

# MB 87-10

DEVELOPPEMENT DE TECHNIQUES D'EXPLORATION DES GRANDS AXES CONDUCTEURS

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 



## SÉRIE DES MANUSCRITS BRUTS

# Développement de techniques d'exploration des grands axes conducteurs

Robert Bazinet  
Jacinthe Sabourin

Département de génie minéral  
École Polytechnique

Ce document est une reproduction fidèle du manuscrit tel que soumis par l'auteur sauf pour une mise en page sommaire destinée à assurer une qualité convenable de reproduction.

-- RAPPORT --

DÉVELOPPEMENT DE TECHNIQUES D'INVENTAIRE  
DES GRANDS AXES CONDUCTEURS

préparé pour:

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES  
DU QUEBEC  
1620, boul. de l'Entente  
Québec, Québec  
G1S 4N6

par:

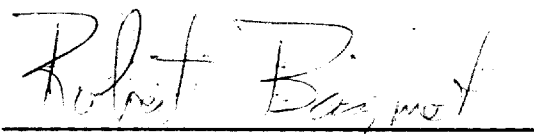
Robert Bazinet  
et Jacinthe Sabourin

avec la collaboration substantielle de  
Marc Boivin, Marc A. Cloutier,  
Richard Darling, Paul Labrecque,  
Louis Mayrand, Camil St-Hilaire,  
Pierre Trudel  
Département de génie minéral  
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

soumis pour:

LE CENTRE DE DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE  
DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL  
Campus de l'Université de Montréal  
Case postale 6079, Succursale A  
Montréal (Québec) H3C 3A7

Août 1986



Robert Bazinet  
Directeur du projet

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier tous les gens qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation du projet qui fait l'objet de ce rapport.

En plus des collaborateurs principaux qui ont participé à la rédaction du rapport et qui sont cités à la page titre, Y. Beaulieu, M. Chouteau et S. Desautels ont fourni des éléments importants. Denis Jacques Dion du MERQ nous a fait bénéficier, sur le terrain, de son expérience en sismique. Pierre Bérubé de Sagax géophysique Inc. et Pierre Keating de ACSI géoscience ont fourni des rapports essentiels au projet. Les connaissances géologiques de André Gobeil et de Jean-Claude Caty ont rendu de fiers services.

Lois

Nous ne voulons pas oublier non plus, toutes les personnes, étudiants, personnel de terrain, techniciens, dessinateurs, personnel de bureau, administrateurs, sans qui la réalisation de ce projet n'eut pas été possible. Les auteurs n'ont qu'à se louer de la collaboration de tout le personnel de l'École Polytechnique, du Centre de Développement Technologique, du Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec ainsi que de son Centre de Recherche Minérale.



TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
<u>CHAPITRE 1</u> INTRODUCTION .....	1
<u>CHAPITRE 2</u> GÉOLOGIE GÉNÉRALE .....	6
2.1 Géologie régionale .....	6
2.2 Umex .....	10
2.2.1 Localisation .....	10
2.2.2 Travaux antérieurs .....	10
2.2.3 Géologie locale .....	12
2.2.4 Levés électromagnétiques et magnétiques ...	14
2.2.4.1 Levés EMH .....	14
2.2.4.2 Levés magnétiques .....	23
2.2.5 Topographie et hydrographie .....	25
2.2.6 Dépôts meubles .....	25
2.3 Caopatina .....	29
2.3.1 Localisation .....	29
2.3.2 Travaux antérieurs .....	29
2.3.3 Géologie locale .....	32
2.3.4 Levés électromagnétiques et magnétiques ...	35
2.3.4.1 Levés EMH .....	35
2.3.4.2 Levés magnétiques .....	38
2.3.5 Topographie et hydrographie .....	38
2.3.6 Dépôts meubles .....	40
2.4 Richardson .....	42
2.4.1 Localisation .....	42
2.4.2 Travaux antérieurs .....	42
2.4.3 Géologie locale .....	45
2.4.3.1 Cartographie géologique .....	45
2.4.3.2 Pétrographie et minéragraphie ...	54
2.4.3.3 Lithogéochimie .....	61
2.4.4 Géophysique .....	62
2.4.4.1 Levés EMH .....	62
2.4.4.2 Levés magnétiques .....	69
2.4.4.3 Levés gravimétriques .....	72
2.4.5 Topographie et hydrographie .....	74
2.4.6 Dépôts meubles .....	75

