

GM 65085

LEVES D'INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE PROMIS-10 ET GEM-2, GITE DE SILICE DE LA PROPRIETE ST-URBAIN

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 

**Levés d'induction électromagnétique
Promis-10 et GEM-2**

Gîte de silice de la propriété St-Urbain

détenue par

GRUPE GÉTHÉ inc.

GM 65085

rapport préparé par :

Geneviève Camiré, géo

et

Marc Richer - LaFlèche, géo, INRS-ETE

REÇU AU MRNF

21 MAI 2010

Direction du développement minéral

Ressources naturelles et Faune, Québec

07 JUL. 2010

DIR. INFORM. GÉOL.

**MRNFP - SECTEUR DES MINES
REÇU LE**

Mai 2010

19 MAI 2010

Bureau régional - Montréal

1023660

SOMMAIRE

Ce rapport présente les résultats de levés géophysiques effectués, à la fin mars et au début avril 2010, dans le secteur du gîte de silice de la propriété St-Urbain, détenue par Groupe Géthé inc. et située dans la Z.E.C. des Martres au nord de la municipalité de St-Urbain. Le gîte est contenu dans une unité géologique siliceuse, constituée d'une alternance de bandes de quartzites blanches et de quartzites rougeâtres, faisant partie d'un ensemble de roches supracrustales métamorphisées au faciès des granulites de la province géologique du Grenville.

La propriété est située dans une zone forestière et montagneuse. Aucun réseau de lignes coupées n'y est présent, de sorte que les levés ont été réalisés le long des chemins et des sentiers accessibles ainsi que dans les éclaircies correspondant à des zones décapées, où sont exposées des affleurements de quartzite. Deux levés d'induction électromagnétique en domaine de fréquence, un levé Promis-10 et un levé GEM2, ont été effectués sur une surface enneigée. Dans les conditions printanières au cours desquelles ont été effectués les levés et étant donné l'importante couverture de neige, le levé Promis-10 à forte pénétration (75m à 125m de profondeur), s'est avéré plus efficace que le levé GEM-2 à faible pénétration (moins de 20m de profondeur) mais à très haute résolution spatiale (sub-métrique).

Les levés effectués visaient à détecter la présence d'horizons fortement conducteurs, qui auraient pu être causés par la présence de graphite ou de sulfures et à documenter les variations de conductivité électrique des sols, des tills et des roches d'une partie de la propriété St-Urbain.

Le levé Promis-10 a permis de localiser une bande de roches résistives semblant correspondre à l'unité de quartzite blanche et massive, la plus intéressante à exploiter. Notons toutefois qu'une grande partie des contrastes de conductivité électrique observés résultent vraisemblablement de la présence ou non d'eau infiltrée dans les roches et les sédiments quaternaires sus-jacents. Le levé GEM2 a permis de corroborer, de façon générale, les résultats du levé Promis-10, bien qu'il se soit avéré moins probant, puisque que la profondeur de pénétration des signaux transmis semble plus limitée à la couverture de neige et au sol gelé. Malgré sa forte pénétration verticale, le levé Promis-10 n'a pas permis de détecter des conducteurs plus forts, qui auraient pu résulter de la présence de minéralisations sulfurées semi-massives ou d'horizons de graphite. Les levés auraient pu être plus complets et comporter plus de mesures si un réseau de lignes coupées avait été présent. Une meilleure couverture, réalisée en saison estivale, aurait aussi facilité l'interprétation des résultats.

2007).

- 4 Conditions d'enneigement lors de la réalisation des levés géophysiques du printemps 2010. (A) Entrée de la Z.E.C. des Martres. (B) Colline bordant la partie ouest de l'unité de quartzite. 10
- 5 Variation de la pénétration verticale (volume d'intégration) en fonction de la fréquence d'induction électromagnétique des systèmes électromagnétiques en domaine de fréquence de type Promis10 et GEM2. Notez que les basses fréquences sont beaucoup plus pénétratives que les hautes fréquences. 11
- 6 Dispositif d'induction électromagnétique avec boucles d'émission (émetteur : Tx) et de réception (récepteur : Rx) montrant le processus de pénétration du champ électromagnétique dans le sol et la génération de courants et champs magnétiques secondaires enregistrés par le récepteur. 12
- 7 Système d'induction électromagnétique Promis-10 de Iris Instruments (Photo : Iris Instruments). 14
- 8 Principales constituantes de l'émetteur et console du récepteur du système Promis-10. 14
- 9 Sonde d'induction électromagnétique GEM-2 multifréquences, couplée à un système de positionnement DGPS submétrique. 15
- 10 Lac de la Tour, propriété St-Urbain. Le lac se draine vers le sud dans le secteur des sections 1 à 6. 16
- 11 Chemin d'accès menant au chemin du lac de la Tour (A) et au chemin du Nord (B) montrant la topographie de la zone étudiée et l'importance de la couverture de neige. 17
- 12 Plan de localisation des stations de mesure du levé Promis-10 avec espacement entre émetteur et récepteur de 100m («les sections principales»). 18
- 13 Plan de localisation des stations de mesure du levé Promis-10 avec espacement entre émetteur et récepteur de 20m («les sections secondaires perpendiculaires»). 19
- 14 Résistivité électrique apparente (en Ohm.m) en fonction de la distance parcourue le long du chemin du Nord et en fonction de fréquences variées (110 Hz : correspond à la plus basse fréquence et à la plus grande profondeur d'investigation; 56 320 Hz : correspond à la plus haute fréquence et à la plus faible profondeur). Avec l'augmentation de la profondeur, on note que les matériaux traversés sont de moins en moins résistifs et de plus en plus conducteurs. 21

- 15 Résistivité électrique apparente (en Ohm.m) en fonction de la distance parcourue le long du chemin du lac de la Tour et en fonction de fréquences variées (110 Hz : correspond à la plus basse fréquence et à la plus grande profondeur d'investigation; 56 320 Hz : correspond à la plus haute fréquence et à la plus faible profondeur). Résistivité électrique (en Ohm.m) en fonction de la distance parcourue le long du chemin du lac de la Tour et en fonction de fréquences variées (110 Hz : correspond aux plus hautes fréquences et aux plus faibles profondeurs; 56 320 Hz : correspond aux plus basses fréquences et aux plus grandes profondeurs). Les unités de la zone C sont plus résistives et vraisemblablement constituées par de la quartzite blanche, une unité lithologique caractérisée par une très faible porosité et une faible fracturation, moins susceptibles de laisser circuler l'eau que la quartzite rougeâtre. 23
- 16 Diagramme montrant la dispersion des valeurs de résistivité électrique apparente mesurées pour les différentes fréquences d'induction. Notez la présence de matériaux moyennement résistifs en sub-surface (montré par les plus hautes fréquences, 56 320 Hz par exemple) et très faiblement résistifs en profondeur (montré par les plus basses fréquences, 110 Hz par exemple). 24
- 17 Diagramme montrant la dispersion plutôt unimodale des mesures de résistivité électrique apparente effectuées sur le terrain avec le système Promis-10, suggérant que les unités lithologiques traversées sont peu contrastées. 25
- 18 Section 1, située à l'extrémité nord du chemin du lac de la Tour. Notez que les eaux de drainage du lac sont canalisées vers la dépression topographique située à environ 60m de l'extrémité est, une zone caractérisée par de faibles valeurs de résistivité électrique apparente. 26
- 19 Les fortes valeurs de résistivité électrique apparente obtenues dans la partie centrale (IV) de la section 2 suggèrent la présence de quartzite massive sous-jacente. 27
- 20 Section 3. Les fortes valeurs de résistivité électrique apparente obtenues dans la partie ouest de la section 3 (V) suggèrent la présence de quartzite massive sous-jacente. 28
- 21 Section 4. Les fortes valeurs de résistivité électrique apparente obtenues dans la partie ouest de la section 4 (VI) correspondent aux affleurements de quartzite blanche massive. 29
- 22 Section 5. Les fortes valeurs de résistivité électrique apparente suggèrent la présence de quartzite massive dans la zone située entre 80 et 110 m. 30
- 23 Section 6. Les fortes valeurs de résistivité électrique apparente suggèrent la présence de quartzite massive dans la partie centrale. 31

24	Section 7. Les fortes valeurs de résistivité électrique apparente suggèrent la présence de quartzite massive sous-jacente à la zone IX.	32
25	Section 8.	33
26	Section 9.	34
27	Localisation sur un plan de la zone résistive identifiée à l'aide du système Promis-10 le long du chemin du lac de la Tour. Cette zone résistive semble bien correspondre à la présence de quartzite blanche massive et peu fracturée sur le terrain.	35
28	Plan de localisation des stations de mesure du levé GEM-2.	38
29	A) Variation des valeurs de la composante en phase le long du chemin du lac de la Tour.	40
	B) Variation des valeurs de la conductivité électrique apparente le long du chemin du lac de la Tour.	41
	C) Variation des valeurs de susceptibilité magnétique le long du chemin du lac de la Tour.	42
30	A) Variation des valeurs de la composante en phase le long du chemin du Nord et du chemin d'accès.	43
	B) Variation des valeurs de la conductivité électrique apparente le long du chemin du Nord et du chemin d'accès.	44
	C) Variation des valeurs de susceptibilité magnétique le long du chemin du Nord et du chemin d'accès.	45
31	Conductivité électrique apparente interpolée par krigeage pour une fréquence d'induction électromagnétique de 510Hz.	47
32	Plan des mesures de conductivité électrique apparente interpolées par krigeage pour une fréquence d'induction électromagnétique de 3930Hz.	48
33	Plan des mesures de conductivité électrique apparente interpolées par krigeage pour une fréquence d'induction électromagnétique de 9810Hz.	49
34	Carte des valeurs de susceptibilité magnétique interpolées par krigeage pour une fréquence d'induction électromagnétique de 510Hz.	52

1. INTRODUCTION

1.1 TRAVAUX ET LOCALISATION

Le gîte de silice de la propriété St-Urbain, détenue par Groupe Géthé inc., est situé dans la province géologique de Grenville, dans la Z.E.C. des Martres au nord de la municipalité de St-Urbain (**figure 1**). Le gîte est contenu dans une unité géologique siliceuse, constituée d'une alternance de bandes de quartzites blanches et de quartzites rougeâtres, faisant partie d'un ensemble de roches supracrustales métamorphisées au faciès des granulites (**figures 2 et 3**).

La propriété est située dans une zone forestière. Elle est dépourvue d'un réseau de lignes coupées de sorte que les levés géophysiques, dont les résultats sont présentés dans ce rapport, ont été réalisés le long des chemins et des sentiers accessibles ainsi que dans les éclaircies correspondant localement à des zones décapées, où sont exposées des affleurements de quartzite.

Deux levés géophysiques d'induction électromagnétique en domaine fréquentiel ont été réalisés en mars et avril 2010 sur une surface enneigée (**figure 4**). Le premier levé, un levé Promis-10 à forte pénétration caractérisé par un espacement émetteur-récepteur (Tx-Rx) variant de 20m à 100m, a été effectué au cours d'une période de 5 jours par une équipe formée de Jean-François Boily, Yves Asselin et André Castonguay. Le second levé, un levé GEM2 à faible pénétration et à très haute résolution spatiale (sub-métrique), a été réalisé par Marc Richer-Laflèche en une journée. Chaque station de mesure a été localisée à l'aide d'un système GPS de résolution sub-métrique. L'altitude de la propriété varie de 950m à 1050m et celle-ci était recouverte d'une épaisse couche de neige au moment où les levés ont été réalisés.

Les levés effectués devaient permettre de détecter la présence probable d'horizons conducteurs, qui auraient pu être causés par la présence de graphite ou de sulfures semi-massifs, et de façon plus générale, de documenter les variations de conductivité électrique et de susceptibilité magnétique des substances minérales de surface (sols et tills) et des roches d'une partie de la propriété St-Urbain.

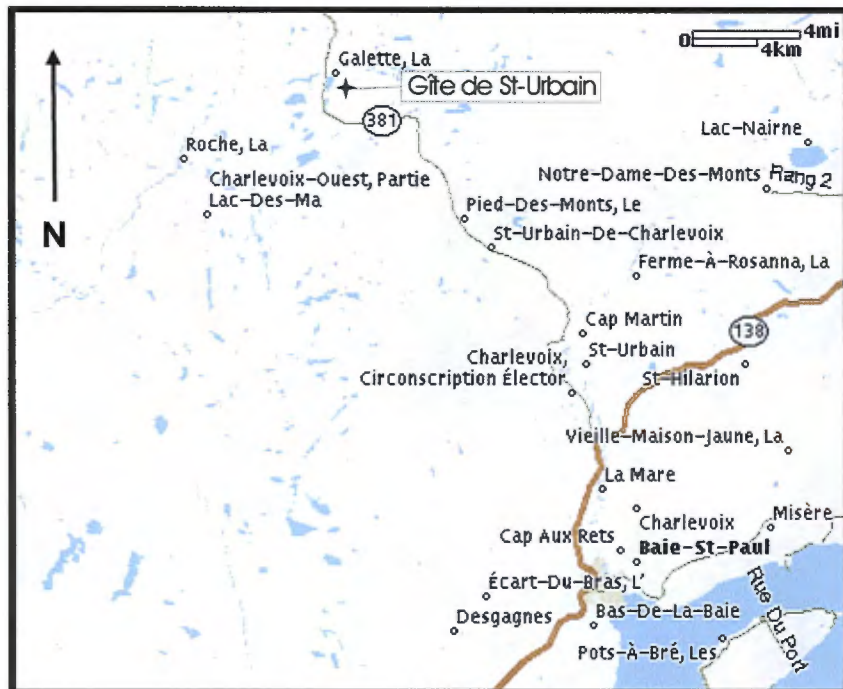


Figure 1. Localisation du gîte de silice de St-Urbain, au nord-ouest de la municipalité de St-Urbain.



Figure 2. (A) Chemin d'accès menant au gîte de la propriété St-Urbain et (B) zone principale d'exposition de la quartzite blanche (photos prises en 2004).



Figure 3. Exemples de quartzite rouge hématisée (A) et de quartzite blanche (B) typiques du gîte de silice de la propriété St-Urbain (photos prises en 2007).



Figure 4. Conditions d'enneigement lors de la réalisation des levés géophysiques du printemps 2010. **(A)** Entrée de la Z.E.C. des Martres. **(B)** Colline bordant la partie ouest de l'unité de quartzite.

1.2 MÉTHODOLOGIE

Les levés électromagnétiques (EM) sont principalement utilisés pour détecter et cartographier les variations de conductivité électrique dans les unités géologiques. Des applications environnementales sont aussi possibles, la technologie pouvant permettre, par exemple, d'établir des contrastes hydrogéologiques et d'identifier des zones contaminées.

Les levés EM sont de deux types : levé EM en domaine de fréquence et levé EM en domaine de temps. Les systèmes Promis 10 (Iris Instruments) et GEM2 (Geophex) utilisés sur la propriété St-Urbain permettent tous les deux d'effectuer des levés EM du premier type.

Dans le système GEM2, la distance entre l'émetteur et le récepteur est fixée à 1,67 m et la pénétration verticale du signal électromagnétique atteint au plus 25 m de profondeur (figure 5). Par contre, la distance entre l'émetteur et le récepteur du système Promis 10 peut atteindre 200m lorsque le dégagement sur le terrain le permet. Dans le cas présent, cette distance a été fixée à 100m le long de certaines sections et à 20m le long de certaines autres. La profondeur maximale de pénétration du signal électromagnétique correspond à environ 75% de la distance entre l'émetteur et le récepteur lorsque les unités rocheuses sont relativement conductrices et à 125% lorsque les unités sont plus résistives. Ainsi, la profondeur maximale d'investigation du présent levé a été maintenue entre 75 et 125 m.

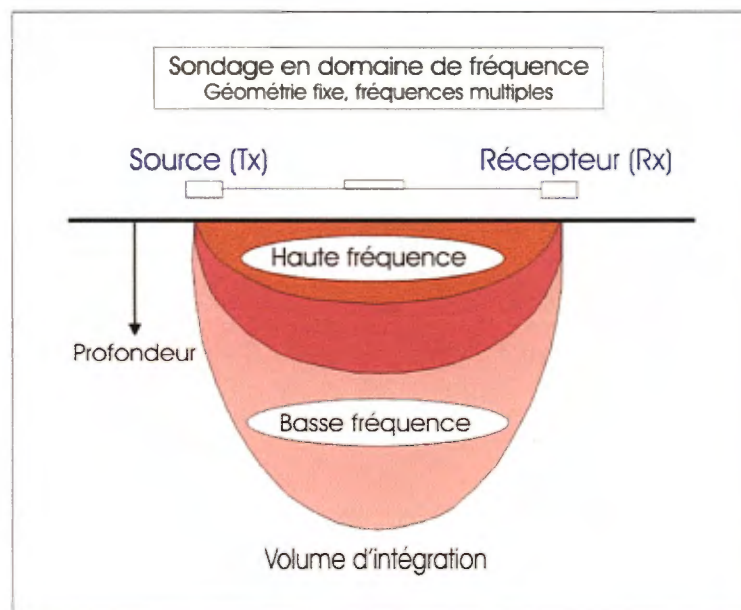


Figure 5. Variation de la pénétration verticale (volume d'intégration) en fonction de la fréquence d'induction électromagnétique des systèmes électromagnétiques en domaine de fréquence de type Promis10 et GEM2 . Notez que les basses fréquences sont beaucoup plus pénétratives que les hautes fréquences.

La fréquence du signal électromagnétique a une influence sur la pénétration verticale des levés EM en domaine de fréquence et ce sont les basses fréquences qui montrent la plus forte pénétration. La **figure 6** illustre la pénétration des ondes électromagnétiques dans un milieu isotrope. Dans un système EM classique, le champ électromagnétique oscillatoire émis par l'émetteur (Tx) provoque la formation de courants primaire (en phase) et secondaire (en quadrature) dont l'intensité sera enregistrée par le récepteur (Rx). En général, la composante en phase répond promptement aux fortes valeurs de susceptibilité magnétique des matériaux et à la présence de très forts conducteurs électriques comme des structures métalliques. Par contre, la composante en quadrature est fortement contrôlée par les variations de conductivité électrique dans les sols et dans les roches.

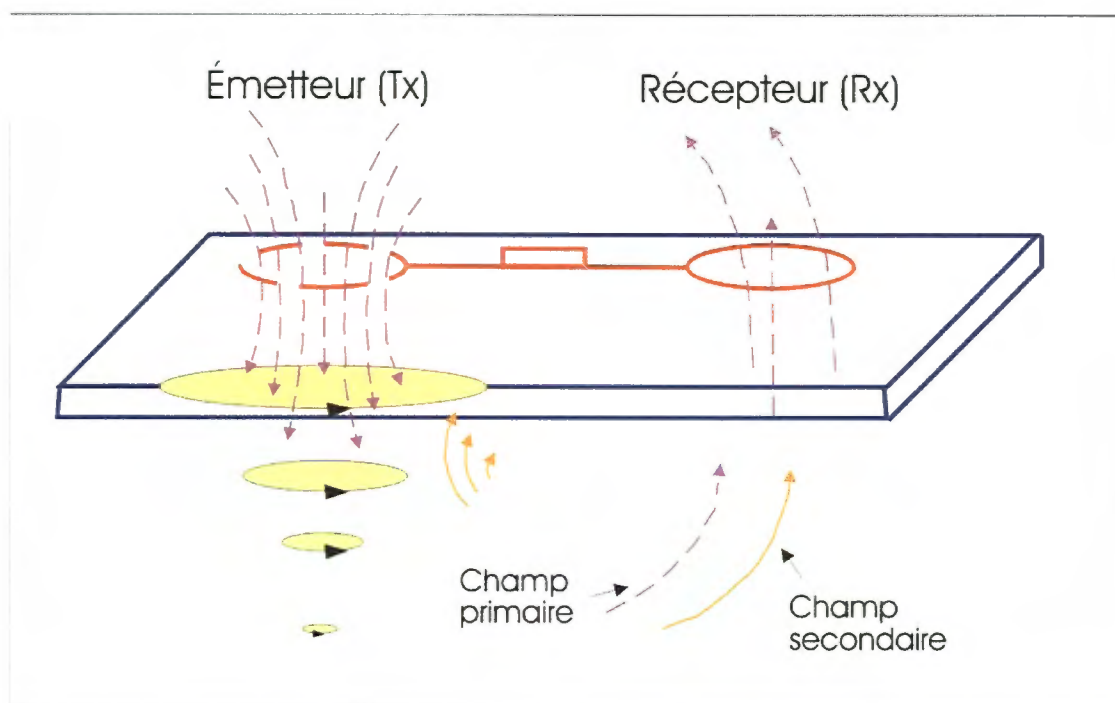


Figure 6. Dispositif d'induction électromagnétique avec boucles d'émission (émetteur Tx) et de réception (récepteur Rx) montrant le processus de pénétration du champ électromagnétique dans le sol et la génération de courants et champs magnétiques secondaires enregistrés par le récepteur.

Système Promis-10 (Iris Instruments)

Le système Promis-10 est une nouvelle technologie développée par Iris Instruments (France). Pour certains aspects, il ressemble à la technologie Max-Min développée par Apex Parametrics. Comparativement au système Max-Min 1-8, le Promis-10 permet l'induction d'un champ électromagnétique caractérisé par de hautes fréquences pouvant atteindre 28 160 Hz et 56 320 Hz en plus des fréquences plus usuelles de 110 Hz, 220 Hz, 440 Hz, 880 Hz, 1 760 Hz, 3 520 Hz, 7 040 Hz et 14 080 Hz. Ces hautes fréquences permettent l'investigation de la proche surface. De plus, une des caractéristiques propres

au système Promis-10 est la possibilité de mesurer les champs magnétiques secondaires selon 3 axes, x, y et z, ce qui permet la résolution de problèmes géométriques plus complexes.

Le moment magnétique est un indicateur de la puissance du champ magnétique généré par la bobine d'induction du système. Plus les fréquences utilisées sont basses, plus la valeur du moment magnétique sera élevée (voir tableau suivant) et plus grande sera la pénétration verticale, de sorte que le rapport signal / bruit de fonds obtenu sera meilleur et plus facile à interpréter.

<u>fréquence</u>	<u>moment magnétique</u>
110 Hz	253332 mA.m ²
220 Hz	250670 mA.m ²
440 Hz	245658 mA.m ²
880 Hz	237544 mA.m ²
1760 Hz	222995 mA.m ²
3520 Hz	157917 mA.m ²
7040 Hz	110471 mA.m ²
14080 Hz	59888 mA.m ²
28160 Hz	29951 mA.m ²
56320 Hz	14996 mA.m ²

L'émetteur du système Promis-10 peut être manipulé en position horizontale (**figures 7 et 8**) ou verticale. Dans le cas présent, le dispositif a été maintenu en position horizontale pour maximiser la profondeur d'investigation.

Système Promis-10 (Iris Instruments)



Figure 7. Système d'induction électromagnétique Promis-10 de Iris Instruments (Photo : Iris Instruments).

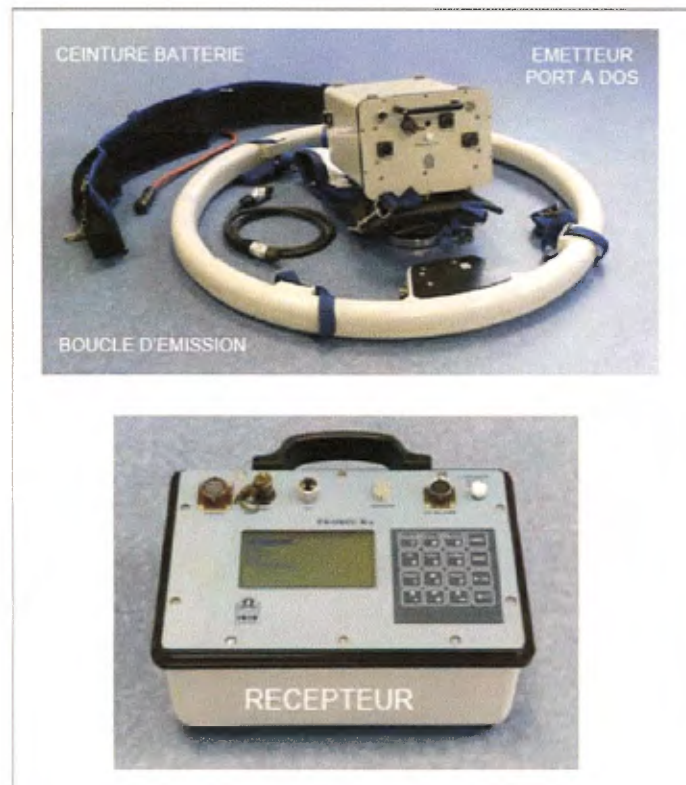


Figure 8. Principales constituantes de l'émetteur et console du récepteur du système Promis-10.

Sonde GEM-2 (Geophex)

La sonde GEM-2 est compacte et légère. La distance entre l'émetteur T_x et le récepteur R_x est de seulement 1,67 m. La sonde GEM-2 possède un port de communication DB9 (RS232) permettant l'acquisition d'un signal GPS simultanément à l'enregistrement des données instrumentales. Dans le meilleur des cas, la sonde GEM-2 peut acquérir les données à une fréquence de 30 Hz (jusqu'à 30 mesures par seconde). Dans le cas présent, le nombre d'itérations a été augmenté pour chaque mesure, ce qui augmente la stabilité du signal mesuré (une mesure par 0,5 seconde).

