levé AMT semblent corroborer cette hypothèse. Une bande de roches plus résistives et hétérogènes (**IV et V**) est présente au dessus de l'unité faiblement résistive **III**. Cette unité montre l'alternance de bandes hautement résistives (**IV**) et de bandes de résistivités intermédiaires (**V**). Comme en témoignent les observations géologiques faites le long de cette ligne (ex. secteur du pont de la rivière Blanche) cette variabilité s'expliquerait par l'alternance de bandes dominées par des grès-siltstone et d'autres par des mudstones. Cette unité pourrait correspondre à la Formation de Rivière-du-Loup. Dans l'hypothèse où l'unité géoélectrique **III** correspond à la Formation de l'Original, des argilites alumineuses pourraient être présentes en subsurface le long du chemin du rang 9 (**Fig. 59**). Ceci est compatible avec la présence de mudstones et shales suggérée pour expliquer les caractéristiques du domaine **II** sur les cartes tomographiques (ERT) des profondeurs de 5 et 25m (**Figures 53 et 54**).

Ligne E (St-Damase)
Levé audiomagnétotellurique (AMT)

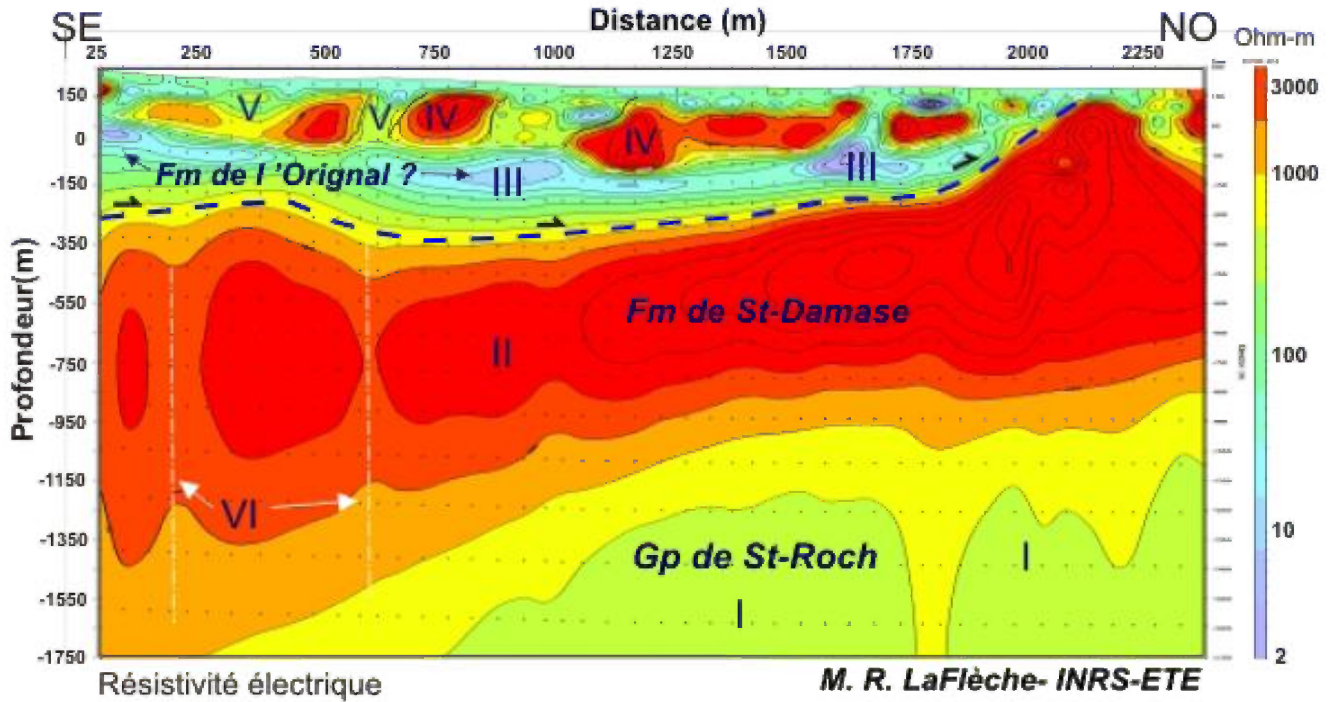


Figure 59. Section des données de résistivité électrique inversées provenant du levé audiomagnétotellurique réalisée le long de la ligne E (St-Damase).