La sonde GEM-2 a la particularité de pouvoir émettre plusieurs fréquences simultanément (de 300Hz à 96 000Hz) et de mesurer simultanément les champs magnétiques secondaires associés à la circulation des courants de Foucault dans le sol. Cette caractéristique permet théoriquement d'investiguer des profondeurs variables des matériaux présents en sub-surface. Ainsi, les faibles fréquences pénètrent plus profondément et les hautes plus superficiellement. Dans le cas présent, quatre fréquences d'induction électromagnétique ont été utilisées, soit 510Hz, 3 930Hz, 9 810Hz et 18 030Hz. Toutefois, les résultats obtenus avec la fréquence la plus élevée et la moins pénétrative (18 030 Hz) se sont révélés non significatifs, un effet probable de la faible profondeur de pénétration de cette fréquence, limitée à la couverture de neige et aux sols gelés, des matériaux résistifs. La sonde GEM2 a été utilisée afin de vérifier la présence potentielle de matériaux conducteurs et aussi de documenter des contrastes de susceptibilité magnétique.



Figure 9. Sonde d'induction électromagnétique GEM-2 multifréquences, couplée à un système de positionnement DGPS sub-métrique.

Sections effectuées

Étant donné l'absence d'un réseau de lignes coupées sur la propriété St-Urbain, les deux levés EM ont été effectués dans les zones dégagées, les deux principales sections étant situées sur le chemin du lac de la Tour (**figures 10, 11A et 12**) et sur le chemin du Nord (**figures 11B et 12**) et les sections secondaires étant constituées de courtes traverses perpendiculaires aux chemins principaux (**figure 12**).



Figure 10. Lac de la Tour, propriété St-Urbain. Le lac se draine vers le sud dans le secteur des sections 1 à 6.



Figure 11. Chemin d'accès menant au chemin du lac de la Tour (A) et au chemin du Nord (B) montrant la topographie de la zone étudiée et l'importance de la couverture de neige.

2. RÉSULTATS

2.1 LEVÉ PROMIS-10

2.1.1 Localisation des sections

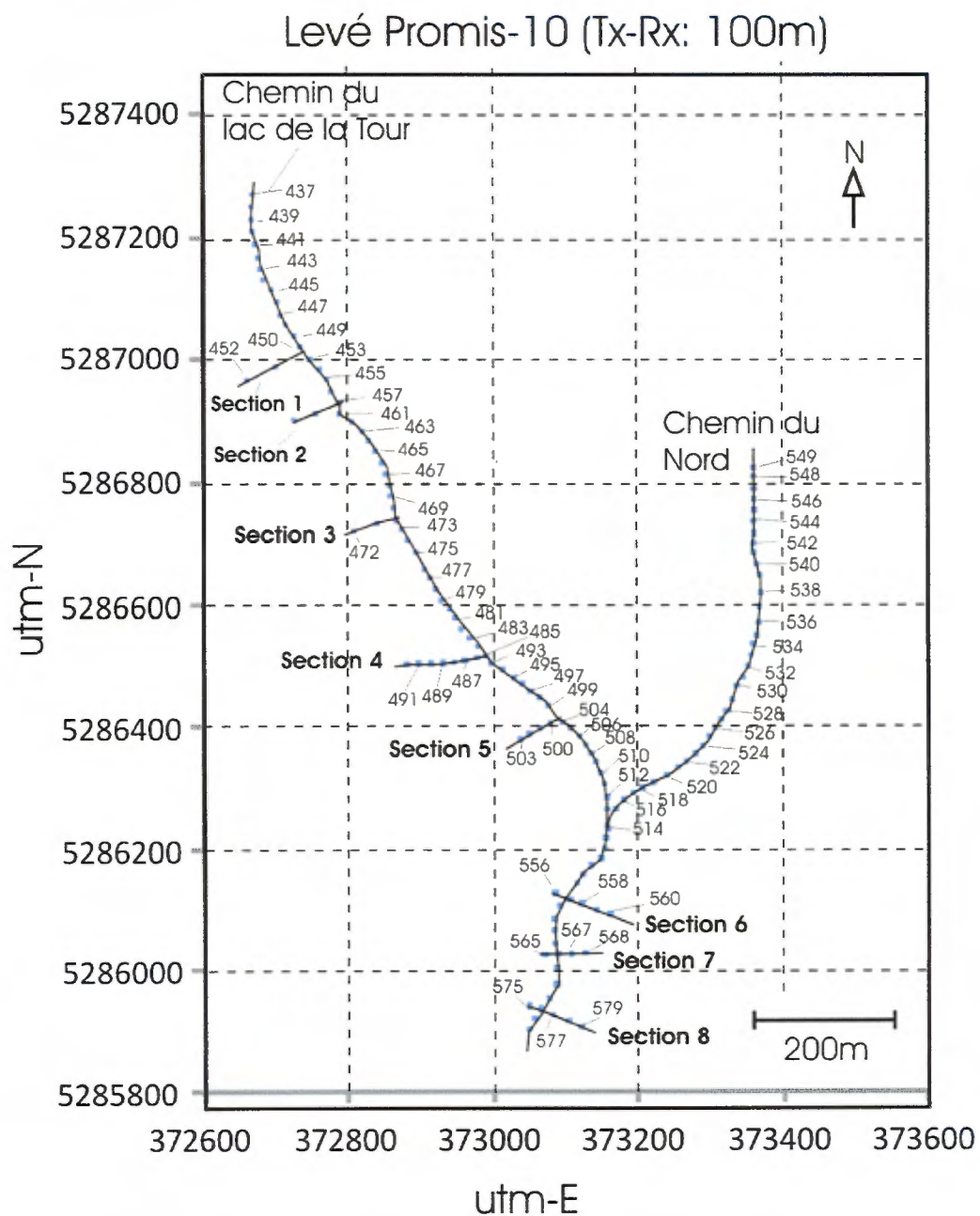


Figure 12. Plan de localisation des stations de mesure du levé Promis-10 avec espacement entre émetteur et récepteur de 100m («les sections principales»).

Levé Promis-10 (Tx-Rx: 20m)

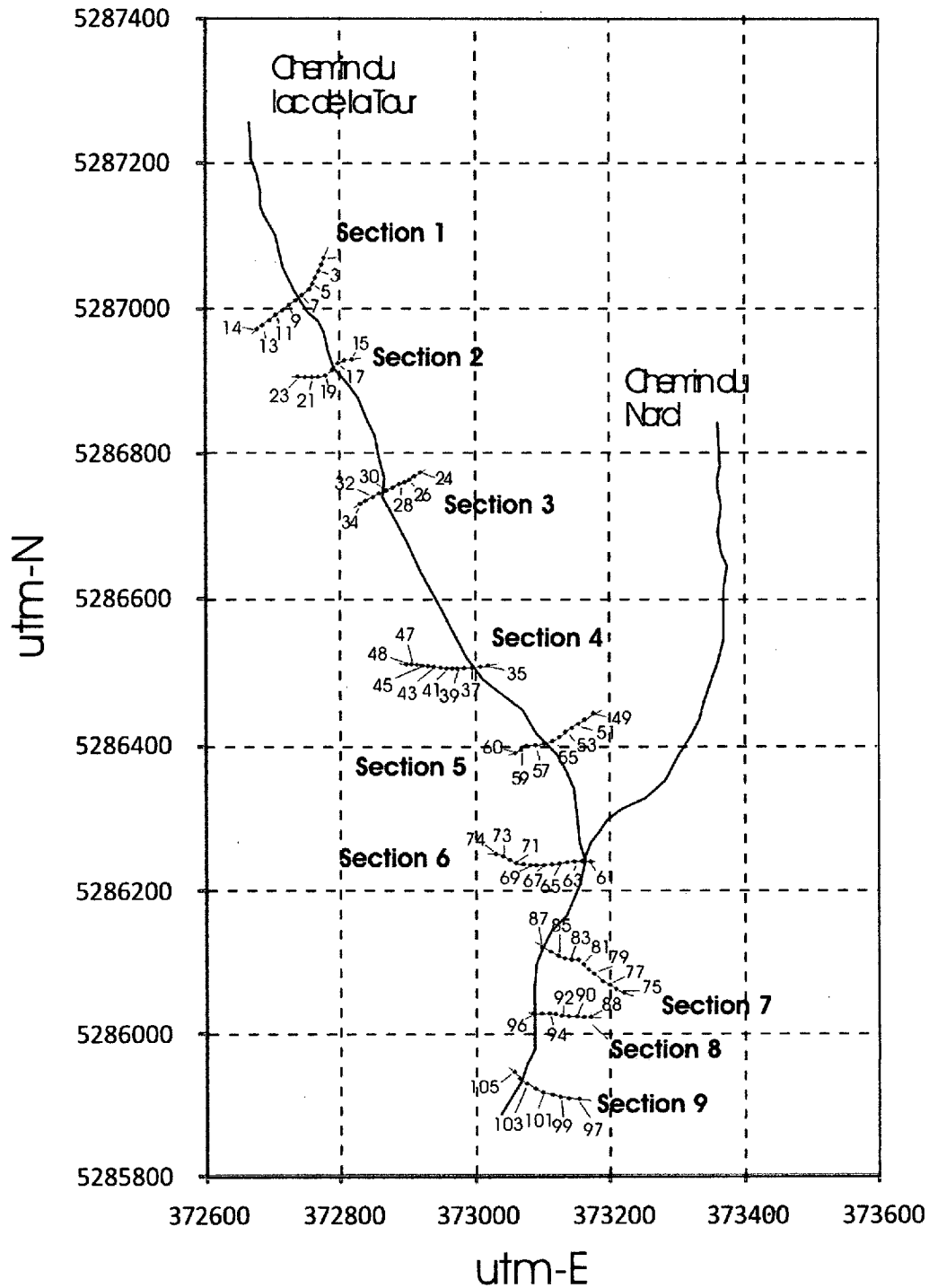


Figure 13. Plan de localisation des stations de mesure du levé Promis-10 avec espacement entre émetteur et récepteur de 20m («les sections secondaires perpendiculaires»).

2.1.2 Sections principales : espacement émetteur-récepteur de 100 m

Les sections principales (chemin du Nord et chemin du lac de la Tour) ont été effectuées en fixant l'espacement entre l'émetteur et le récepteur à 100m. La profondeur de pénétration du champ électromagnétique induit a donc pu varier de 75 à 125 m en fonction de la résistivité des unités lithologiques traversées.

Chemin du Nord

Le long du chemin du Nord, l'altitude varie de 900 m au sud à environ 950 m au nord et un petit bombement topographique est présent au centre de la section, où on observe également une anomalie positive montrant des valeurs de résistivité électrique élevées (et réciproquement de conductivité électrique faible), observées à toutes les fréquences d'induction sauf à 56 320 Hz (figure 14). En l'absence de carte géologique détaillée et à cause de la couverture de neige lors du levé, il n'est pas possible de préciser la cause de cette anomalie, mais il est probable qu'elle corresponde à la trace de l'unité de quartzite. Alternativement, cette anomalie pourrait aussi correspondre à un dyke mafique ou à une unité de roches compétentes, peu fracturées ou peu poreuses, qui conduit difficilement l'eau et les courants électriques.

La zone anomalique est aussi caractérisée par une diminution des valeurs de résistivité apparente en fonction de la diminution des fréquences d'induction. Considérant la grande continuité verticale des unités lithologiques dans le secteur, la diminution de la résistivité n'est pas interprétée comme étant causée par la présence de roches progressivement moins résistives et plus conductrices, mais plutôt par la saturation progressive en eau des dépôts quaternaires de surface et des unités lithologiques fracturées sous-jacentes, un mécanisme fréquemment invoqué pour expliquer des augmentations de la conductivité électrique apparente en fonction des basses fréquences d'induction. Une telle baisse de la résistivité pourrait aussi être expliquée par la présence de dépôts quaternaires stratifiés, mais il faudrait alors invoquer la présence de dépôts argileux marins sous les tills, ce qui n'a été observé nulle part à une telle altitude.

Projet St-Urbain (2010)
 Levé d'induction EM Promis-10

Chemin du Nord

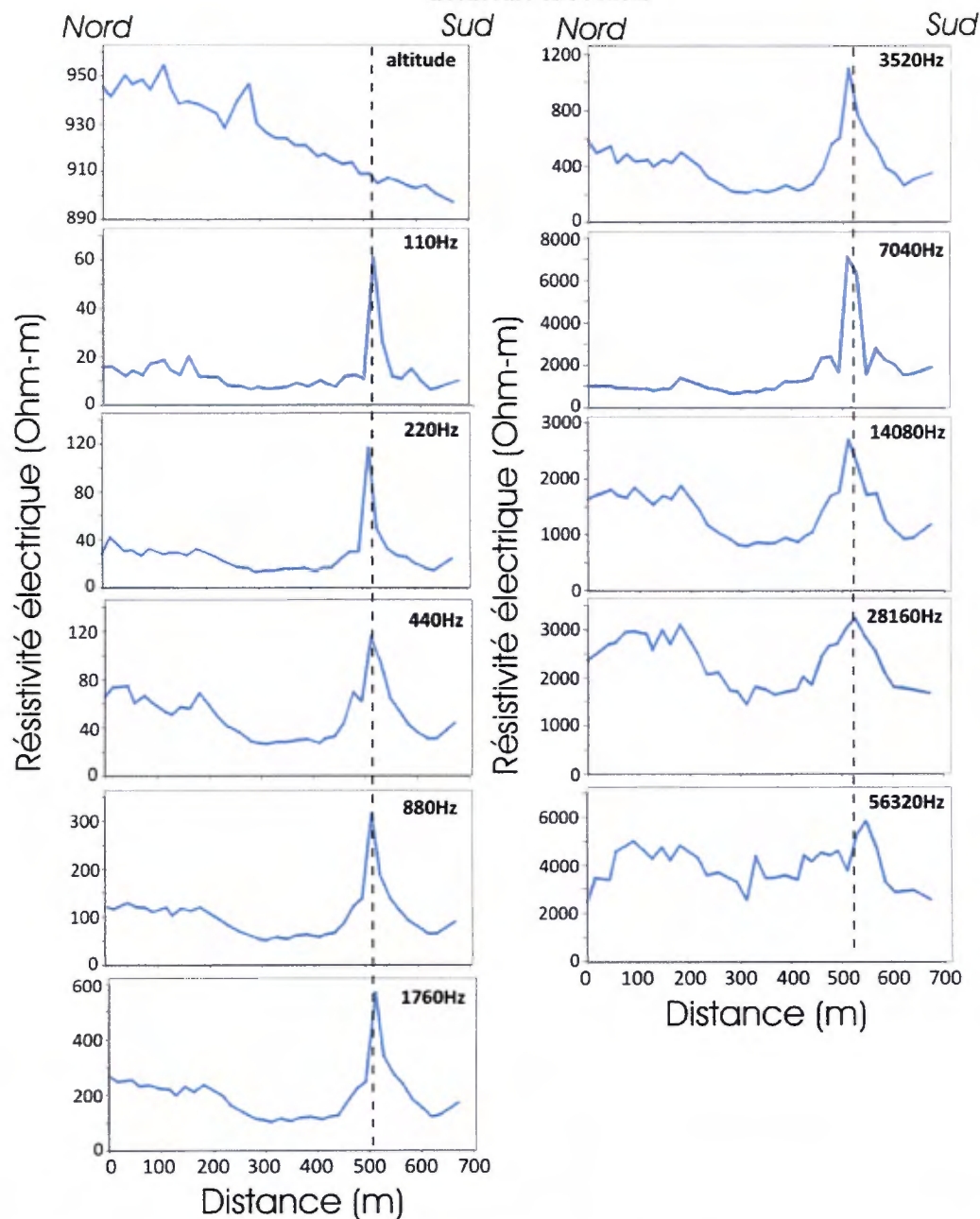


Figure 14. Résistivité électrique apparente (en Ohm.m) en fonction de la distance parcourue le long du chemin du Nord et en fonction de fréquences variées (110 Hz : correspond à la plus basse fréquence et à la plus grande profondeur d'investigation; 56 320 Hz : correspond à la plus haute fréquence et à la plus faible profondeur). Avec l'augmentation de la profondeur, on note que les matériaux traversés sont de moins en moins résistifs et donc, de plus en plus conducteurs.

Chemin du lac de la Tour

Le long du chemin du lac de la Tour, l'altitude varie de 880m à 1010m et la pente est relativement régulière. Le tracé du chemin suit le drainage naturel du bassin lacustre et celui d'une haute colline située plus à l'ouest, ce qui laisse supposer la présence, en profondeur, d'une vaste zone saturée en eau (**figure 15**; altitude).

Les mesures de résistivité électrique apparente permettent de définir trois domaines distincts (A, B et C sur la **figure 15**). La zone A correspond à une section du chemin bordant localement le lac, située en partie plus haut que ce dernier et en partie plus bas, la zone B à de faibles valeurs de résistivité obtenues le long d'une section de 600m de longueur sur le chemin du lac de la Tour et la zone C, à un plateau situé plus bas à environ 900 m d'altitude. La diminution des valeurs de résistivité apparente dans la zone B semble correspondre à une zone de drainage, saturée en eau et qui se termine par la formation d'un ruisseau. La zone C, située à l'extrémité la moins élevée du chemin du lac de la Tour (en aval), est limitée par le ruisseau de décharge du lac et par la jonction avec le chemin du Nord. Le long de la zone C, les valeurs de résistivité électrique sont systématiquement plus élevées et les roches plus résistives, ce qui suggère un abaissement de la nappe phréatique.

Malgré toutes ces considérations relatives à la saturation en eau des unités lithologiques et à la hauteur de la nappe phréatique, le passage abrupt de la zone B à la zone C (**figure 15**), marquée par une forte hausse de la résistivité, est interprété comme le passage vraisemblable d'unités de quartzites rougeâtres et fracturées plus susceptibles d'être saturées en eau (zone B) à des unités de quartzites blanches plus massives (zone C). Toutefois, notons que ces contrastes sont beaucoup plus prononcés le long des sections perpendiculaires à la section du lac de la Tour.

Projet St-Urbain (2010)
 Levé d'induction EM Promis-10
 Chemin du lac de la Tour

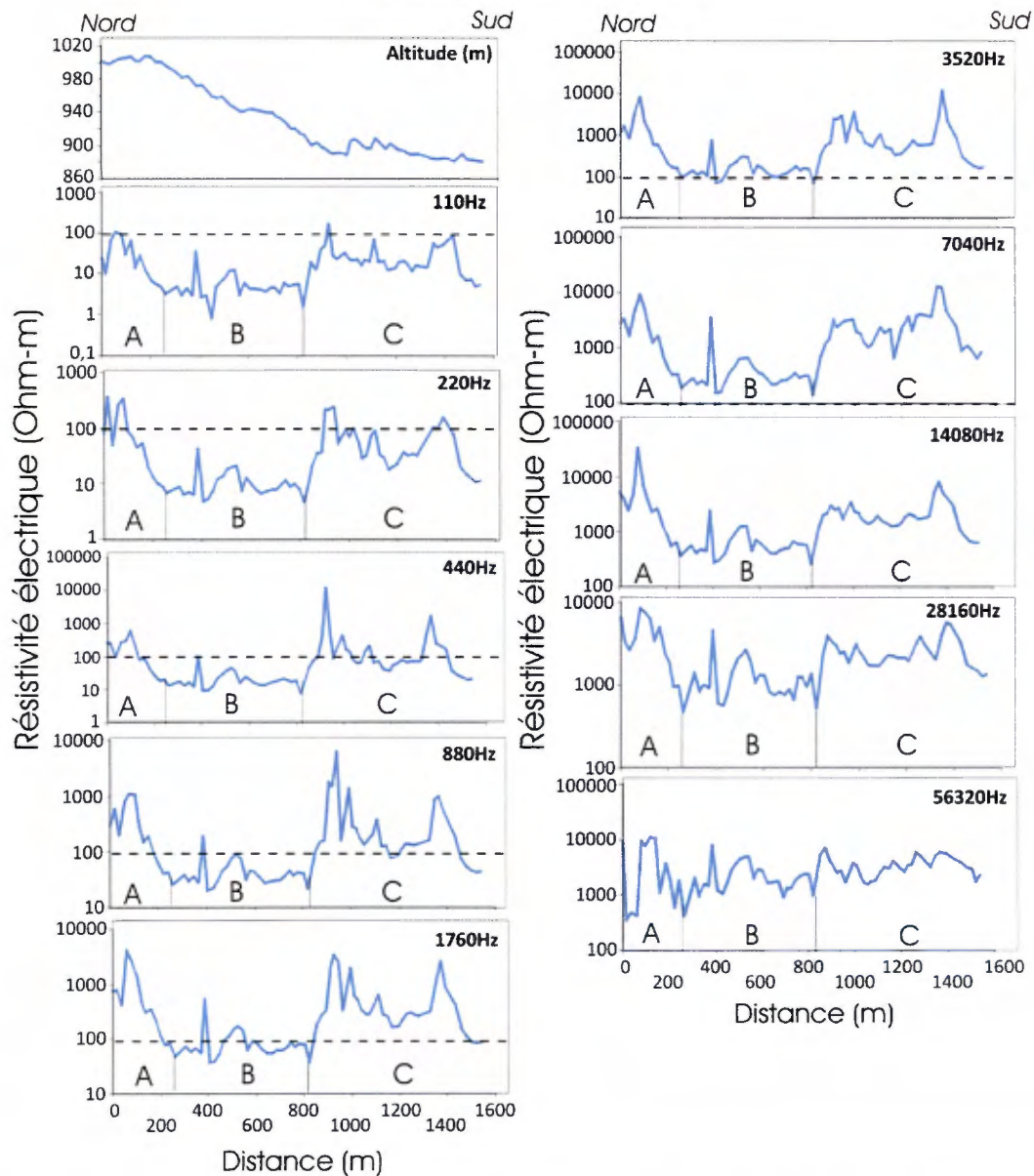


Figure 15. Résistivité électrique apparente (en Ohm.m) en fonction de la distance parcourue le long du chemin du lac de la Tour et en fonction de fréquences variées (110 Hz : correspond à la plus basse fréquence et à la plus grande profondeur d'investigation; 56 320 Hz : correspond à la plus haute fréquence et à la plus faible profondeur). Résistivité électrique (en Ohm.m) en fonction de la distance parcourue le long du chemin du lac de la Tour et en fonction de fréquences variées (110 Hz : correspond aux plus hautes fréquences et aux plus faibles profondeurs; 56 320 Hz : correspond aux plus basses fréquences et aux plus grandes profondeurs). Les unités de la zone C sont plus résistives et vraisemblablement constituées par de la quartzite blanche, une unité lithologique caractérisée par une très faible porosité et une faible fracturation, moins susceptibles de laisser circuler l'eau que la quartzite rougeâtre.

2.1.3 Sections secondaires : espacement émetteur-récepteur de 20 m

Les sections secondaires, perpendiculaires aux deux sections principales ont été effectuées en fixant l'espacement entre l'émetteur et le récepteur à 20m. La profondeur de pénétration du champ électromagnétique induit a donc pu varier de 15 à 25 m en fonction de la résistivité des unités lithologiques traversées. Les sections secondaires sont numérotées de 1 (nord) à 9 (sud) et recourent le chemin du lac de la Tour et le chemin d'accès menant à ce dernier; il n'y a aucune section perpendiculaire au chemin du Nord (figure 13).

On notera que de façon générale, l'étalement des valeurs de résistivité électrique indique que des matériaux plus résistifs, en fait de la neige et des sols gelés, étaient présents à très faible profondeur sous la surface (figure 16).

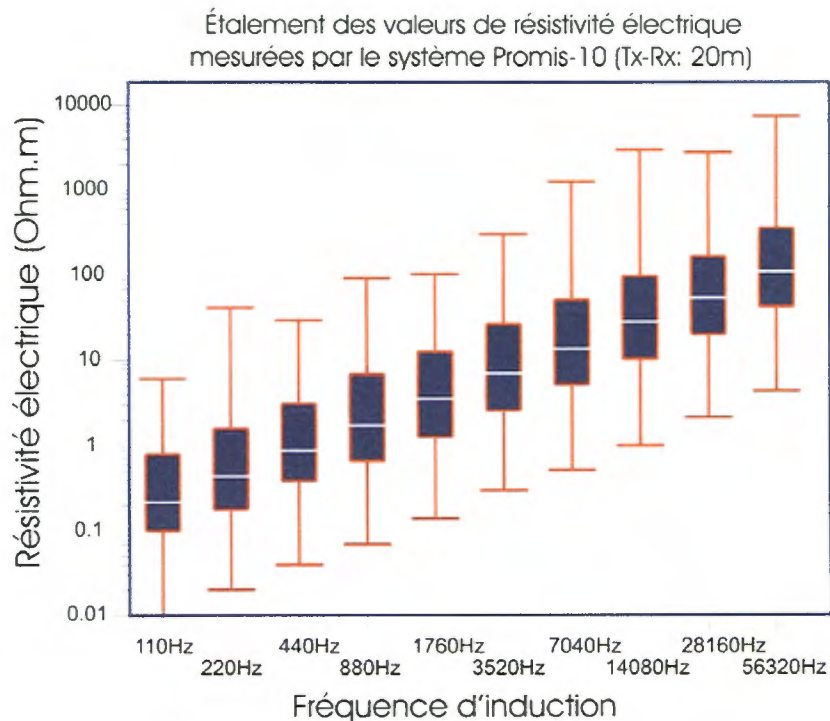


Figure 16. Diagramme montrant la dispersion des valeurs de résistivité électrique apparente mesurées pour les différentes fréquences d'induction. Notez la présence de matériaux moyennement résistifs en sub-surface (montré par les plus hautes fréquences, 56 320 Hz par exemple) et très faiblement résistifs en profondeur (montré par les plus basses fréquences, 110 Hz par exemple).

Étalement des valeurs de résistivité électrique
mesurées par le système Promis-10 (Tx-Rx: 20m)

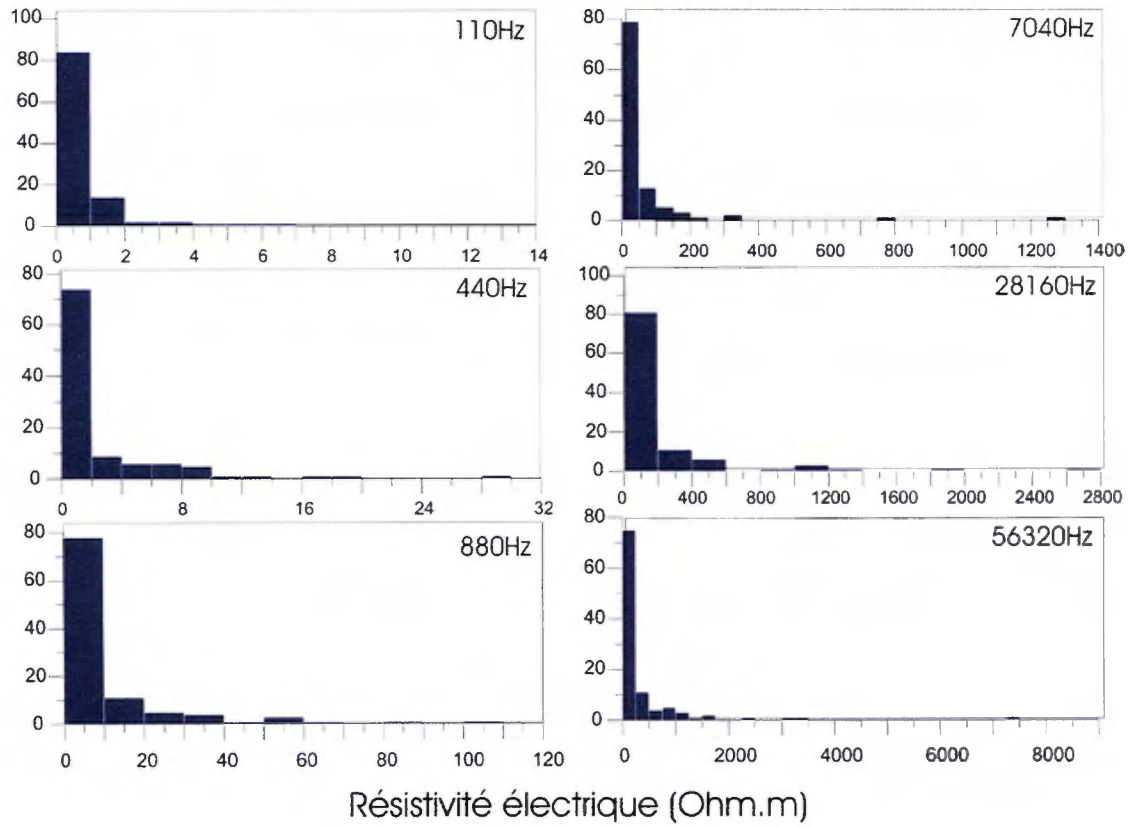


Figure 17. Diagramme montrant la dispersion plutôt unimodale des mesures de résistivité électrique apparente effectuées sur le terrain avec le système Promis-10, suggérant que les unités lithologiques traversées sont peu contrastées.

Section 1 – chemin du lac de la Tour

La longueur totale de la section 1 est de 160m (**figure 18**). À l'ouest, la section se termine à proximité d'affleurements de quartzite et les valeurs élevées de résistivité électrique apparente semblent expliquées par les unités de quartzite formant aussi un relief plus élevé. Les valeurs plus faibles de résistivité électrique ont été obtenues dans une dépression topographique située plus près du chemin du lac de la Tour. L'hétérogénéité des valeurs de résistivité apparente mesurées aux stations situées entre 90 et 130 m semble correspondre à la présence de quartzites hématisées et fracturées, dans lesquelles de l'eau s'est probablement infiltrée.

SECTION 1

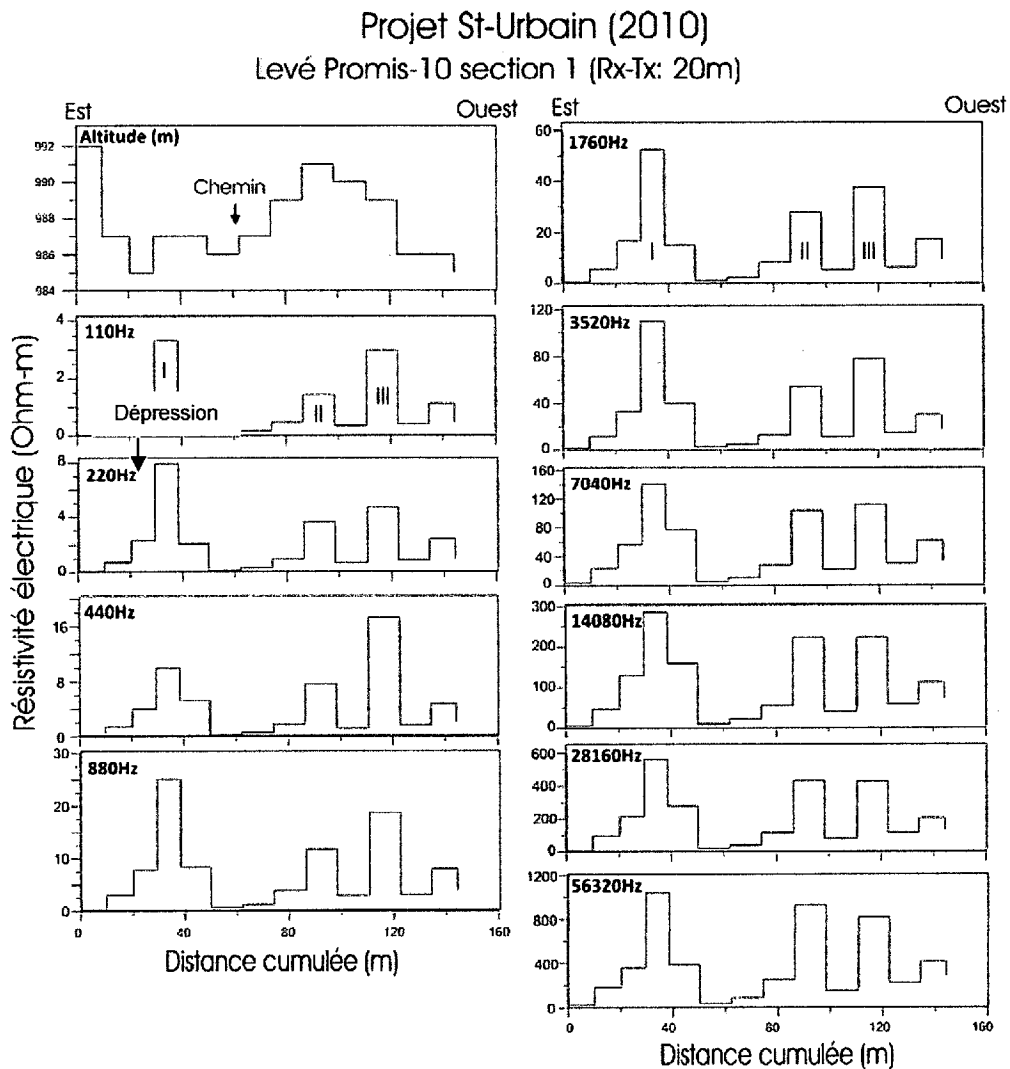


Figure 18. Section 1, située à l'extrémité nord du chemin du lac de la Tour. Notez que les eaux de drainage du lac sont canalisées vers la dépression topographique située à environ 60m de l'extrémité est, une zone caractérisée par de faibles valeurs de résistivité électrique apparente.

Section 2 – chemin du lac de la Tour

La longueur totale de la section 2 est de 100m et l'altitude n'y varie que de 8 m (figure 19). On notera que les mesures de résistivité électrique apparente augmentent abruptement dans la partie centrale de la section (zone IV), suggérant la présence de quartzite blanche peu fracturée, bordée de part et d'autre par des unités de quartzite hématisée et fracturée dans laquelle de l'eau s'est infiltrée.

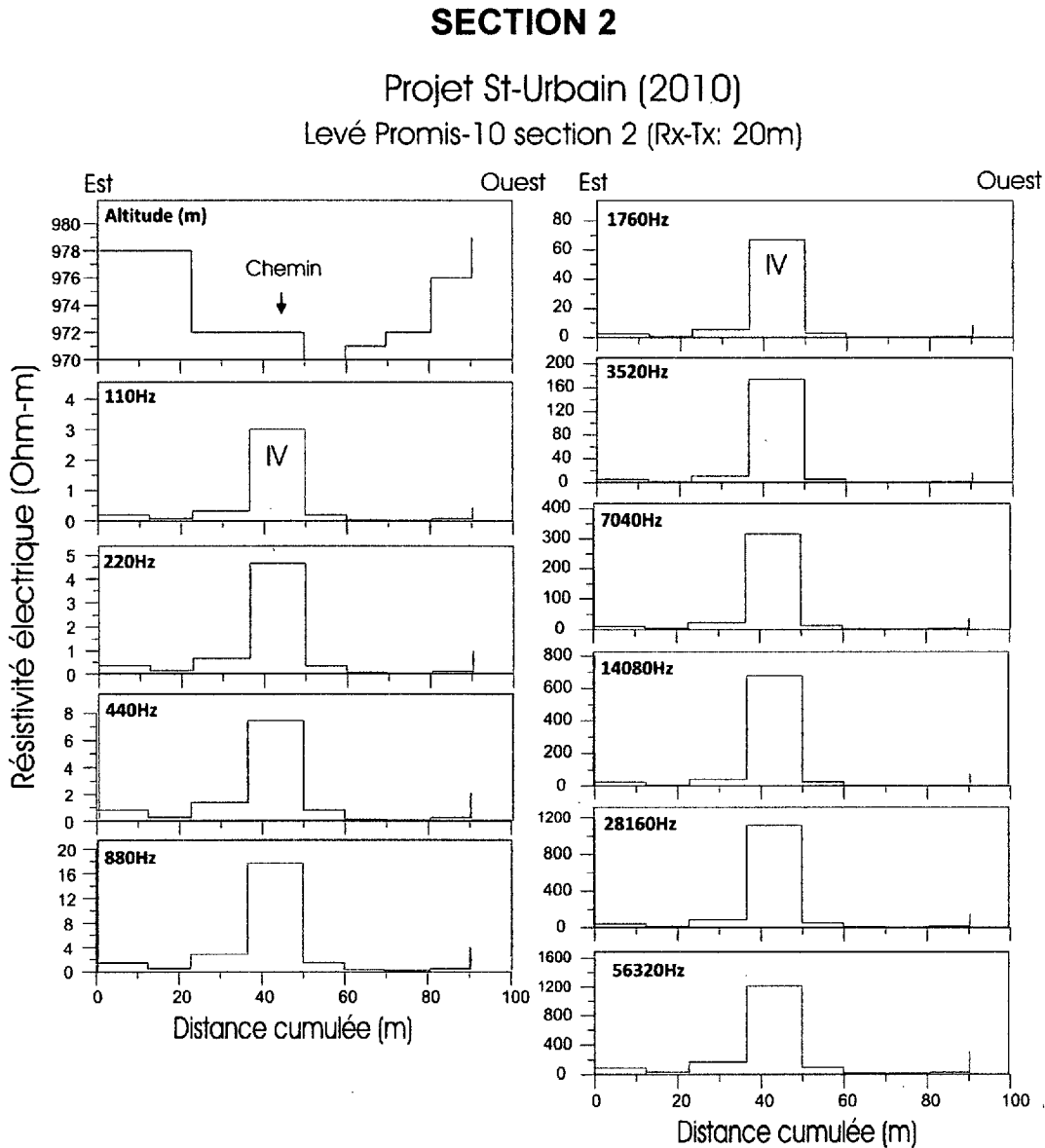


Figure 19. Les fortes valeurs de résistivité électrique apparente obtenues dans la partie centrale (IV) de la section 2 suggèrent la présence de quartzite massive sous-jacente.

Section 3 – chemin du lac de la Tour

La longueur de la section 3 est de 100m et le dénivelé de 25 m. Les valeurs de résistivité électrique augmentent abruptement entre 90 et 100m à l'extrémité ouest de la section (figure 20). Ici aussi, la hausse prononcée de la résistivité est expliquée par la présence de quartzite blanche massive et peu fracturée, qui affleure dans le secteur.

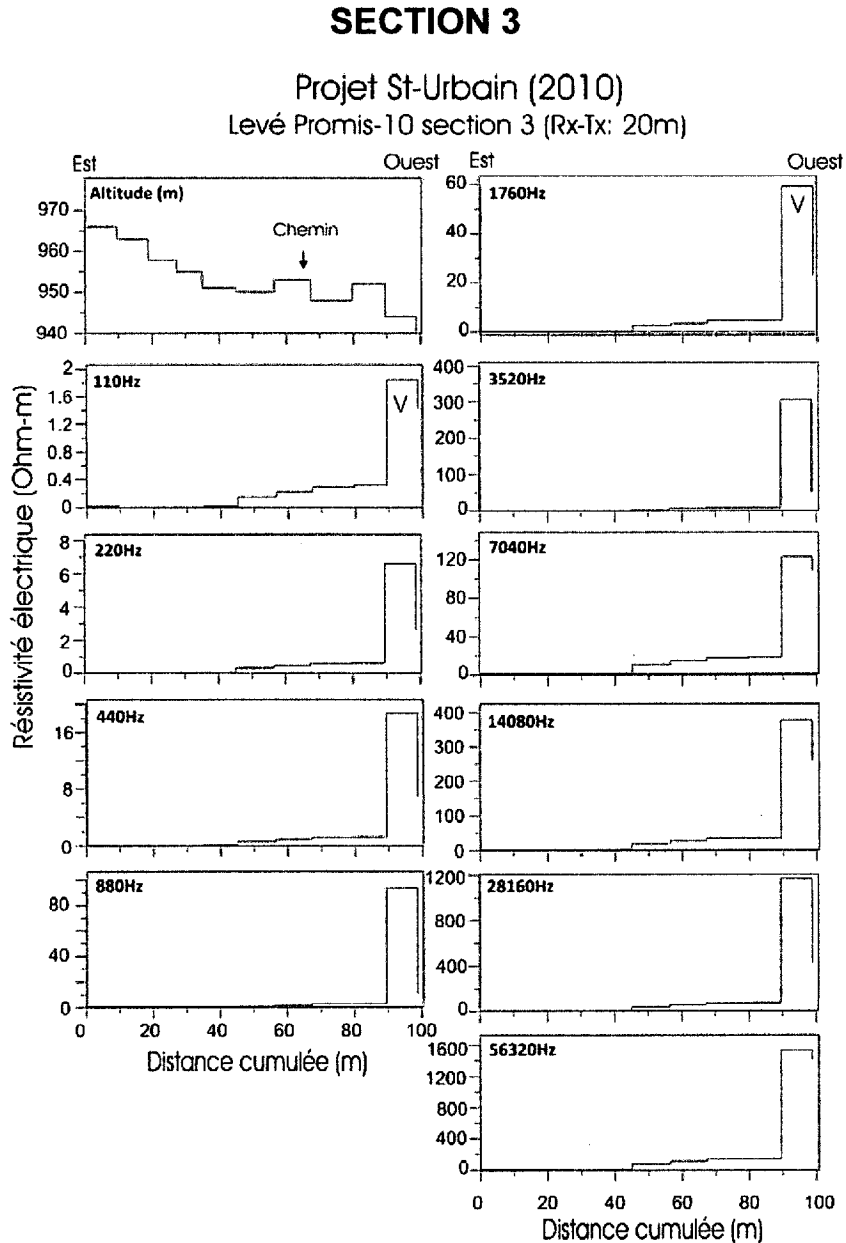


Figure 20. Section 3. Les fortes valeurs de résistivité électrique apparente obtenues dans la partie ouest de la section 3 (V) suggèrent la présence de quartzite massive sous-jacente.

Section 4 – chemin du lac de la Tour

Le secteur traversé par la section 4 a fait l'objet d'une étude pétrographique et minéralogique relativement détaillée en 2004 et 2006 (Camiré 2004 et Camiré et R.-Laflièche, 2006). On y retrouve des affleurements de quartzite blanche massive (figure 2B) et de la silice très pure, caractérisés par une forte résistivité électrique (figure 21) Les mesures de résistivité électrique apparente montrent la présence d'une large bande de roches résistives situées à l'ouest entre 0 et 40 m (zone VI), qui correspond à l'unité de quartzite blanche identifiée sur le terrain en période estivale. Ailleurs, les unités peu résistives correspondent à de la quartzite plus ou moins rougeâtre et plus ou moins oxydée et fracturée.

SECTION 4

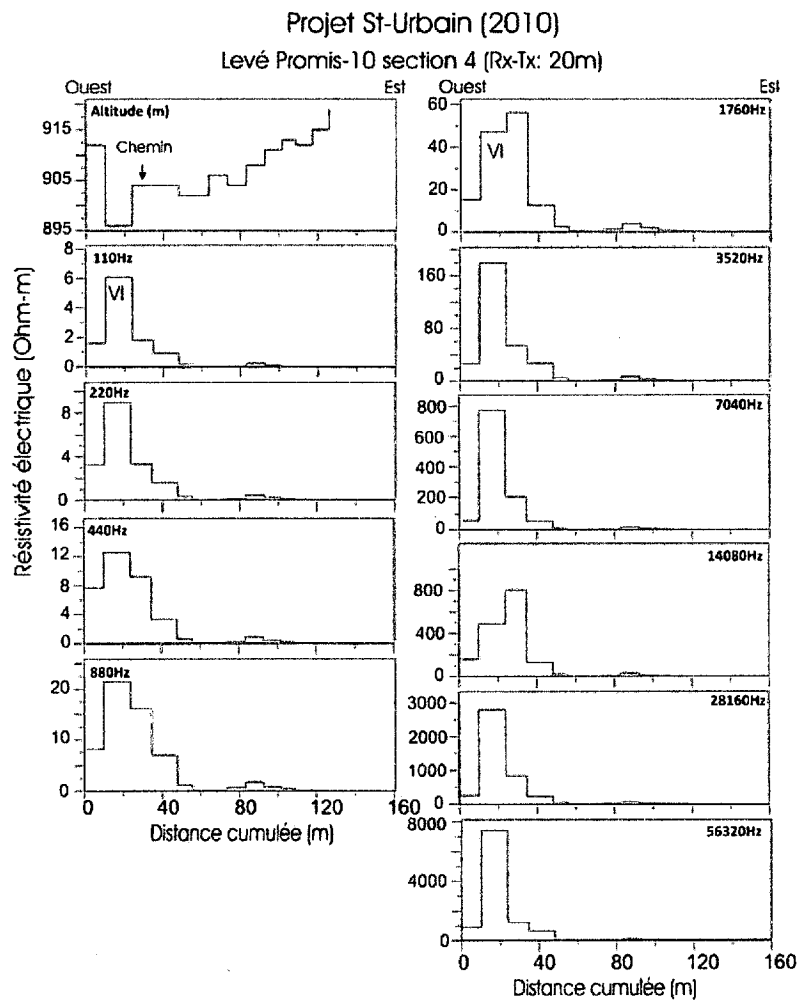


Figure 21. Section 4. Les fortes valeurs de résistivité électrique apparente obtenues dans la partie ouest de la section 4 (zone VI) correspondent aux affleurements de quartzite blanche massive.

Section 5 – chemin du lac de la Tour

La section 5 débute dans une zone plus marécageuse au NE du chemin du lac de la Tour et se termine à l'ouest de ce dernier. Le dénivelé y est de moins de 6m. Des unités plus résistives sont situées au centre-ouest de la section sur une distance d'environ 30 m (zone VII). Elles sont interprétées comme faisant partie de l'unité de quartzite blanche.

SECTION 5

Projet St-Urbain (2010)

Levé Promis-10 section 5 (Rx-Tx: 20m)

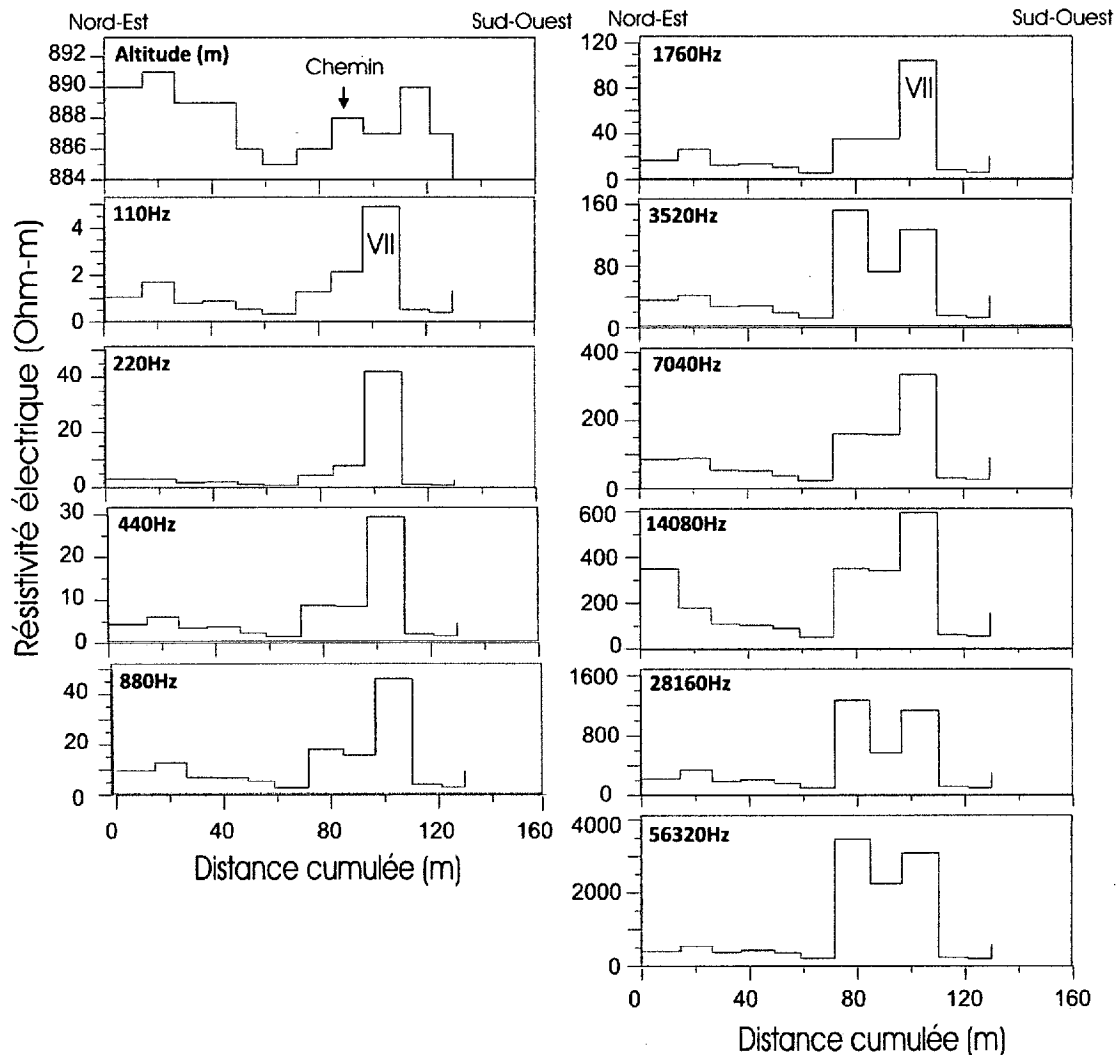


Figure 22. Section 5. Les fortes valeurs de résistivité électrique apparente suggèrent la présence de quartzite massive dans la zone située entre 80 et 110 m.

Section 6 – intersection entre le chemin du lac de la Tour et le chemin du Nord

La section 6 montre un dénivelé d'environ 17 m et la pente est orientée vers l'ouest. La résistivité élevée dans la partie centrale de la section (zone VIII, entre 50 m et 100 m) est expliquée par la présence de l'unité de quartzite blanche massive.