7. DISCUSSION ET CONCLUSION

Le levé d'imagerie tomographique géoélectrique (ERT), réalisé dans la vallée de St-Damase pour Orbite Aluminae, avait pour principal objectif de détecter la présence d'argilites alumineuses de la Formation de l'Original. Ces argilites riches en kaolinite sont reconnues en Gaspésie pour être très peu résistives (haute conductivité électrique) (**LaFlèche et al., 2010**).

Le levé d'imagerie tomographique a été réalisé à l'aide du système Terrameter LS de ABEM (Suède). Des dispositifs de 1600m (en 4 sections de 400m) ont été déployés avec des électrodes espacées de 20m. Pour la réalisation de ce levé, le protocole dipôle-dipôle a été principalement utilisé. Les lignes, orientées perpendiculairement au grain tectonique appalachien, débutent au pied des collines Chic-Chocs et s'étendent sur quelques kilomètres en direction du nord-ouest.

Les données de résistivité électrique calculées présentées en sections ou en plans reflètent bien les principales caractéristiques géologiques de la vallée de St-Damase. Une unité géoélectrique très résistive est présente à l'extrémité NO des sections et correspond à la Formation de St-Damase constituée de grès et de conglomérats polymictes. Cette unité est suivie vers le sud par une bande de mudstones et shales rougeâtres beaucoup moins résistifs affleurant en bordure du chemin du rang 9. Par la suite, une unité hétérogène et plus résistive (résistivité intermédiaire) correspondant à une unité mixte de grès, siltstones et mudstones est présente près de la rivière Blanche ainsi que dans la majeure partie de la vallée. En se dirigeant vers le SO, les unités deviennent rapidement moins résistives et correspondent sur le terrain à un milieu dominé par les mudstones et shales rougeâtres. La partie sud-ouest de la vallée montre la présence de domaines de faibles valeurs de résistivité électrique qui pourraient correspondre à des secteurs dominés par la présence d'argilites alumineuses conductrices et vraisemblablement reliées à la Formation de l'Original. Compte tenu de la

présence d'une fine couverture glaciaire d'épaisseur variable ces argilites pourraient ne pas avoir été échantillonnées lors des travaux de prospection lithogéochimique de sub-surface réalisés pour Orbite Aluminae dans ce secteur.

Le secteur de la ligne I correspond approximativement à la limite de deux blocs géologiques caractérisés par des valeurs de résistivité électrique contrastées. Le bloc sud-ouest qui regroupe les lignes C à G est caractérisé par de faibles valeurs de résistivité électrique (surtout dans la partie centrale des lignes) par rapport au bloc nord-est caractérisé par de hautes valeurs de résistivité électrique. Compte tenu de l'importance du contraste et de la nature abrupte du changement des valeurs de résistivité électrique observées, Il est probable qu'une faille orientée perpendiculairement au grain tectonique appalachien ait affecté ce secteur. Une façon simple d'expliquer les contrastes de résistivité observés du sud-ouest vers le nord-est serait de faire intervenir des niveaux structuraux de profondeurs variables. Dans un tel cas, les formations rocheuses du bloc nord-est refléteraient un niveau structural plus profond et réciproquement celles du sud-ouest un niveau moins profond. Cette hypothèse pourrait être vérifiée par gravimétrie en localisant la présence d'un haut gravimétrique dans le secteur du bloc nord-est. Aussi des mesures de maturation thermique de la matière organique contenue dans les roches sédimentaires et ou une étude minéralogique détaillée des assemblages de minéraux argileux (diffraction-X) pourraient valider cette interprétation.