SECTION 6

Projet St-Urbain (2010)

Levé Promis-10 section 6 (Rx-Tx: 20m)

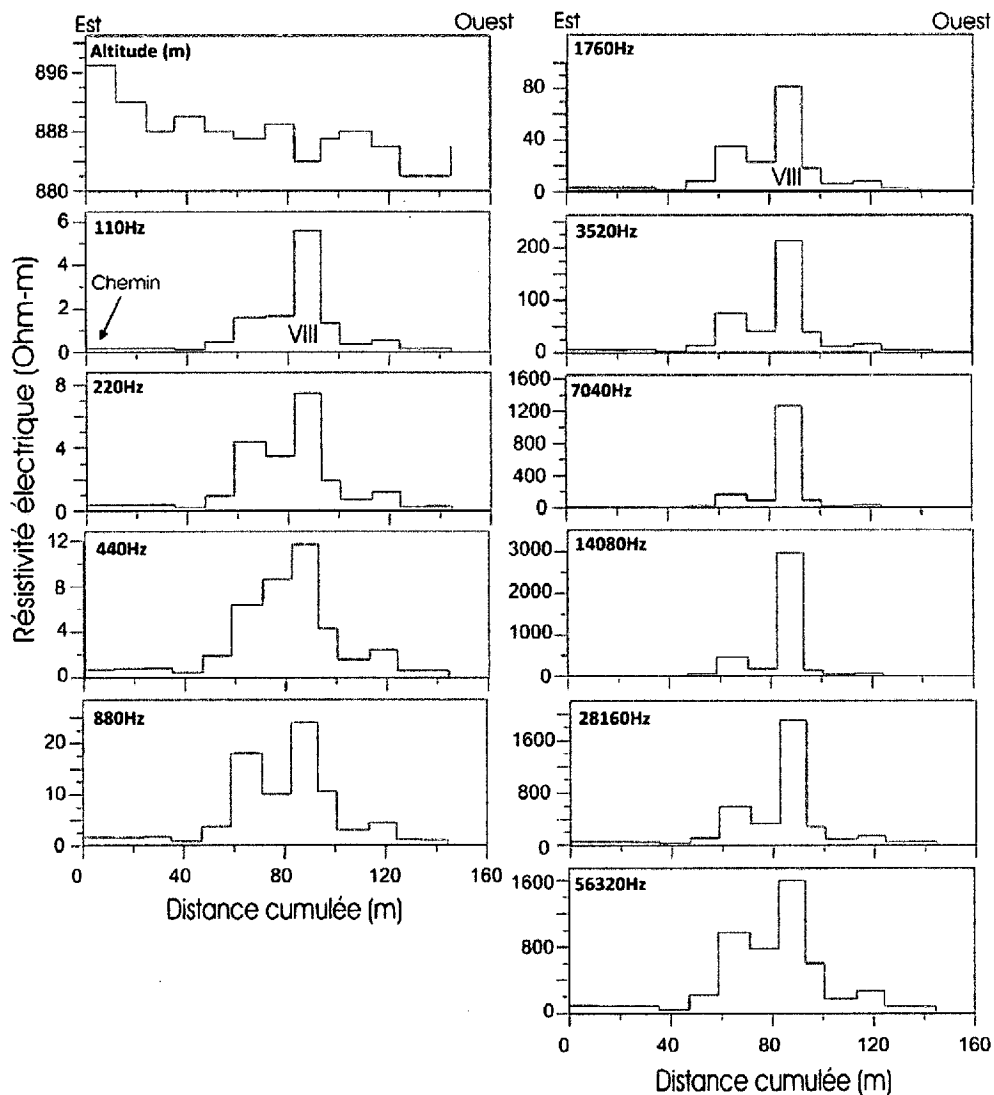


Figure 23. Section 6. Les fortes valeurs de résistivité électrique apparente suggèrent la présence de quartzite massive dans la partie centrale.

Section 7 – chemin d'accès

La section 7 est orientée SE-NO et se termine au NO à proximité du chemin d'accès menant au chemin du Nord. Le dénivelé est d'environ 20 m et la pente est orientée vers le NO. Les mesures de résistivité apparente montrent que des unités très résistives, probablement de la quartzite blanche, sont situées entre 80 m et 140 m (zone IX).

SECTION 7

Projet St-Urbain (2010)
Levé Promis-10 section 7 (Rx-Tx: 20m)

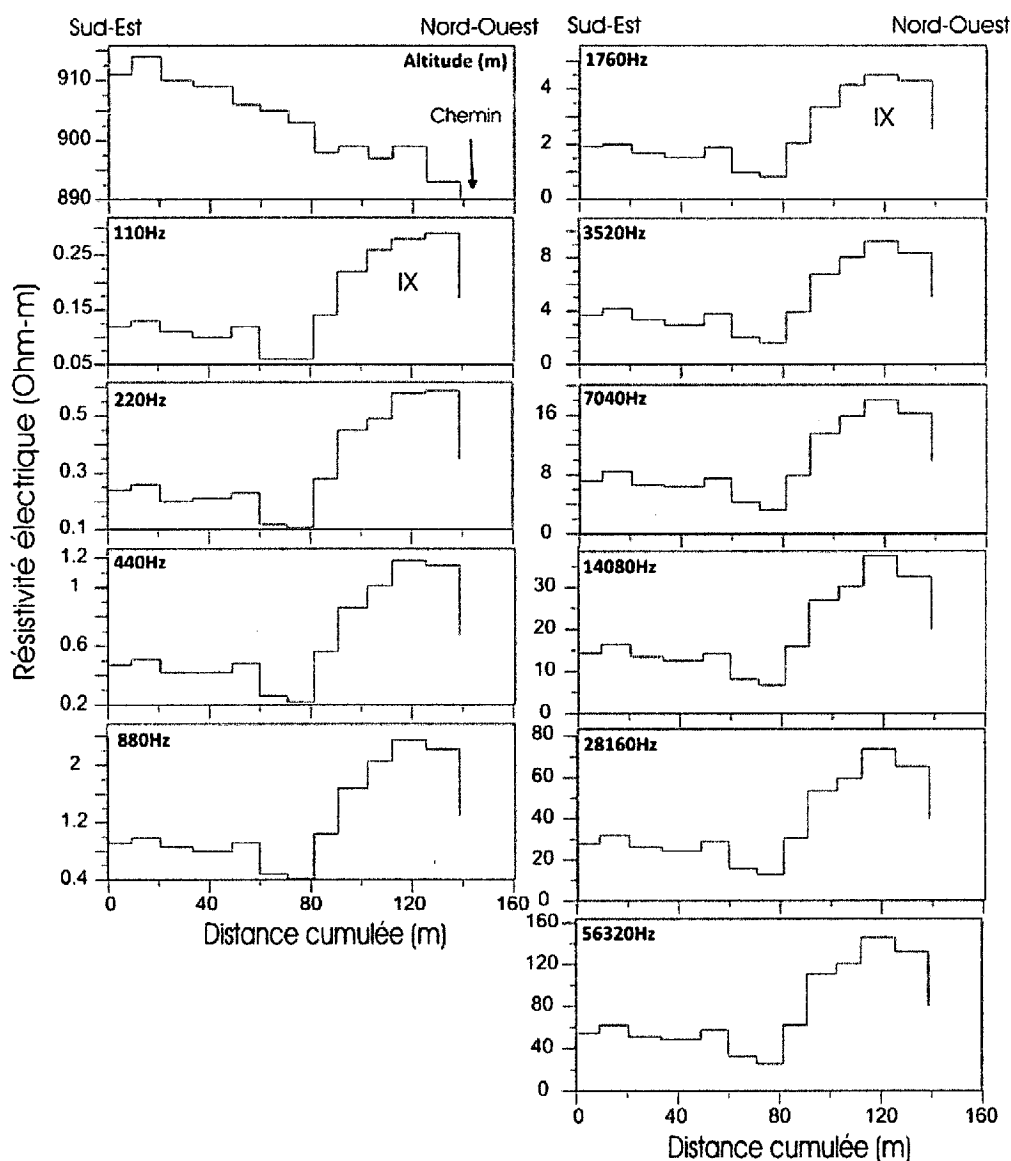


Figure 24. Section 7. Les fortes valeurs de résistivité électrique apparente suggèrent la présence de quartzite massive sous-jacente à la zone IX.

Section 8 – chemin d'accès

La section 8 est orientée E-O et le dénivelé y est d'environ 24 m. Les premiers 30 m situés à l'est montrent des valeurs de résistivité apparente plus élevées qu'ailleurs, de sorte qu'on peut supposer que la quartzite y est plus massive, même si par ailleurs les unités traversées par la section 8 sont généralement peu résistives.

SECTION 8

Projet St-Urbain (2010)

Levé Promis-10 section 8 (Rx-Tx: 20m)

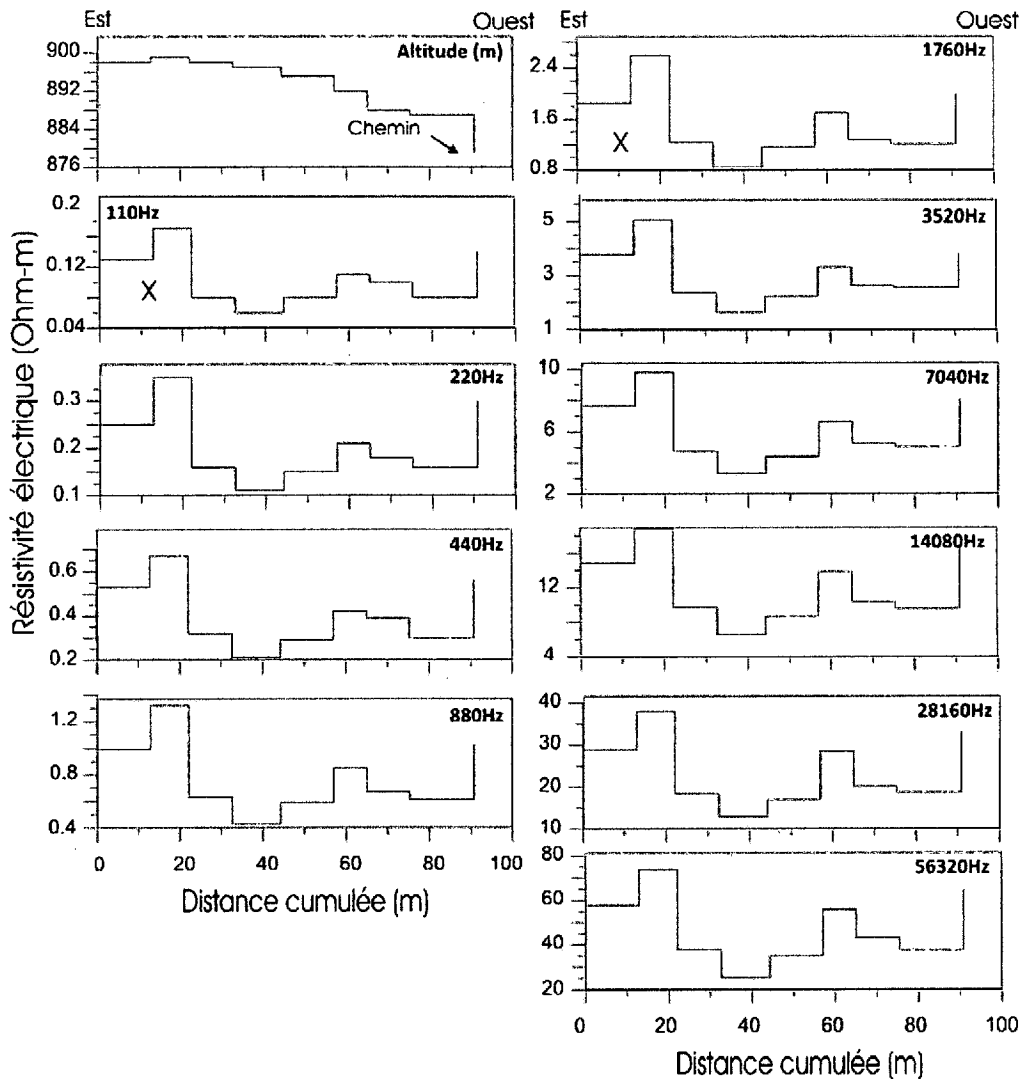


Figure 25. Section 8.

Section 9 – chemin d'accès

Le dénivelé est faible le long de la section 9 et la pente est orientée vers l'ouest. Les valeurs de résistivité peu élevées et le faible contraste suggèrent que la quartzite blanche massive n'y est pas présente.

SECTION 9

Projet St-Urbain (2010)
Levé Promis-10 section 9 (Rx-Tx: 20m)

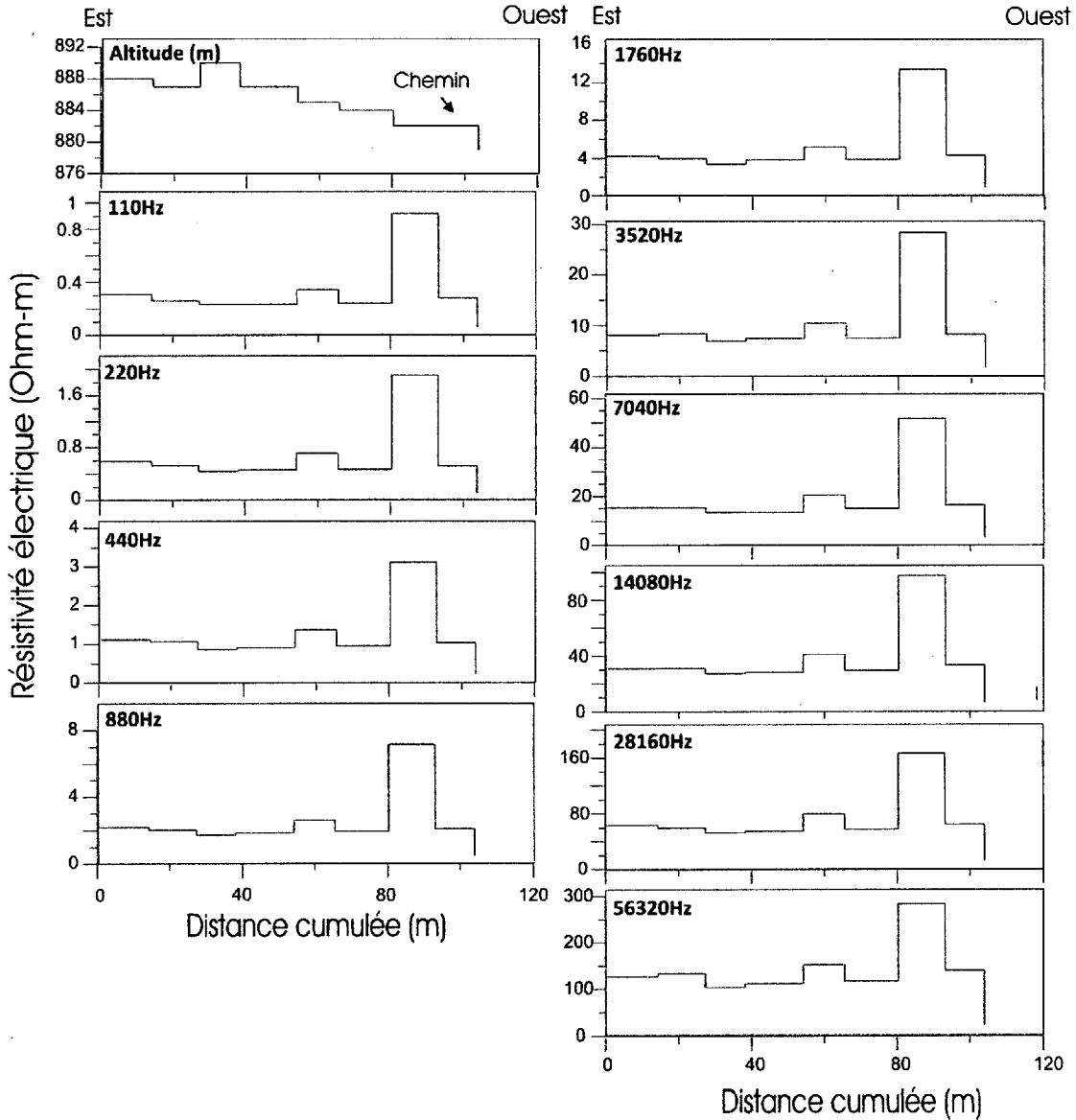


Figure 26. Section 9.

2.1.4 Présentation des données en plan

La figure 27 illustre de façon simplifiée les résultats des mesures de résistivité électrique obtenues avec le système Promis-10 le long des différentes sections situées sur et à proximité du chemin du lac de la Tour et du chemin d'accès situé plus au sud. Les observations de terrain associées aux résultats obtenus suggèrent que l'unité de quartzite blanche, massive et peu fracturée, qui contient la silice la plus pure, correspond à la zone résistive en rouge. La zone conductrice, en jaune correspond plus vraisemblablement à la quartzite fracturée et hématisée, plus susceptible de contenir des infiltrations d'eau.

Les résultats obtenus suggèrent que le système Promis-10 peut être avantageusement utilisé pour cartographier des unités lithologiques caractérisées par des propriétés contrastées de conductivité électrique.

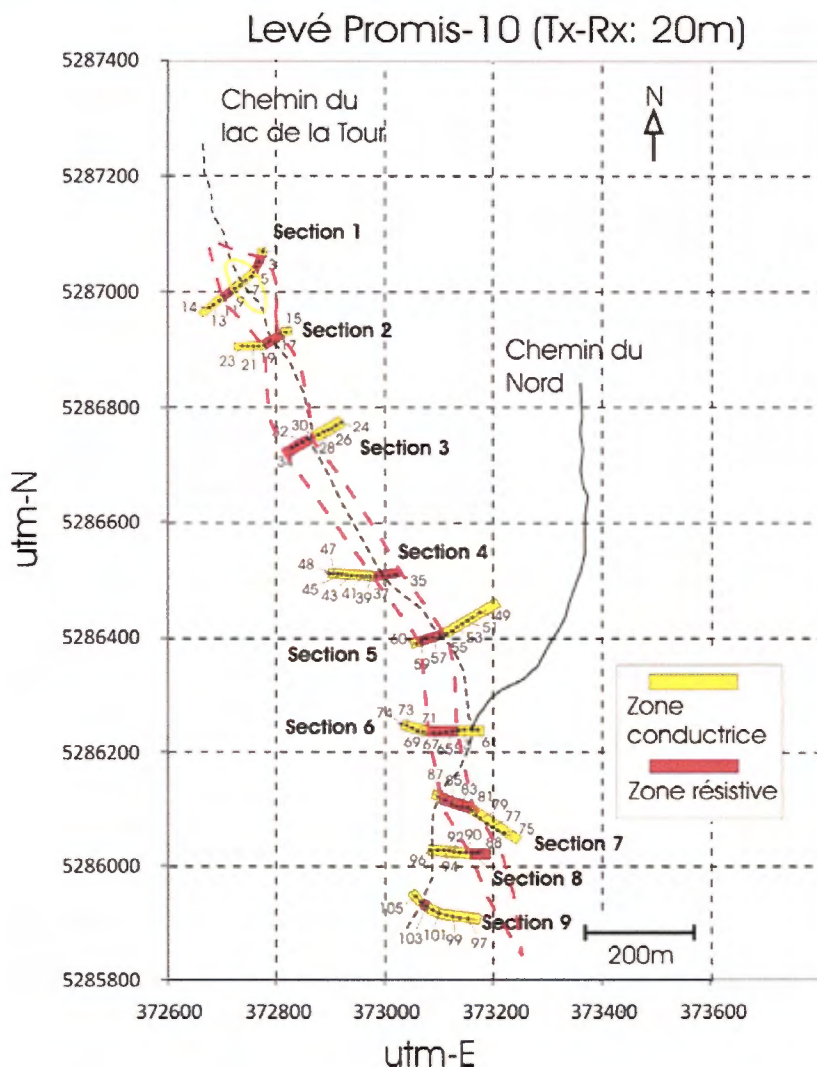


Figure 27. Localisation sur un plan de la zone résistive identifiée à l'aide du système Promis-10 le long du chemin du lac de la Tour. Cette zone résistive semble bien correspondre à la présence de quartzite blanche massive et peu fracturée sur le terrain.

2.2 LEVÉ GEM-2

Les résultats détaillés du levé GEM-2 sont présentés sous trois formes à l'annexe 1. Notons que les résultats obtenus sont moins probants que ceux obtenus avec le système Promis-10.

Les données acquises à l'aide du système GEM-2, pour des fréquences de 510, 3 930, 9 810 Hz et 18030 Hz, sont présentées sous forme de sections représentant la variabilité :

- des valeurs de la composante en phase
- de la conductivité électrique
- de la susceptibilité magnétique (mesurée à l'aide des données EM)

La composante en phase est très sensible à la présence de forts conducteurs électriques, tels que des structures métalliques et peut donc être utilisée pour localiser des amas de sulfures.

Les variations de la conductivité électrique apparente sont utilisées pour distinguer des contrastes lithologiques et pédologiques ainsi que des amas de sulfures, tandis que les données de susceptibilité magnétique recalculées à partir des données EM permettent d'évaluer la distribution d'unités plus ou moins riches en minéraux ferri-magnétiques (magnétite, titano-magnétite, maghémite).

Limitations du levé Gem-2

La sonde d'induction électromagnétique GEM-2 permet de mesurer, jusqu'à 20m de profondeur, la conductivité électrique apparente et indirectement, la susceptibilité magnétique des matériaux géologiques (roches, sédiments quaternaires et sols; Won et al., 2004). Dans un milieu très résistif, la profondeur maximale de pénétration du signal peut même atteindre 35m (Won et al., 1996).

Les valeurs des moments magnétiques et l'espacement restreint entre l'émetteur et le récepteur du système GEM-2 ne permettent pas d'atteindre d'aussi grandes profondeurs que le système Promis-10 (de l'ordre de 100m). Toutefois, la résolution spatiale horizontale de la sonde GEM-2 permet un balayage du terrain à très haute résolution (sub-métrique) et la localisation plus fine d'éléments conducteurs d'épaisseurs limitées (ex. petites bandes de sulfures massifs à semi-massifs, zones argileuses, graphite). Malheureusement, l'absence de cartographie détaillée et la méconnaissance des roches supracrustales grenviliennes du gîte de St-Urbain rendent l'interprétation des données difficiles, bien que le système GEM-2 puisse tout de même constituer un outil utile pour identifier la présence de conducteurs peu profonds, des sulfures semi-massifs par exemple.

Il faut aussi mentionner que la couverture de neige, un matériau qui, contrairement à l'eau, n'est pas conducteur, réduit le volume d'intégration vertical de la sonde GEM-2. Ainsi les

résultats moins probants du levé GEM-2, mené sur la propriété St-Urbain, semblent non seulement expliqués par le caractère très résistif des unités de quartzite traversées, mais aussi par la couverture de neige, qui variait de 1,5m à 3m d'épaisseur lors du levé, ainsi que par la barrière résistive que représentaient le sol encore gelé.

Dans ce contexte, le rapport d'intensité du signal en quadrature (*out of phase*) est très faible, voire négligeable, par rapport au bruit de fond, ce qui explique l'absence de signal sur de grandes surfaces des sections réalisées. Néanmoins, les valeurs de la composante en phase demeurent utilisables de façon générale et une dizaine d'anomalies, pouvant possiblement correspondre à la présence de conducteurs métalliques (ex. sulfures semi-massifs ou graphite), ont été identifiées sur les sections 1, 2, 4, 5a, 6b, 7b et 8a. Une visite de terrain en période estivale devra toutefois être effectuée pour corroborer cette hypothèse, car il est aussi possible que certaines des anomalies soient associées à des cassures topographiques et à des variations abruptes des conditions de drainage du terrain.

Dans certains secteurs, où l'épaisseur de neige était vraisemblablement moindre, les valeurs de la composante en quadrature sont suffisamment élevées pour permettre le calcul de la conductivité électrique apparente sur plusieurs fréquences. Là, où les valeurs de conductivité électrique sont mesurables, celles-ci tendent à augmenter avec la diminution progressive de la fréquence d'induction, ce qui semble appuyer les résultats obtenus avec le système Promis-10, à l'effet que la conductivité électrique augmente avec la profondeur. Ainsi, dans un modèle simple, la tendance observée serait expliquée par la présence de neige très résistive en surface, recouvrant des sols et des tills gelés eux-mêmes situés au-dessus d'unités lithologiques fracturées dans lesquelles de l'eau (libre de glace) se serait infiltrée.

2.2.1 Localisation des sections

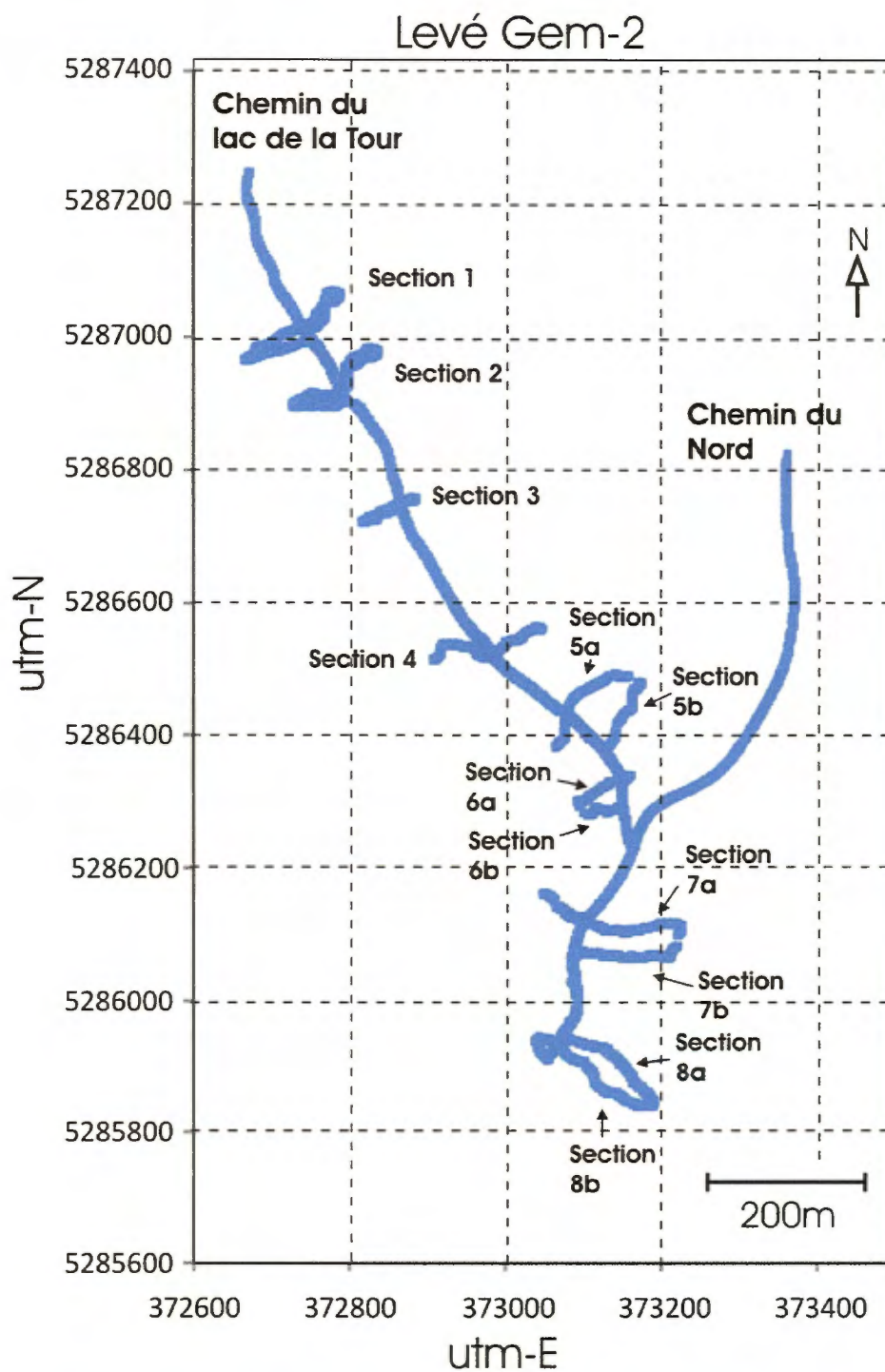


Figure 28. Plan de localisation des stations de mesure du levé GEM-2.

2.2.2 Sections principales

Comme pour le levé Promis-10, le levé GEM-2 a été mené le long de deux sections principales et de huit sections secondaires plus ou moins perpendiculaires aux premières.

Chemin du lac de la Tour

Les mesures effectuées le long du chemin du lac de la Tour, sont présentées aux **figures 29a, b et c**. Notons que les valeurs de la composante en phase (**figure 29a**) varient considérablement, qu'elles sont plus élevées en amont et qu'elles diminuent sur une distance d'environ 600m pour augmenter à nouveau par la suite, ce qui est vraisemblablement causé par la présence d'une zone saturée en eau. On observe aussi deux anomalies ponctuelles vers 600 et 820m, qui mériteraient d'être étudiées de plus près et qui pourraient refléter la présence de sulfures.

Les valeurs de la composante en quadrature (**figure 29b**) mesurées par la sonde GEM-2 dans ce secteur sont généralement trop faibles pour permettre d'estimer la conductivité électrique apparente. La susceptibilité magnétique montre une forte variabilité spatiale (**figure 29c**). Notons toutefois que les faibles valeurs obtenues dans la partie située en amont de la section sont compatibles avec la présence de quartzite blanche massive sur le terrain et la faible épaisseur de tills et de sols dans ce secteur. Les plus hautes valeurs observées entre 400 et 600m et entre 1000 et 1300m reflètent probablement la présence de roches gneissiques.

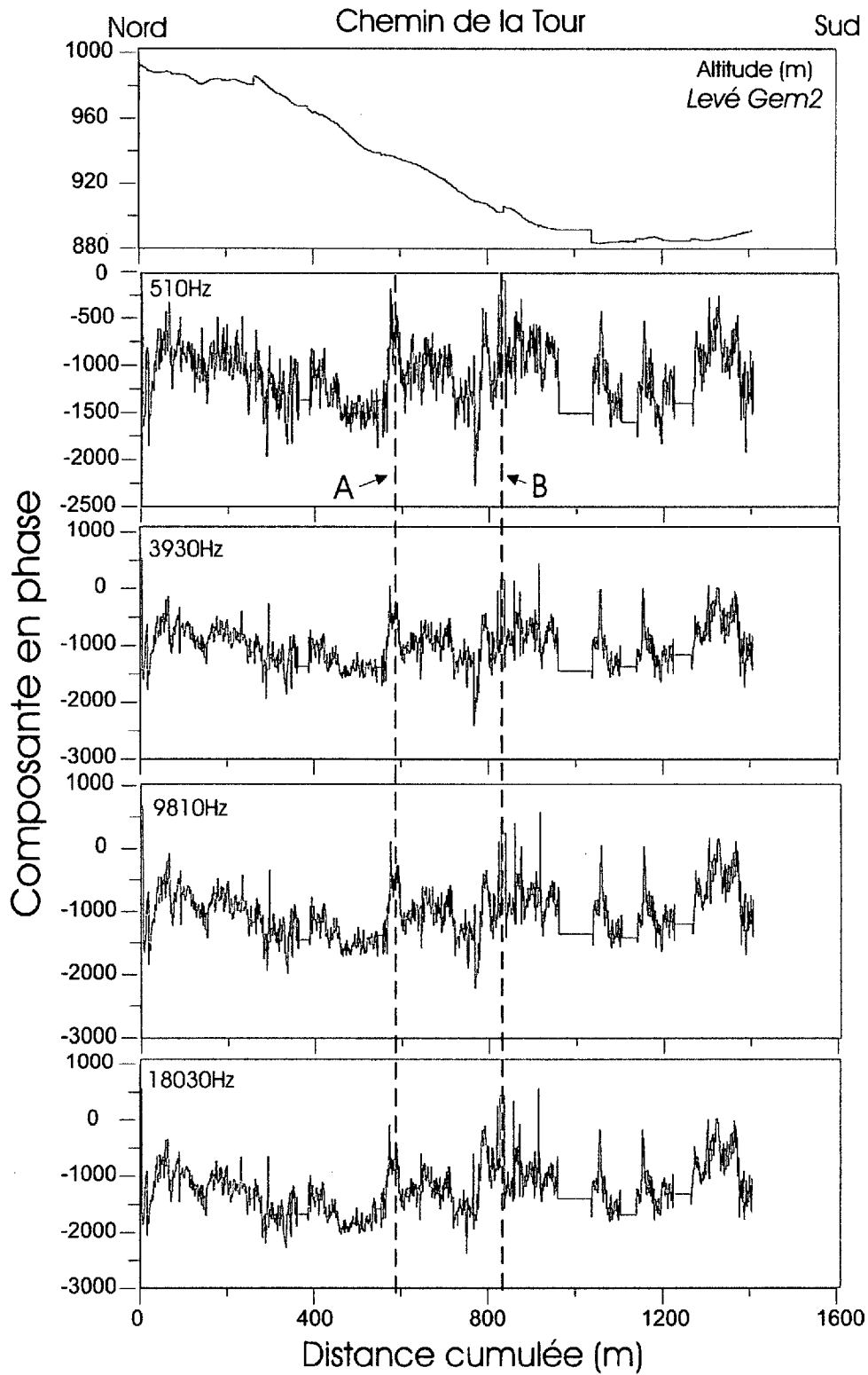


Figure 29a. Variation des valeurs de la composante en phase le long du chemin du lac de la Tour.

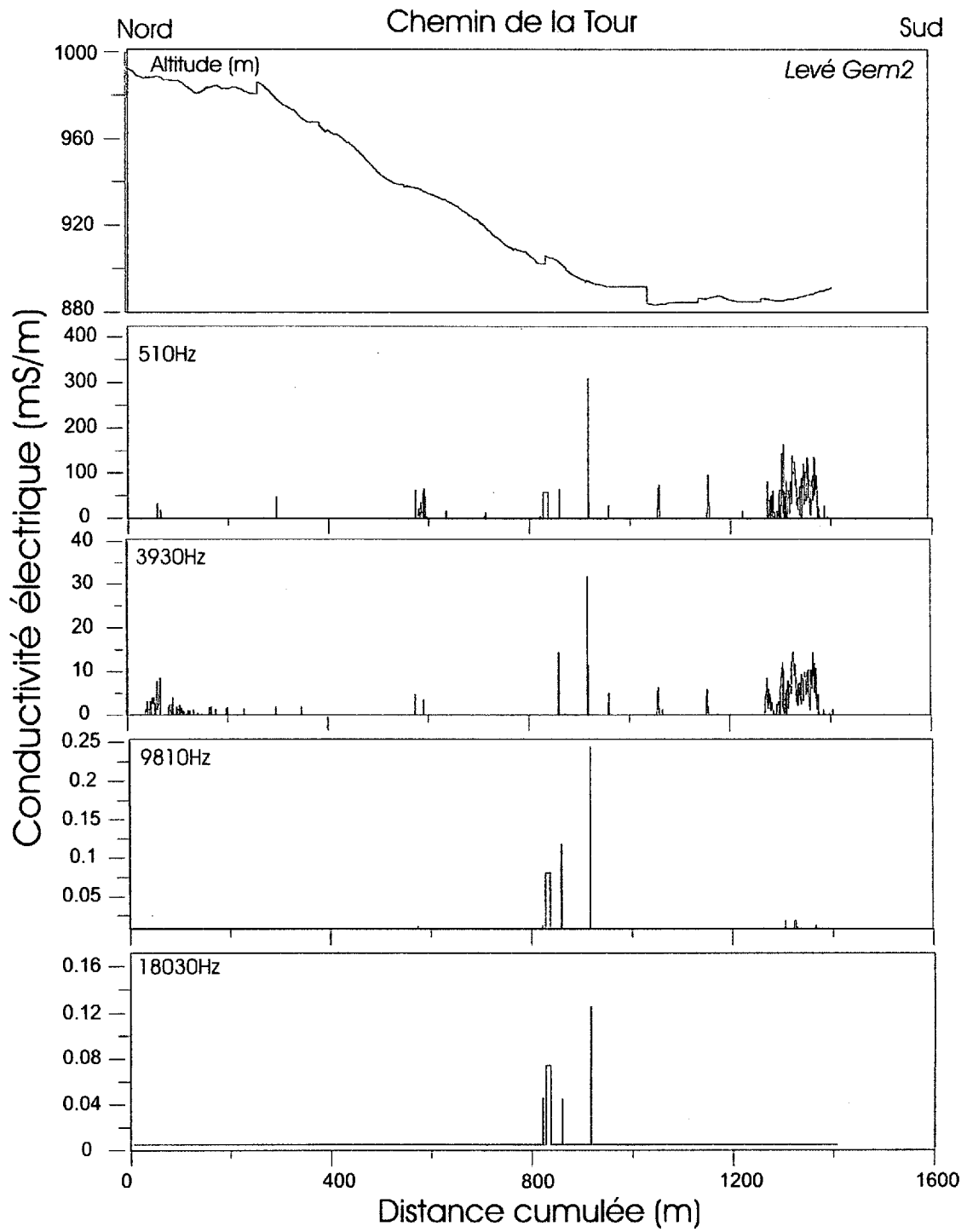


Figure 29b. Variation des valeurs de la conductivité électrique apparente le long du chemin du lac de la Tour.

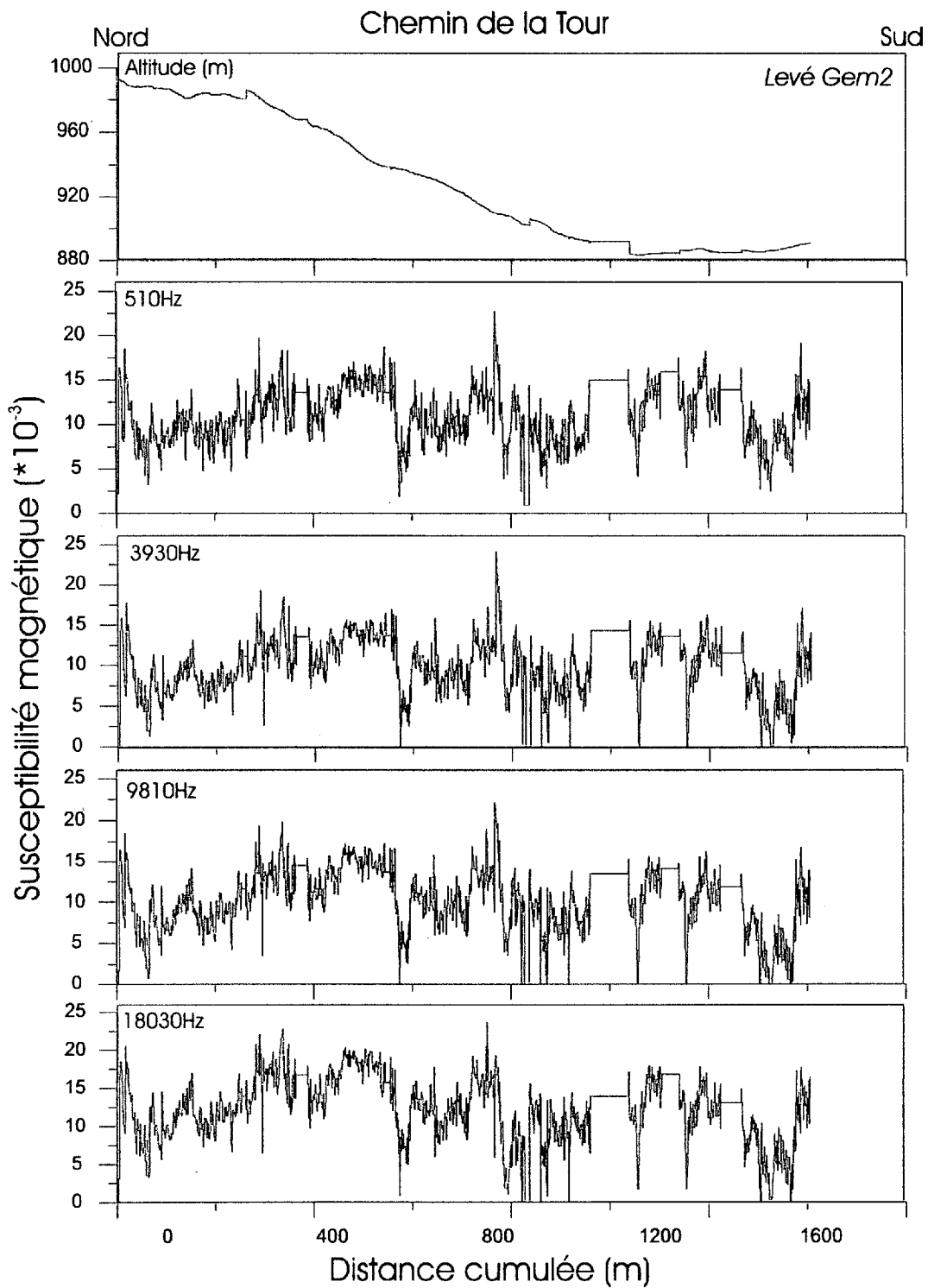


Figure 29c. Variation des valeurs de susceptibilité magnétique le long du chemin du lac de la Tour.

Chemin du Nord et chemin d'accès

Les données de la composante en phase varient considérablement le long de la section du chemin du Nord et du chemin d'accès (**figure 30a**). Les valeurs sont relativement faibles dans la partie amont et augmentent dans la partie centrale de la section, ce qui reflète probablement un accroissement de la conductivité électrique dû à la plus grande épaisseur des sols et des tills dans ce secteur, des matériaux dans lesquels l'eau peut circuler plus librement. Dans la zone située entre 500 et 700m, la baisse des valeurs de susceptibilité magnétique et de conductivité électrique apparente pourrait suggérer la présence de quartzite sous-jacente (**figures 30b et c**).

Les valeurs de conductivité électrique sont généralement faibles ou non mesurables dans la partie amont. Elles augmentent toutefois dans la partie centrale de la section en fonction de la profondeur de pénétration (pour les basses fréquences), ce qui pourrait suggérer que les matériaux conducteurs sont situés à plus de 10 m de profondeur (**figure 30b**). Notons que lors du levé, le chemin du Nord montrait une couverture de neige moins importante qu'ailleurs et que la pénétration du signal d'induction y a été meilleure, de sorte que le levé GEM-2 y a été plus efficace que le long du chemin du lac de la Tour.

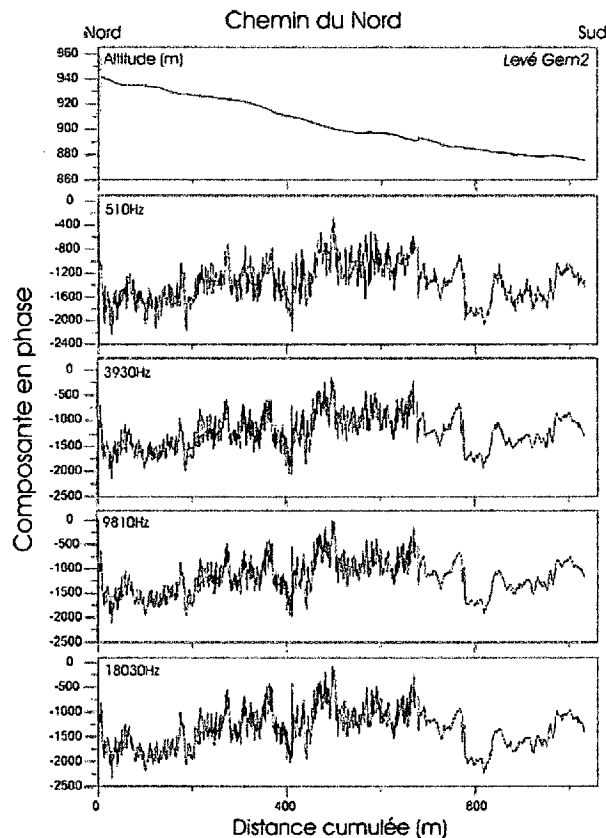


Figure 30a. Variation des valeurs de la composante en phase le long du chemin du Nord et du chemin d'accès.

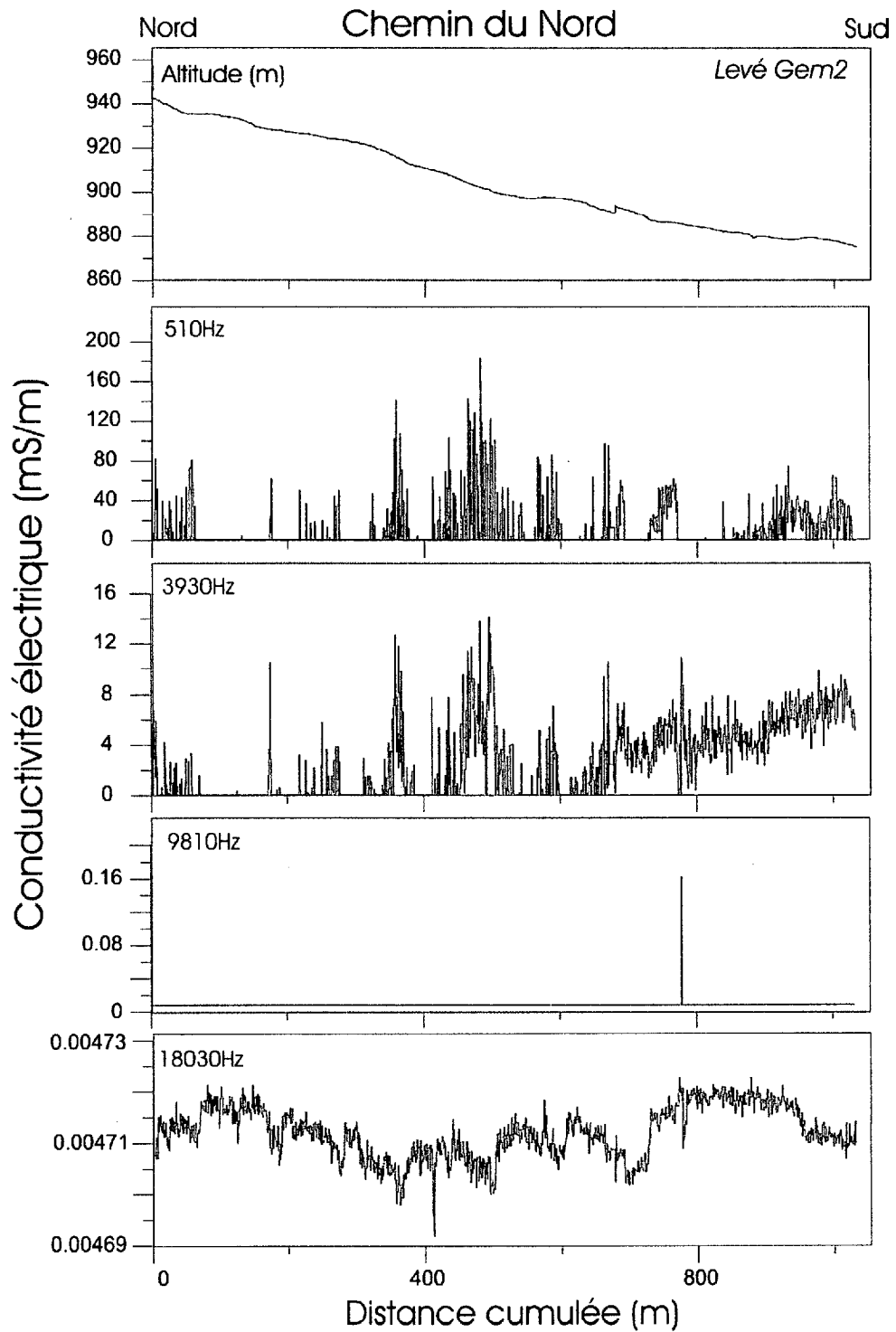


Figure 30b. Variation des valeurs de la conductivité électrique apparente le long du chemin du Nord et du chemin d'accès.

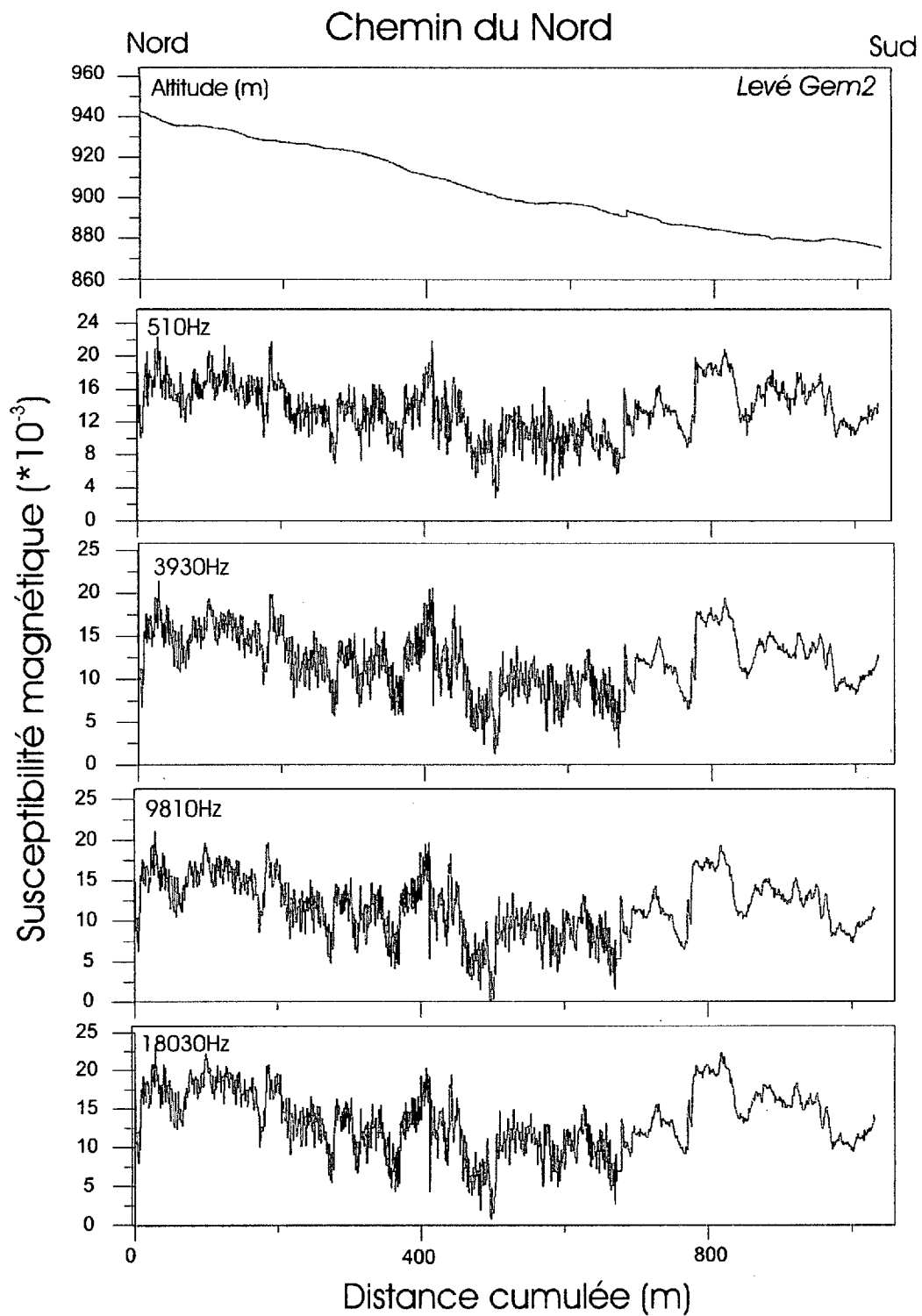


Figure 30c. Variation des valeurs de susceptibilité magnétique le long du chemin du Nord et du chemin d'accès.