Les données et l'imagerie géoélectrique de la section audiomagnétotellurique (ligne E) semblent corroborer l'interprétation des données provenant du levé ERT. Compte tenu de sa forte pénétration verticale, la méthode AMT permet en plus de préciser les relations entre les différentes formations géologiques observées dans la région de St-Damase. La Formation électriquement résistive de St-Damase peut être suivie d'un bout à l'autre de la Vallée. Cette dernière est sub-affleurante au nord du chemin du rang 9 et se retrouve à plus de 600m de profondeur au pied des collines Chic-Chocs. Cette unité est surmontée par une

bande électriquement conductrice qui devrait correspondre à la Formation de l'Original qui est la principale cible d'exploration d'Orbite Aluminae dans les Appalaches.

Pour optimiser les travaux d'exploration dans la région de St-Damase, nous suggérons de porter une attention particulière au secteur sud-ouest du périmètre du levé géophysique (lignes C et D) car des argilites alumineuses pourraient être présentes sous les dépôts quaternaires. Ces roches alumineuses sont présentes dans d'autres secteurs comme dans la partie sud de la ligne G (vérifié par excavation ; **Roy, 2013**). Les premiers 500m de la section tomographique de la ligne G indiquent la présence de matériaux très conducteurs qui suggère une bonne continuité de la zone d'argilites alumineuses. Des sondages peu profonds pourraient être implantés du côté sud du chemin du rang 9 le long du domaine II (**figures 53 et 54**) caractérisé par de faibles valeurs de résistivité électrique. Selon l'imagerie AMT présentée à la **figure 59** il est hautement probable que les roches de la Formation de l'Original soient présentes dans cette partie de la vallée.

8. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Gagnon, J., Lavoie, D et Tremblay, A., 2000. Tectonostratigraphie de la région de Rivière-du-Loup, Zone de Humber externe, Québec. Commission géologique du Canada, Recherches en cours 2000-D11.

LaFlèche, M.R., Aznar, J-C. et Boussicault, B., 2010. Rapport de la campagne de géophysique de la partie est de la propriété Grande-Vallée, Gaspésie, Québec. Rapport INRS-ETE pour Orbite VSPA inc, 65 pages.

LaFlèche, M.R., Nzangou, O.S. et Monette, Y., 2006. Études géochimique, minéralogique et hydrométallurgique des argilites alumineuses de la propriété Grande-Vallée de Orbite VSPA. Institut National de la Recherche Scientifique, INRS Eau, Terre et Environnement. Rapport de recherche No R-909.

Nesbitt H. W. and Markovics G., 1997. Weathering of granodioritic crust, long-term storage of elements in weathering profiles, and petrogenesis of siliciclastic sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* 61, 1653–1670.

Nesbitt H. W. and Young G. M., 1989. Formation and diagenesis of weathering profiles. *J. Geol.* 97, 129–147.

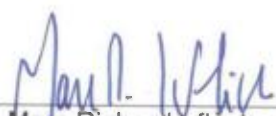
Roy, F., 2013. Exploration report on Orbite Aluminae Cap-Chat – Rimouski Property. Rapport d'Orbite Aluminae, 125 pages.

Slivitsky, A., St-Julien, P. et Lachambre, G., 1991. Synthèse géologique du Cambro-Ordovicien du nord de la Gaspésie (MRNQ-ET 88-14).

9. REMERCIMENTS

De nombreuses personnes ont participées de près ou de loin à la bonne marche des travaux et nous tenons à les remercier. D'abord nos remerciements vont au Dr Marc Fillion d'Orbite Aluminae et à M. Richard Boudreau (PDG d'Orbite Aluminae) pour nous avoir permis d'effectuer cette étude et pour en avoir assuré le financement. L'aide du géologue François Roy a été essentielle au bon déroulement de ce projet. Nous tenons à remercier Louis-François Rinfret, Gino Fontaine, Jean-François Boily et Luc Bélanger pour l'assistance technique sur le terrain. Nordine Bouzid géophysicien sénior de *Zonge International* a contribué à l'interprétation des données audiomagnétotelluriques. Nous remercions le Dr Alex Kaminsky de *Zond Geophysical Software* (St-Pétersbourg, Russie) pour avoir modifié son logiciel ZondRes2D pour satisfaire à nos besoins pour de longs dispositifs tomographiques.

Complété à Québec, le 11 novembre 2013.



Marc Richer-Lafleche, géo.
No. permis : 1055