2.2.3 Sections secondaires

Des anomalies positives et élevées de la composante en phase (un pic), dont les valeurs sont supérieures à 0, peuvent être générées par des conducteurs métalliques ou graphitiques ou alternativement par des zones saturées en eau associées à des cassures topographiques ou à d'autres types de zones fracturées. De telles anomalies ont été observées le long des sections secondaires 1 (A1, A2), 2 (A3, A4), 4 (A7, A8), 5A (A9, A10), 6B (A15, A16, A17), 7B (A20) et 8A (A21), mais leur origine devra être déterminée sur le terrain. Les anomalies les plus fortes et les plus intéressantes sont celles rencontrées le long des sections 7B et 8A. Tous les résultats des sections secondaires sont présentés à l'annexe 1.

2.2.4 Présentation en plan des données du levé GEM2

Les mesures de conductivité électrique apparente ont été interpolées par krigeage sur une maille de 50m à l'aide du logiciel Oasis Montaj (Geosoft). Toutefois, l'interpolation des données est significative seulement dans les secteurs où la densité des mesures est suffisante. Ainsi, notons qu'il n'y a pas suffisamment de mesures pour décrire adéquatement la conductivité électrique apparente du terrain montagneux situé à l'ouest du chemin du lac de la Tour.

Les mesures de conductivité électrique apparente, obtenues pour les fréquences d'induction de 510, 3930 et 9810Hz et mises en plan (**figures 31, 32 et 33**), montrent l'alternance de zones très peu conductrices (ou fortement résistives) et de zones très conductrices. Cette alternance est expliquée par la présence de roches massives peu conductrices (i.e. les quartzites blanches, qui affleurent le long des sections 1, 2 et 3) et par celle de dépôts quaternaires et de roc fissuré dans lesquels de l'eau se serait infiltrée et qui a pour effet d'augmenter la conductivité électrique apparente.

Conductivité électrique apparente pour la fréquence d'induction de 510 Hz

La distribution des données de conductivité électrique apparente, mesurées pour une fréquence d'induction de 510Hz, sur l'ensemble des sections et chemins du périmètre du levé GEM2 est présentée sur la **figure 31**. On y observe des zones très résistives le long du chemin du lac de la Tour (secteur I, zones en bleu), qui semblent correspondre localement à la présence des quartzites massives. La conductivité augmente brusquement au pied de la forte pente du secteur II (latitude de 5286550 N), où on suppose la présence d'eau d'infiltration dans les roches et les sédiments meubles.

Le long du chemin du Nord et du chemin d'accès, la conductivité électrique est élevée en aval (secteur III) et plus faible en amont (secteur V). Des roches ayant des propriétés

électriques semblables aux quartzites du chemin du lac de la Tour pourraient être présentes dans ce secteur. Au moment où le levé a été effectué, il n'y avait pas de décapages ni d'excavations visibles le long du chemin du Nord, de sorte que les résultats ne peuvent être corroborés ou infirmés par des observations géologiques. Les fortes valeurs de conductivité électrique apparente observées en aval, le long des parties centrale et sud du chemin, pourraient simplement être expliquées par la présence d'eau dans les sols, les dépôts meubles et les roches du secteur, alors que les valeurs beaucoup plus faibles observées en amont le long du chemin du Nord pourraient être dues à la présence de quartzite ou de gneiss massifs localisés sous une plus faible épaisseur de sols et de sédiments quaternaires.

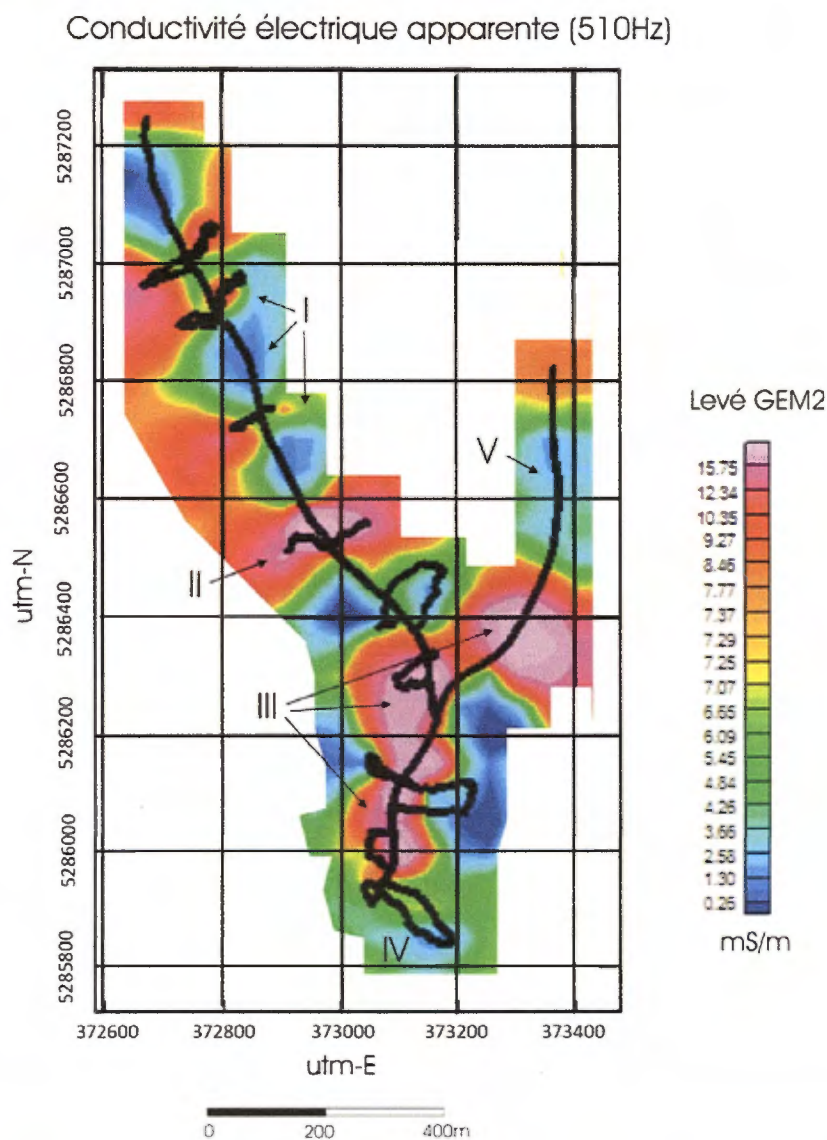


Figure 31. Conductivité électrique apparente interpolée par krigeage pour une fréquence d'induction électromagnétique de 510Hz.

Conductivité électrique apparente pour la fréquence d'induction de 3 930 Hz

De façon générale, les mesures de conductivité électrique apparente obtenues avec une fréquence d'induction de 3 930 Hz donnent des résultats semblables à ceux obtenus avec une fréquence de 510 Hz, bien que certaines différences soient observées localement. Étant donné que la profondeur de pénétration à 3 930 Hz est plus faible, ces différences sont aussi probablement dues à des éléments situés en plus faible profondeur dans le sol.

Le secteur résistif I, situé en amont le long du chemin du lac de la Tour, est caractérisé par de faibles valeurs de conductivité électrique apparente. Toutefois, au nord de l'intersection entre la section 1 et le chemin du lac de la Tour, la conductivité électrique est plus élevée que pour la fréquence de 510Hz, ce qui laisse supposer qu'une zone saturée en eau est située au-dessus de roches plus massives et peu fracturées. Le secteur conducteur II, situé au pied de la forte pente du chemin du lac de la Tour, est beaucoup plus restreint que pour la fréquence de 510 Hz et s'explique par la pénétration en moins grande profondeur du signal de 3 930Hz.

Le secteur conducteur III, situé dans la partie basse du chemin du Nord et le long du chemin d'accès, est moins clairement défini que pour la fréquence de 510Hz, ce qui peut s'expliquer par la présence de matériaux moins conducteurs en surface et possiblement par la présence de neige et de sols gelés (des matériaux résistifs). La conductivité électrique apparente est plus élevée dans le secteur IV, situé à l'extrémité sud du chemin du Nord. Ce résultat contraste avec les mesures obtenues à une fréquence de 510Hz dans le même secteur et peut être expliqué par le temps printanier et l'amorce du dégel des sols et de la fonte des neiges.

Conductivité électrique apparente (3930Hz)

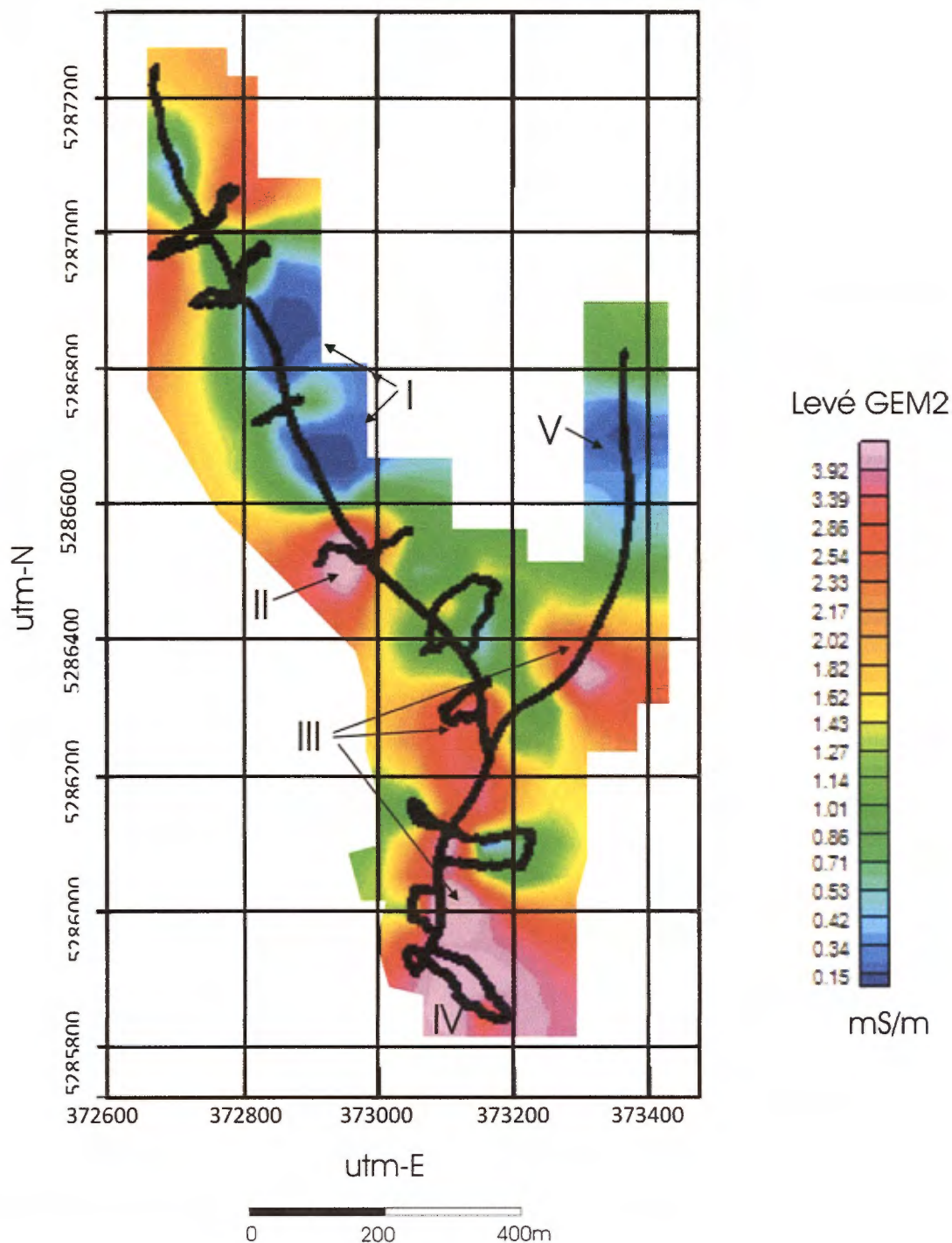


Figure 32. Plan des mesures de conductivité électrique apparente interpolées par krigeage pour une fréquence d'induction électromagnétique de 3 930Hz.

Conductivité électrique apparente pour une fréquence d'induction de 9 810 Hz

Les données obtenues pour une fréquence de 9 810 Hz montrent plusieurs différences par rapport à celles obtenues avec des fréquences de 510 Hz et 3 930 Hz, qui peuvent être expliquées par la plus faible profondeur de pénétration du signal. Dans l'ensemble, la conductivité électrique apparente mesurée pour la fréquence de 9 810 Hz est très faible et peu significative ($< 1,2$ mS/m). Cette faible conductivité électrique est expliquée par la couverture de neige et le sol gelé, des matériaux très résistifs. À titre d'exemple, on peut comparer les zones II et III de la **figure 33** et des **figures 31 et 32**. La zone II, située dans le bas d'une pente, montre une forte conductivité électrique à toutes les fréquences d'induction, probablement due à la présence d'eau dans les sédiments quaternaires et les roches sous-jacentes. Toutefois, la zone III, conductrice aux fréquences de 510 Hz et 3 930 Hz, ne l'est plus à la fréquence de 9 810 Hz, une fréquence d'induction plus élevée dont la pénétration a probablement été limitée à la couverture de neige et au sol gelé dans ce secteur.

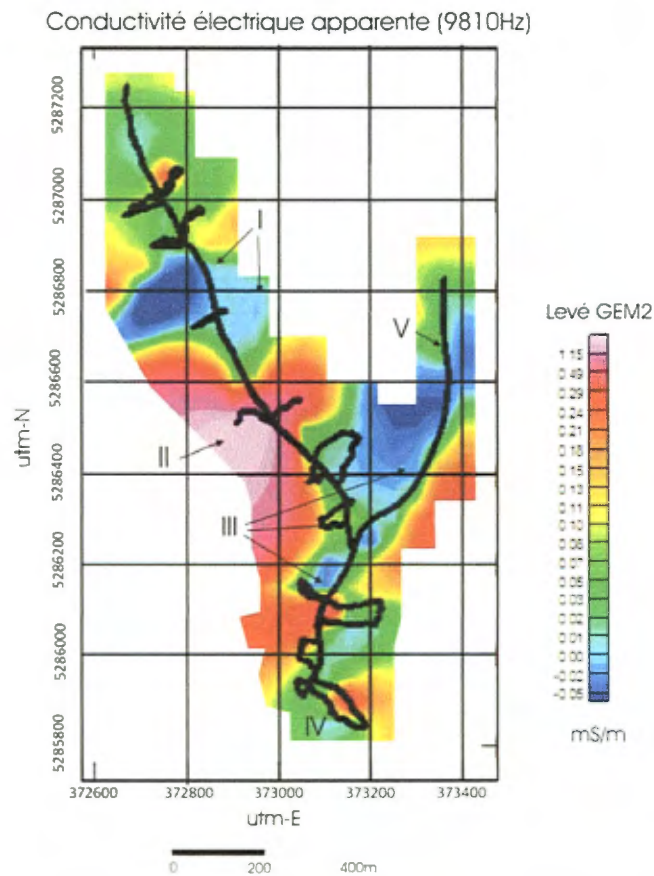


Figure 33. Plan des mesures de conductivité électrique apparente interpolées par krigeage pour une fréquence d'induction électromagnétique de 9810Hz.

Susceptibilité magnétique (recalculée à partir des mesures effectuées à 510Hz)

La sonde GEM2 peut être utilisée dans un mode «électro-magnétomètre» tel que proposé par Won et Huang (2004). Contrairement aux magnétomètres classiques, qui utilisent le champ géomagnétique ambiant comme source d'excitation, l'électro-magnétomètre provoque lui-même un volume restreint de roches et d'autres matériaux. Toutefois, la profondeur d'investigation est influencée par la résistivité du sol et par la fréquence d'induction. Lorsque la géologie locale comporte des unités lithologiques relativement résistives, comme c'est le cas sur la propriété St-Urbain, les résultats les plus intéressants sont obtenus avec les fréquences d'induction les plus faibles (ex. 510 Hz).

Comme on pouvait s'y attendre, la susceptibilité magnétique est très faible du côté ouest où des quartzites blanches massives sont présentes (ex. sections 1, 2 et 3; **figure 34**). Dans ces secteurs, l'épaisseur de mort terrain est faible (< 1m) de sorte que les mesures de susceptibilité reflètent essentiellement la signature du roc sous-jacent. La susceptibilité magnétique est systématiquement plus élevée dans la partie sud du chemin du Nord et plus particulièrement au sud de la latitude 5286200N. Ces fortes valeurs reflètent probablement la présence d'une épaisseur plus importante de tills quaternaires dans ce secteur.

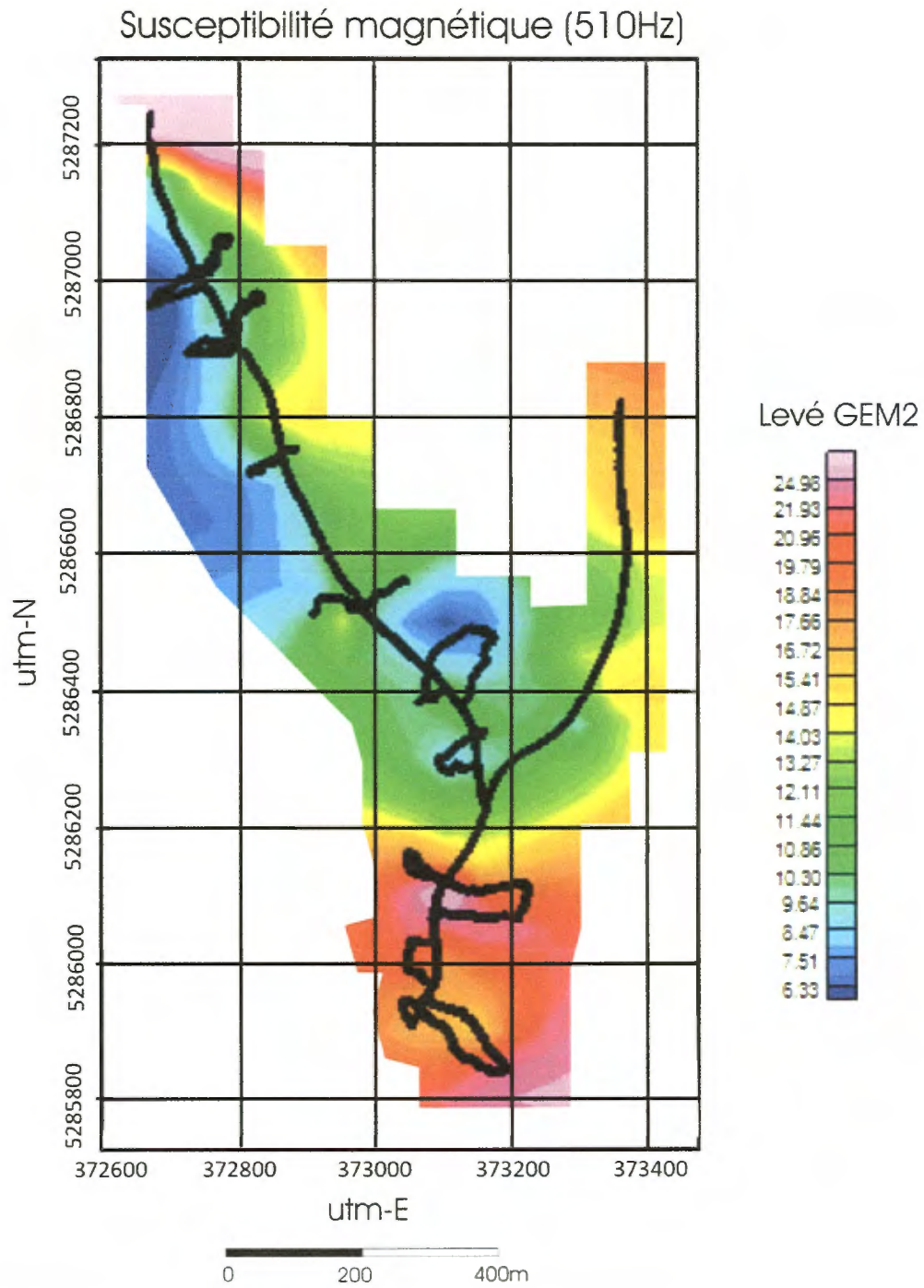


Figure 34. Carte des valeurs de susceptibilité magnétique interpolées par krigeage pour une fréquence d'induction électromagnétique de 510Hz.

3. DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

Les levés d'induction électromagnétique, tels que les levés Promis-10 et GEM2 peuvent aider à caractériser la géologie de sub-surface. Étant donné la couverture de neige au moment où les levés ont été effectués et le peu de contrastes géologiques de la propriété St-Urbain (i.e. présence de gneiss et de quartzite plus ou moins fracturée et hématisée), le levé Promis-10 s'est révélé plus efficace que le levé GEM2. Même si ce dernier permet de mieux documenter les variations horizontales, le signal émis atteint de moins grandes profondeurs, réduites d'autant plus lorsque le sol est couvert de neige.

Le levé Promis-10 a permis de localiser une bande de roches résistives semblant correspondre à l'unité de quartzite blanche et massive, la plus intéressante à exploiter. Toutefois, notons qu'une grande partie des contrastes de conductivité électrique observés résultent vraisemblablement de la présence ou non d'eau infiltrée dans les roches et les sédiments quaternaires sus-jacents.

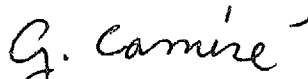
L'unité de quartzite massive semble montrer une grande continuité latérale entre les sections 1 à 7 (**figure 27**). Elle affleure d'ailleurs le long des sections 1 à 4, ce qui permet de valider, du moins en partie, l'interprétation des résultats obtenus. Sur la section 8, l'unité de quartzite massive semble décalée vers l'est, ce qui pourrait être expliqué par la présence d'une faille ou d'un pli. Malgré sa forte pénétration verticale, le levé Promis-10 n'a pas permis de détecter des conducteurs plus forts, qui auraient pu résulter de la présence de minéralisations sulfurées semi-massives ou d'horizons de graphite.

Les contrastes lithologiques et le système de drainage souterrain du terrain affectent également les résultats du levé GEM2, dont la pénétration est généralement limitée à moins de 20m. De façon générale, les résultats du levé GEM2 corroborent ceux du levé Promis-10, bien qu'ils soient moins probants.

Notons en terminant que les levés auraient pu être plus complets et comporter plus de mesures si un réseau de lignes coupées avait été présent, d'autant plus que le terrain forestier et montagneux de la propriété est particulièrement difficile à parcourir. Une meilleure couverture, réalisée en saison estivale, aurait aussi facilité l'interprétation des résultats. De plus, les anomalies de conductivité électrique identifiées devraient être vérifiées sur le terrain.

Complété à Québec, le 2 mai 2010

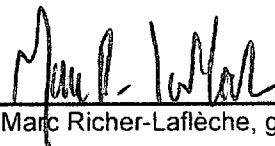
Par



Geneviève Camiré, géo.

(no permis : 1059)





Marc Richer-Lafleche, géo.

(no permis : 1055)

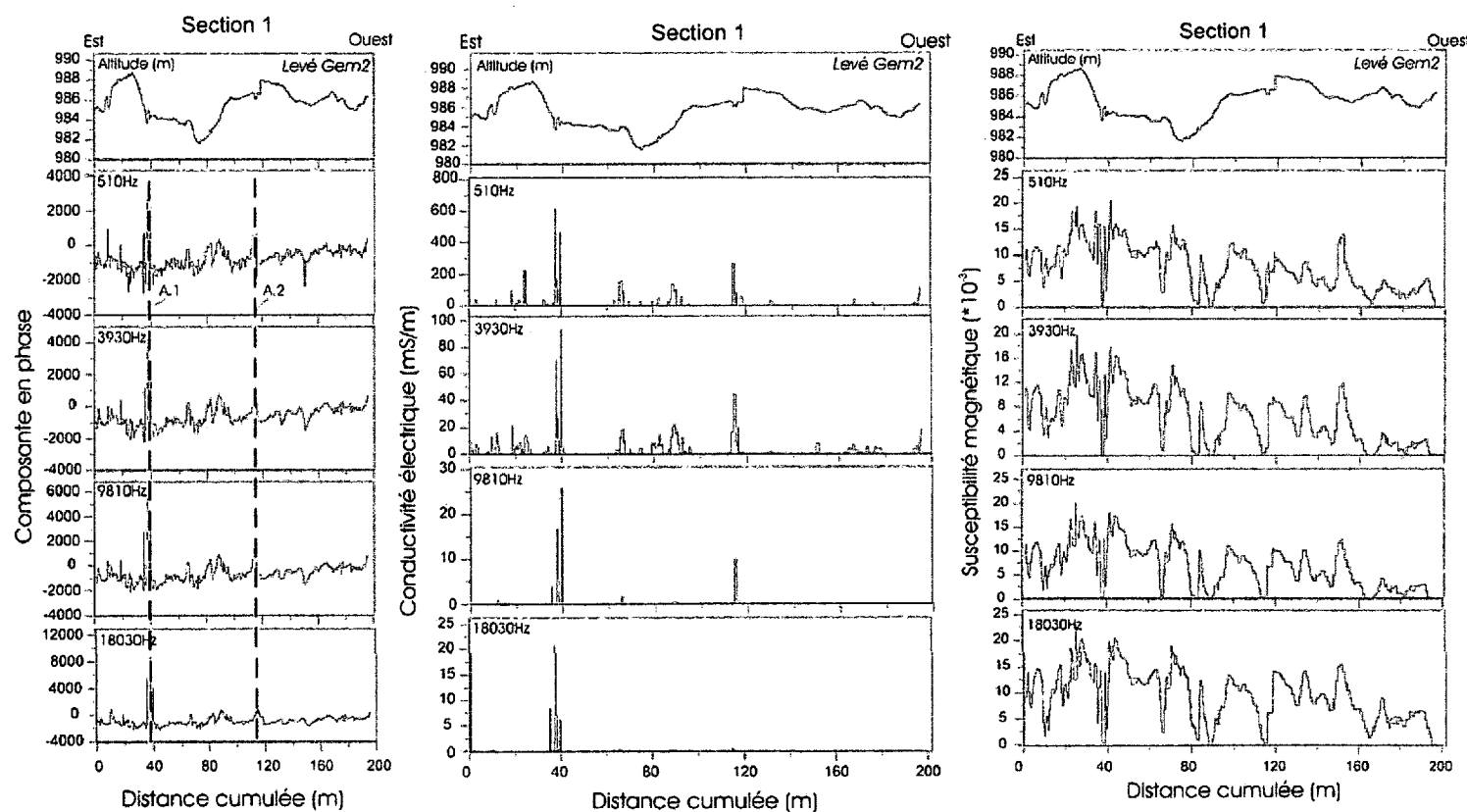


ANNEXE 1 – Résultats détaillés du levé GEM-2

A2. Sections secondaires

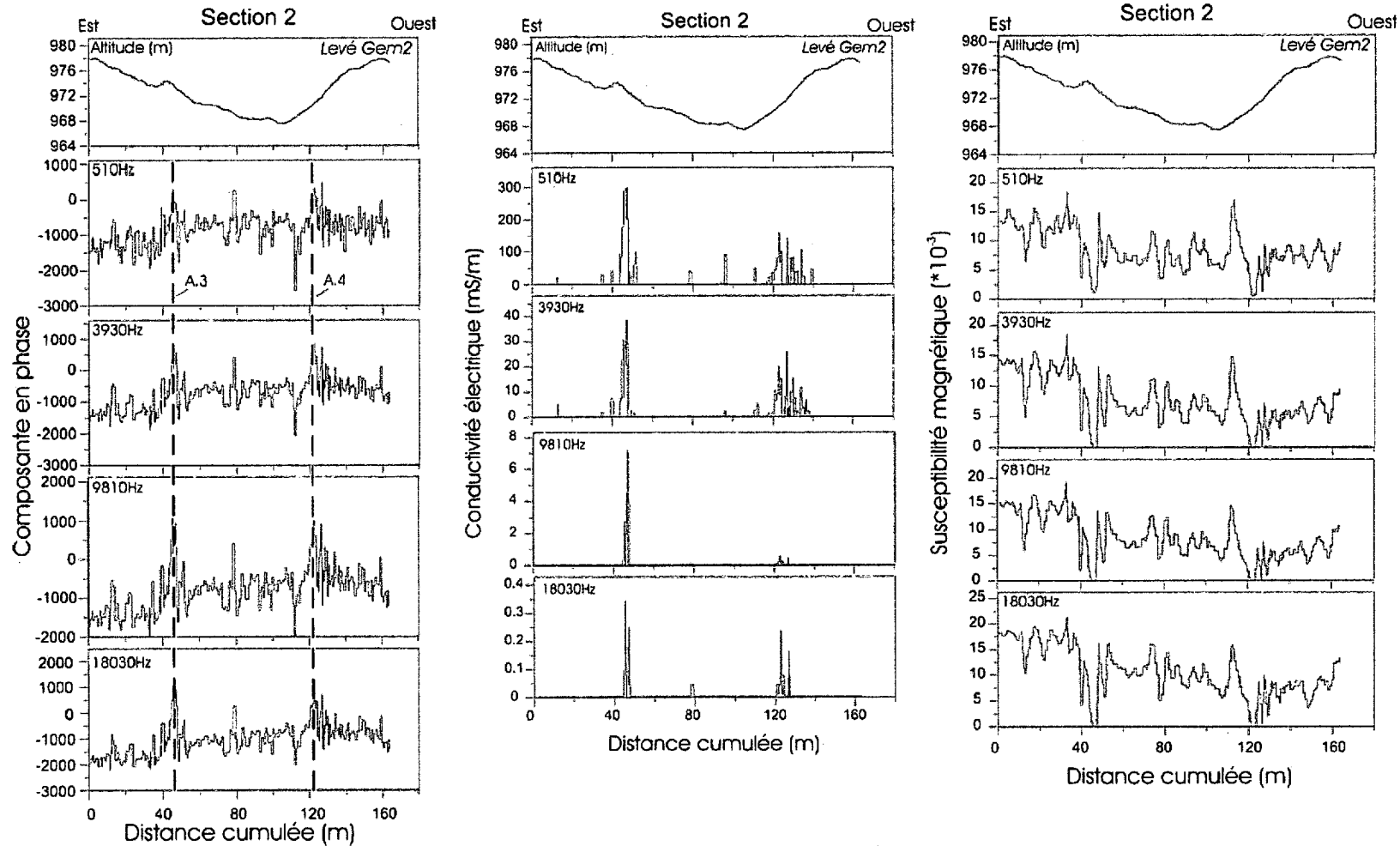
Section 1

La composante en phase montre deux anomalies positives et significatives (A1 et A2) situées à 40 et à 115 m, associées à des cassures topographiques dans lesquelles de l'eau s'est accumulée, qu'on croit être la cause des anomalies. Les valeurs de conductivité électrique sont faibles et tendent à diminuer vers l'ouest, un secteur, où de la quartzite blanche est exposée.



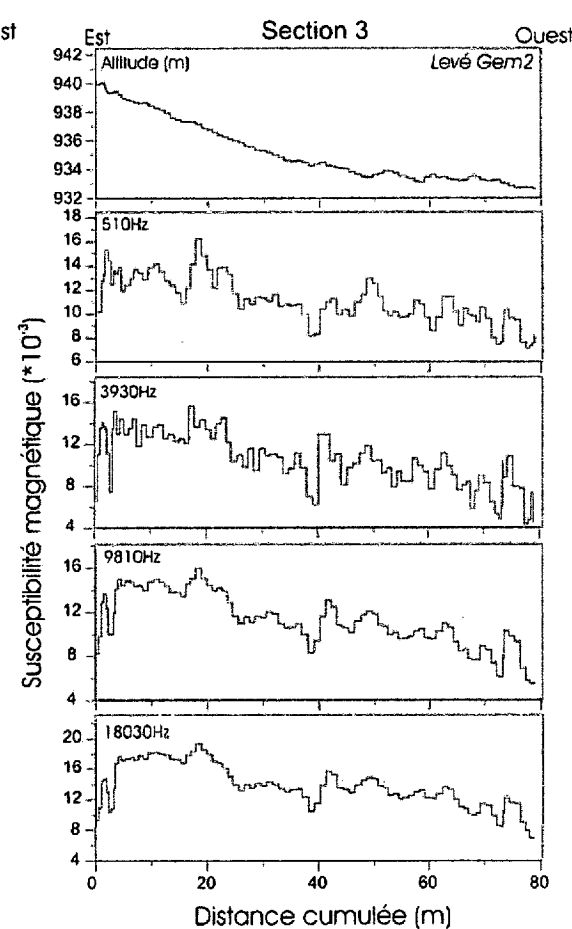
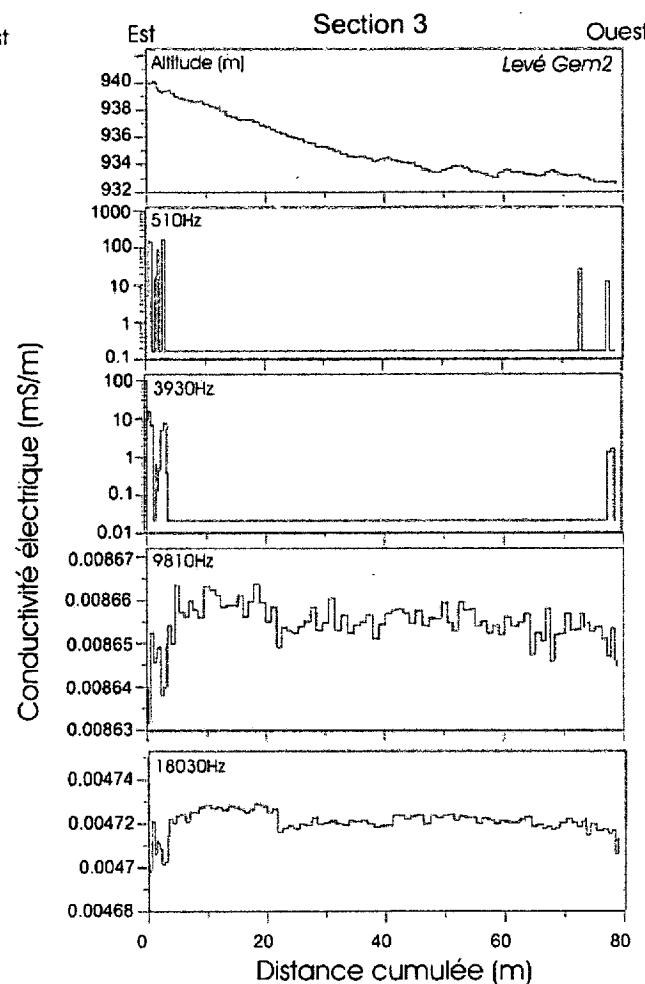
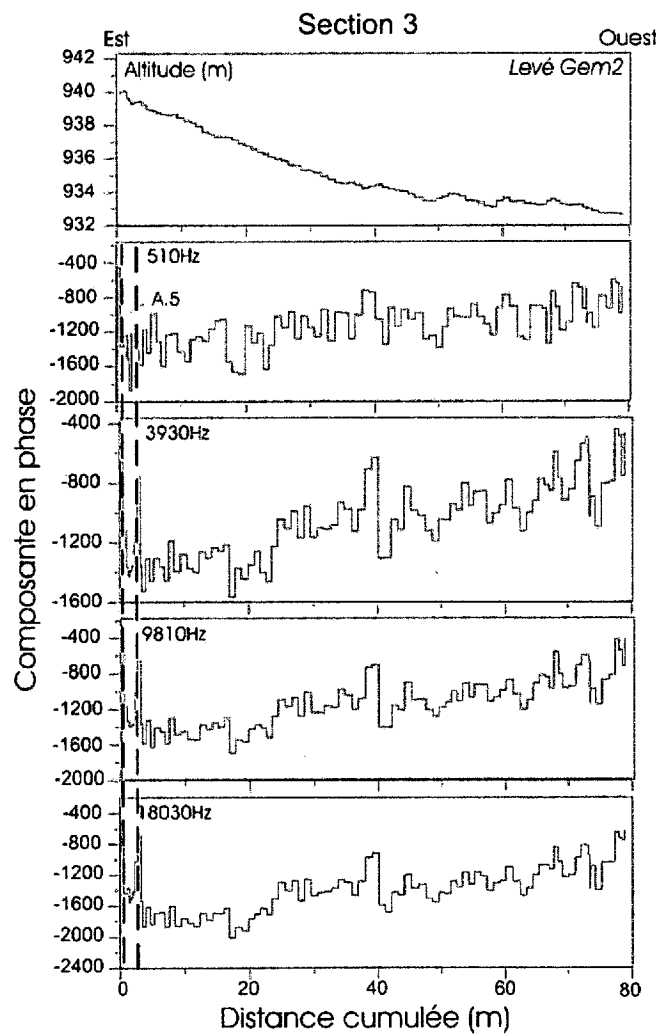
Section 2

Les valeurs de la composante en phase montrent deux anomalies positives (A3 et A4), qui correspondent aussi à des zones où la conductivité électrique est plus élevée et à un creux topographique. On suppose donc que les anomalies résultent de la présence d'eau infiltrée dans la roche sous-jacente. Comme pour la section précédente, les valeurs de susceptibilité magnétique diminuent vers l'ouest à l'approche de l'horizon de quartzite blanche massive.



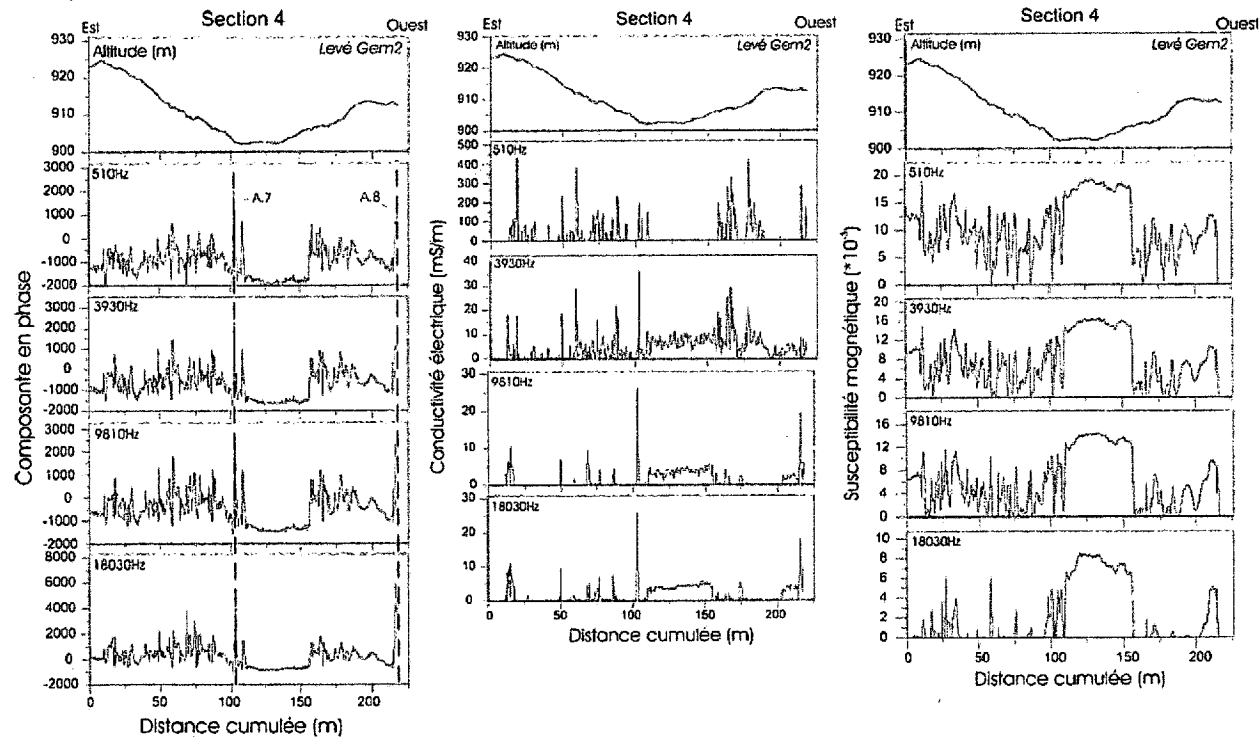
Section 3

La section 3 montre des valeurs de conductivité très faibles et donc de résistivité élevée, qui collent bien avec la présence de quartzite massive.



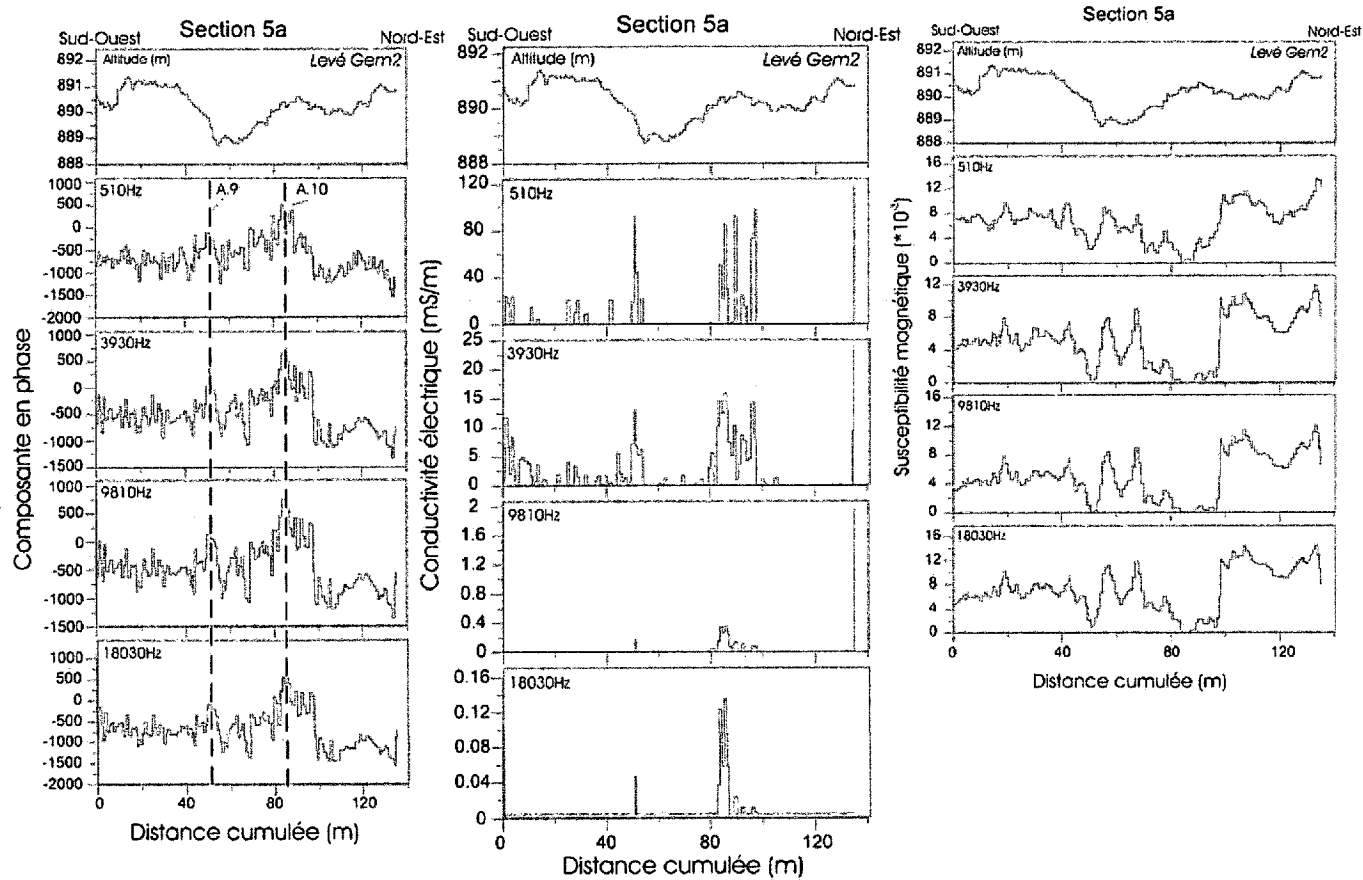
Section 4

La section 4 couvre une distance de 220 m et traverse le chemin du lac de la Tour dans un creux topographique situé entre 100 et 130m. Les valeurs de la composante en phase sont plus élevées de part et d'autre de ce creux, où est aussi située la petite carrière de silice. Deux anomalies, A7 et A8, sont observées sur la section, mais leur cause demeure inconnue (neige et tills situés au-dessus). La quartzite blanche, située dans le creux topographique, montre de très faibles valeurs de conductivité électrique comme on pouvait s'y attendre. Pour les fréquences moins pénétratives (ex. 3 930 HZ et plus), l'augmentation des valeurs de conductivité électrique est expliquée par la présence, dans ce secteur, d'un petit ruisseau coulant en surface. Les valeurs de susceptibilité magnétique sont difficiles à interpréter d'autant plus que le terrain a été modifié pour permettre l'accès des véhicules.



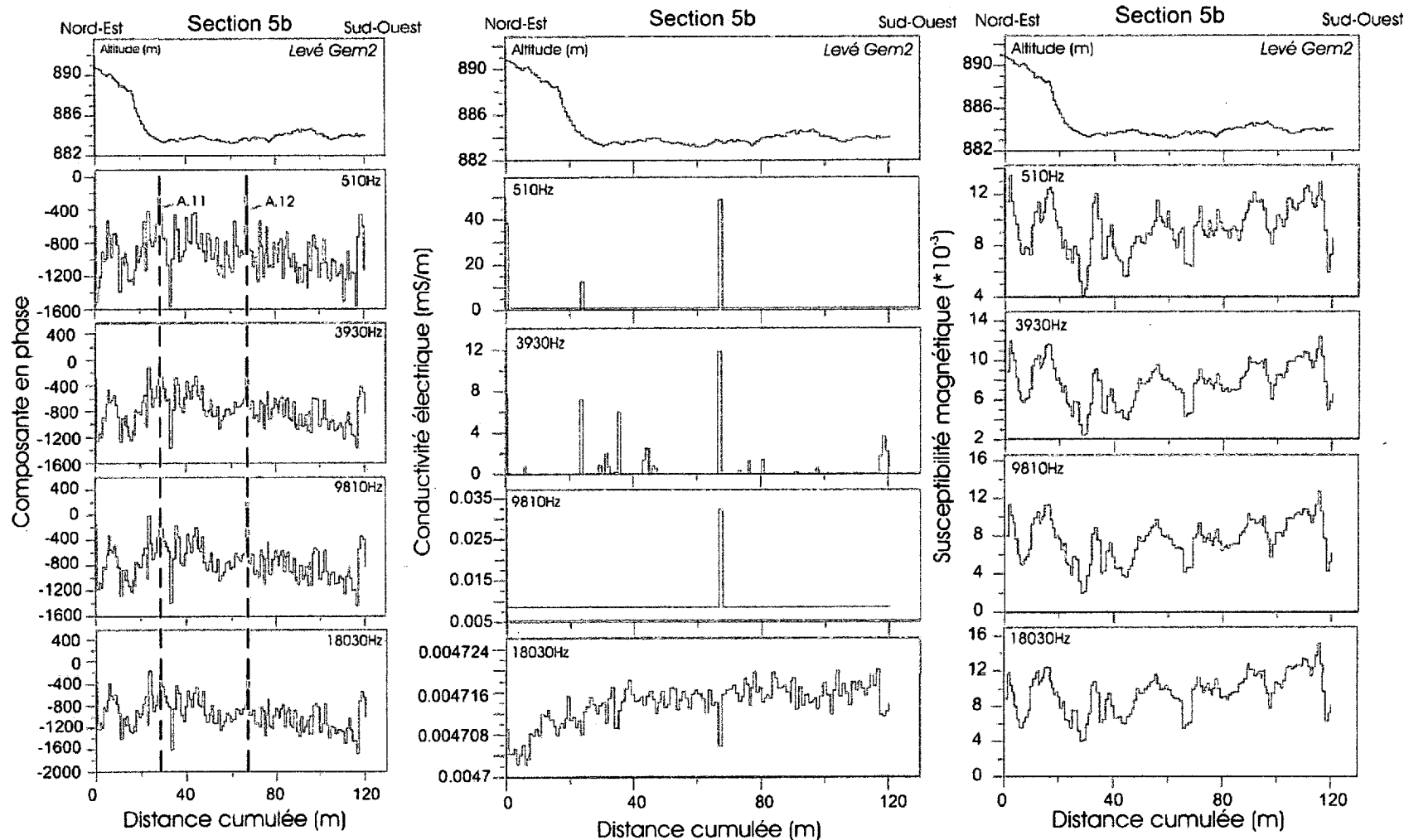
Section 5a

Les sections 5a et 5b contournent une zone marécageuse plus ou moins asséchée en été. L'anomalie A9 est située au bas d'une pente et correspond probablement à une zone d'infiltration d'eau. Par contre, l'anomalie A10 est située sur un petit relief et suggère plus vraisemblablement un contrôle lithologique. Les fortes valeurs de susceptibilité magnétique obtenues entre 100 m et l'extrémité NE de la section suggèrent aussi un contrôle lithologique (par exemple, une unité de gneiss distincte).



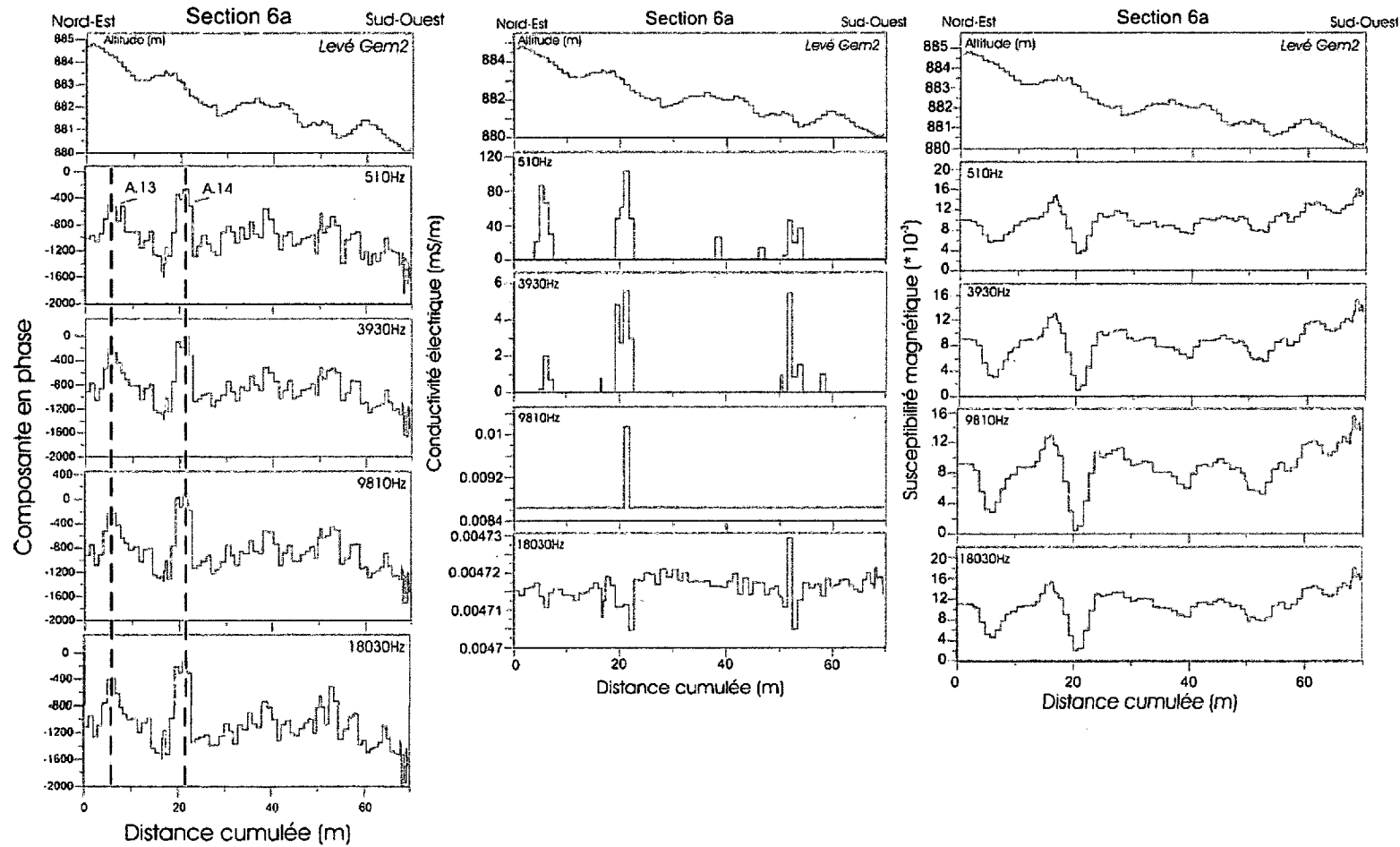
Section 5b

Comme pour plusieurs autres sections, les résultats obtenus le long de la section 5b sont peu probants et le caractère très résistif des unités lithologiques traversées est expliqué par la présence de quartzite plutôt massive.



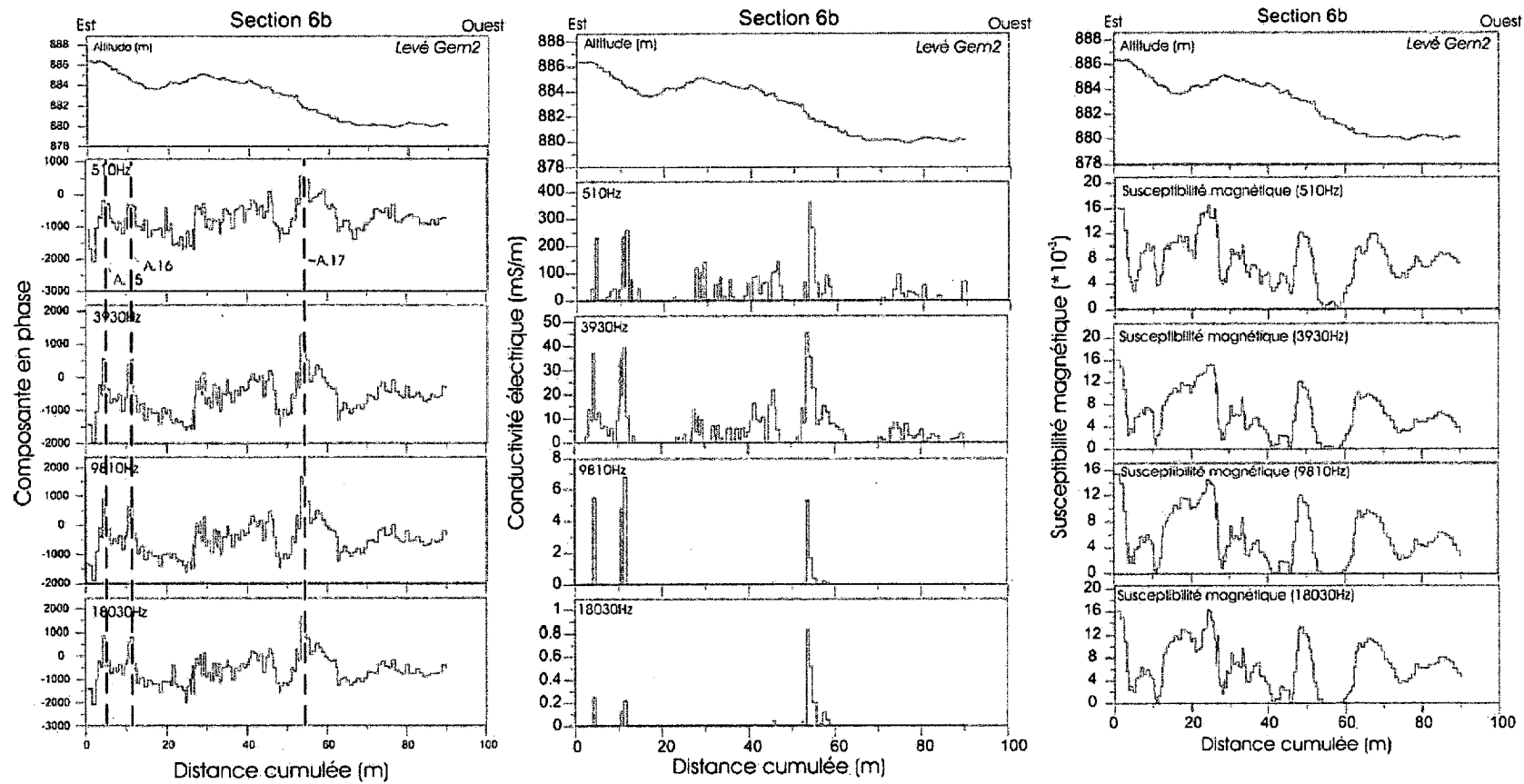
Section 6a

Les valeurs élevées de conductivité électrique corrélées aux anomalies peu significatives de la composante en phase suggèrent la présence d'eau infiltrée dans le socle et non celle de sulfures.



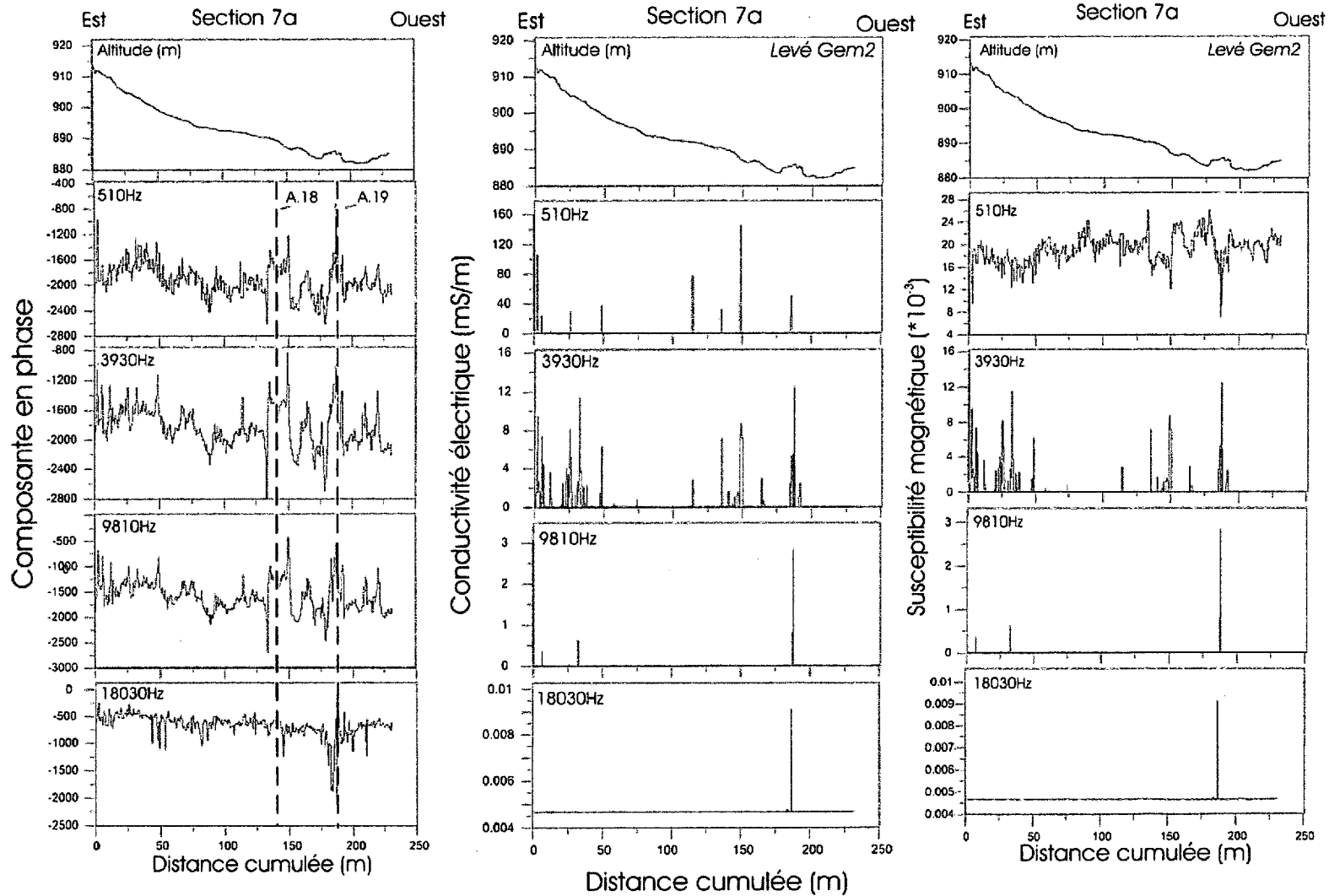
Section 6b

La section 6b montre des variations semblables à celles de la figure 6a, somme toute peu significatives.



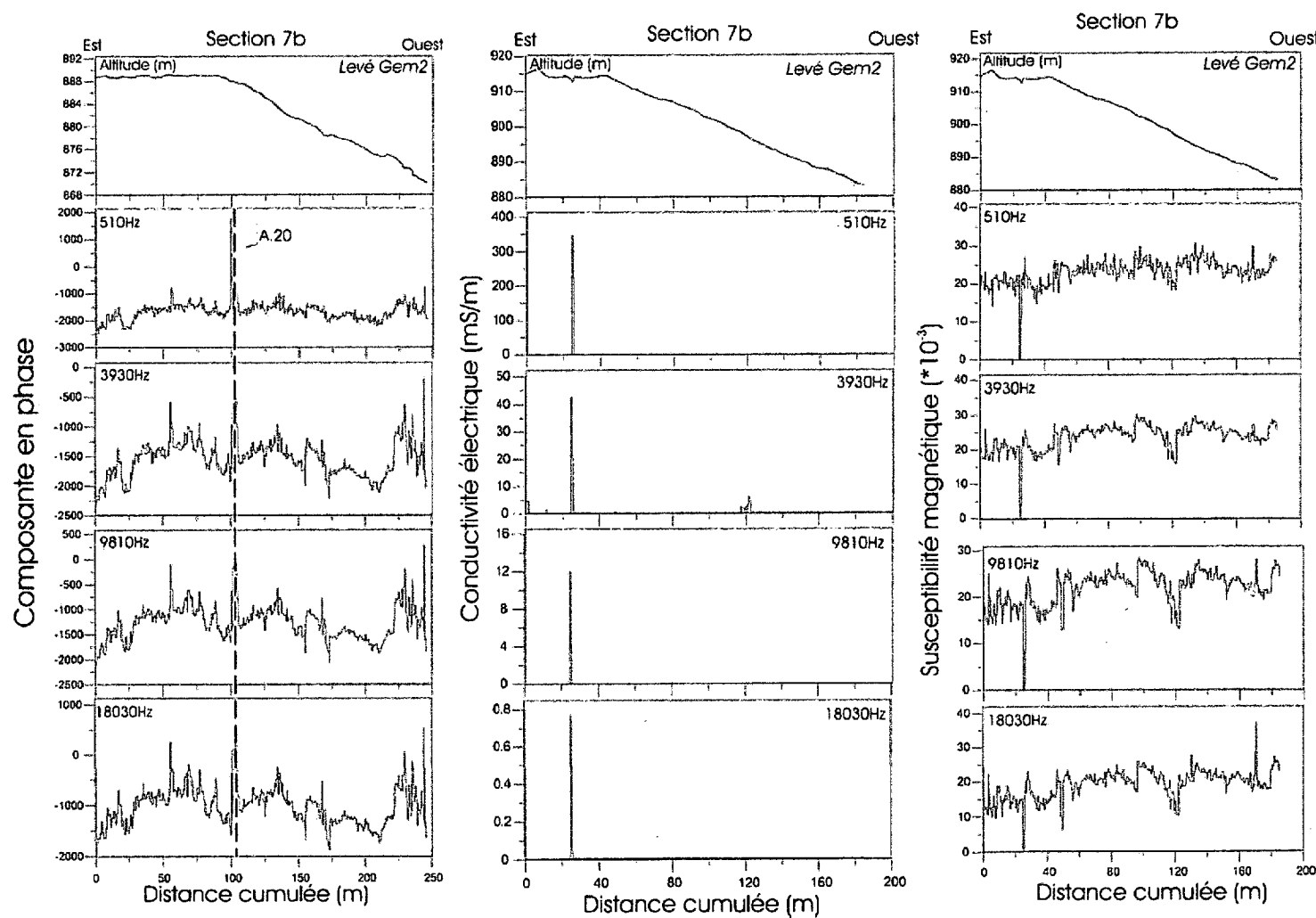
Section 7a

La section 7a montre peu de contrastes. Les valeurs absolues des anomalies A18 et A19 sont négatives et peu significatives.



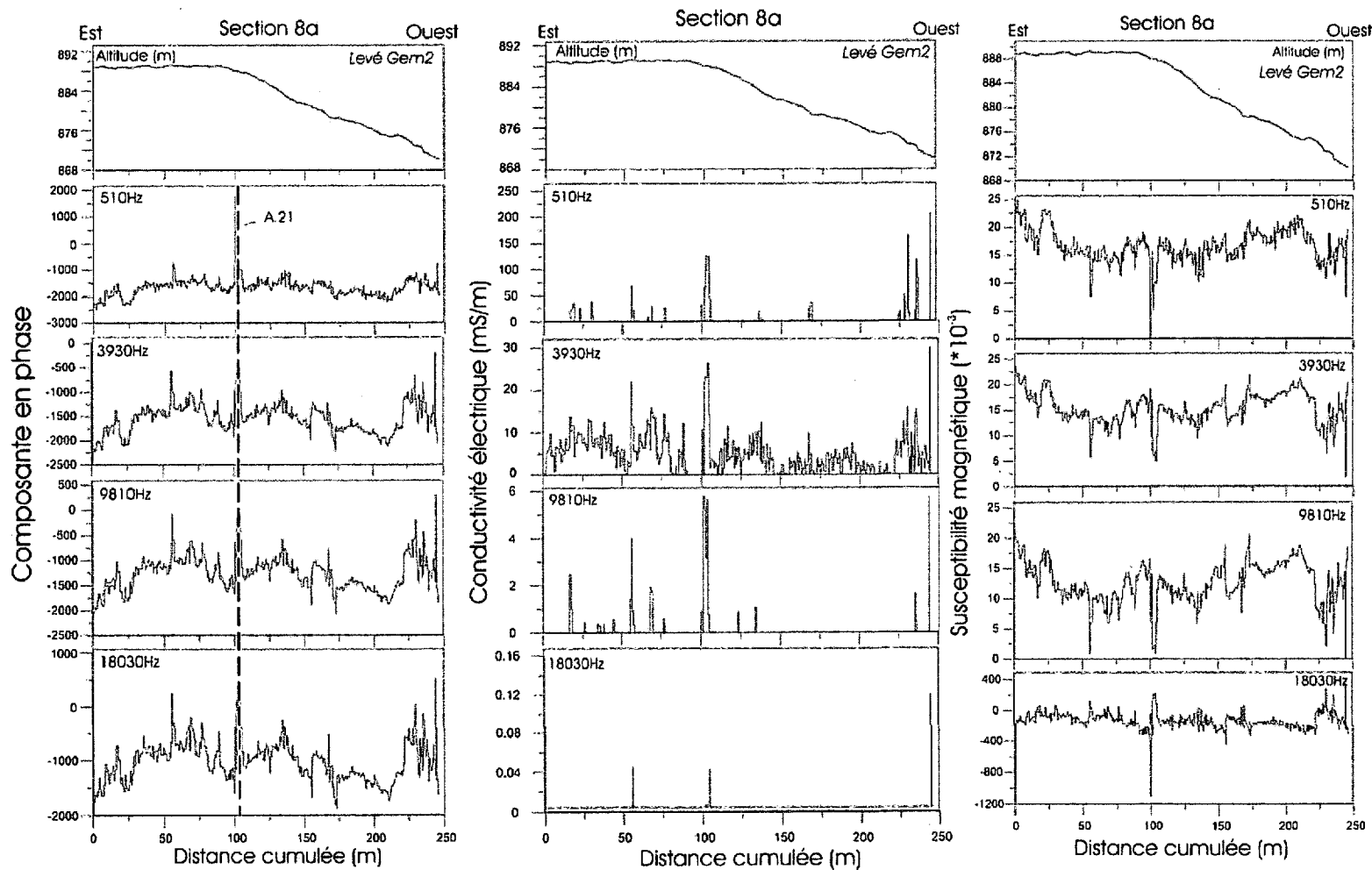
Section 7b

Contrairement à la section précédente, les valeurs absolues de la composante en phase de l'anomalie A20 (+1500 à 510 Hz) sont positives et semblent significatives. Il y aurait lieu de vérifier cette anomalie sur le terrain, puisqu'il est possible qu'elle puisse être causée par la présence de minéralisations sulfurées ou d'un horizon de graphite.



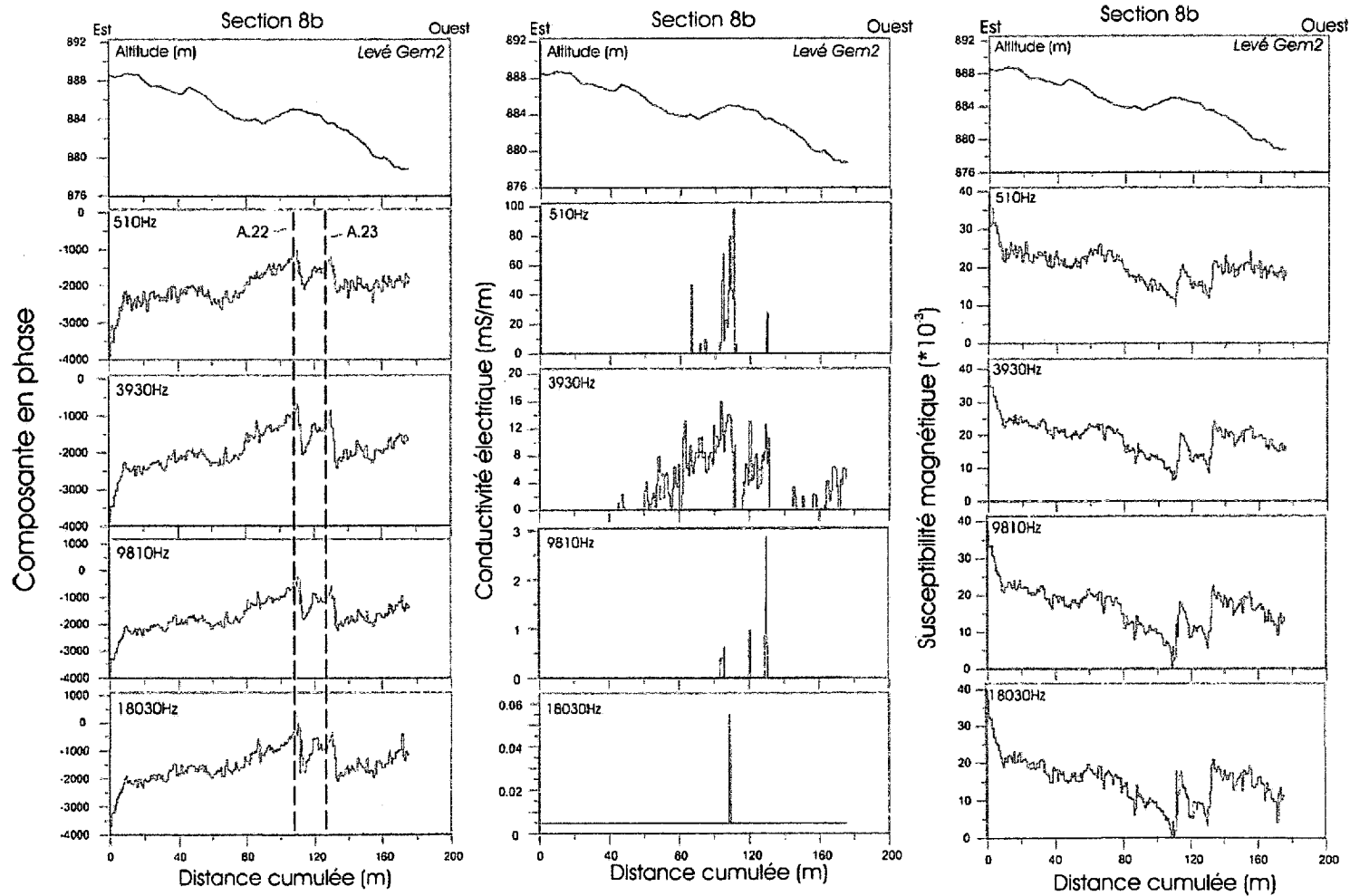
Section 8a

Comme pour la section 7b, l'anomalie A21 (+1500 à 510 Hz) est positive et semble significative, de sorte qu'il y aurait aussi lieu d'en vérifier la nature sur le terrain.



Section 8b

Les valeurs absolues de la composante en phase des anomalies A22 et A23 sont négatives et semblent peu significatives. Les valeurs plus élevées de conductivité électrique observées entre 80 et 120m semblent être causées par la présence d'eau dans un creux topographique du terrain.



REFERENCES

Camiré, G., 2004. Caractérisation pétrographique et géochimique des quartzites du gîte de silice de St-Urbain, Charlevoix (Québec), propriété minière détenue par Groupe Géthé inc. GM 60892.

Camiré, G. et Richer-Lafleche, M., 2008. Analyses par spectroscopie NIRS et fluorescence-X d'échantillons de quartzite provenant du gîte de silice de St-Urbain. Rapport remis au Groupe Géthé inc.

Camiré, G. et Richer-Lafleche, M., 2006. Analyse par spectroscopie de réflectance proche infra-rouge sur des échantillons provenant du gîte de St-Urbain. Rapport remis au Groupe Géthé inc.

Won, I.J. et Huang, H., 2004. Magnetometers and electro-magnetometers. The Leading Edge, May 2004.

Won, I.J., Keiswetter, D.A., Fields, G.R.A et Sutton, 1996. GEM-2 : a new multifrequency electromagnetic sensor, Journ. Of Environmental and Engineering Geophysics; 1 :129-138.