(suite) -

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
<u>CHAPITRE 3</u> TECHNIQUES D'EXPLORATION .....	77
3.1      Généralités .....	77
3.2      Levé Input .....	77
3.3      Levés de routine .....	81
3.3.1      Cadre électromagnétique horizontal .....	81
3.3.2      Magnétométrie .....	82
3.3.3      Polarisation provoquée .....	82
3.4      Levés conventionnels .....	85
3.4.1      Gravimétrie .....	88
3.4.1.1      Umex .....	89
3.4.1.2      Caopatina .....	93
3.4.1.3      Richardson .....	96
3.4.1.4      Conclusion .....	99
3.4.2      Géochimie de sol .....	100
3.4.2.1      Généralités .....	100
3.4.2.2      Méthodologie .....	101
3.4.2.2.1      Échantillonnage .....	101
3.4.2.2.2      Techniques analytiques .....	106
3.4.2.3      Site Richardson, été 1983 .....	107
3.4.2.4      Campagne 1985 .....	112
3.4.2.4.1      Contrôle de qualité ..	112
3.4.2.4.2      Résultats .....	120
3.4.2.4.3      Analyse statistique ..	129
3.4.2.4.3.1      Variogrammes .....	129
3.4.2.4.3.2      Analyse discriminante.	132
3.4.2.4.4      Conclusions .....	138
3.4.3      Géochimie de roches .....	147
3.5      Levés expérimentaux .....	147
3.5.1      Généralités .....	147
3.5.2      Levé UTEM .....	148
3.5.3      Cadre vertical .....	162
3.5.4      Levé de polarisation spontanée et mesures de pH et de la conductivité des sols .....	171
3.5.4.1      Umex .....	174
3.5.4.2      Caopatina .....	176
3.5.4.3      Richardson .....	176
3.5.4.4      Conclusions .....	181
<u>CHAPITRE 4</u> CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS .....	184
RÉFÉRENCES .....	191

LISTE DES FIGURES

<u>FIGURE</u>	<u>DESCRIPTION</u>	<u>Page</u>
1	Carte régionale de localisation des trois sites étudiés .....	3
2.1	Carte de localisation de la ceinture Abitibi .....	7
2.2	Carte de localisation du conducteur Input sur Umex ..	11
2.3	Carte géologique sur Umex .....	13
2.4	Carte de compilation des conducteurs EMH et des forages .....	15
2.5 à 2.9	Coupes simplifiées des zones conductrices d'Umex ....	16 à 20
2.10	Carte magnétique Umex .....	24
2.11	Profil de mort-terrain Umex L2W .....	26
2.12	Profil de mort-terrain Umex L0 .....	27
2.13	Profil de mort-terrain Umex L1E .....	28
2.14	Carte de localisation régionale de Caopatina .....	30
2.15	Carte de localisation du conducteur Input Caopatina..	31
2.16	Carte géologique de Caopatina .....	33
2.17	Carte géologique simplifiée de Caopatina .....	34
2.18	Carte de localisation des conducteurs EMH .....	36
2.19	Profil magnétique Caopatina .....	39
2.20	Profil de mort-terrain Caopatina .....	41
2.21	Carte de localisation de la grille et des forages de Richardson .....	43
2.22	Carte de localisation régionale Richardson .....	44
2.23	Carte de localisation du conducteur Input Richardson..	46
2.24	Carte géologique simplifiée, Richardson .....	48
2.25	Coupe simplifiée des formations rencontrées par le forage de la ligne L56E .....	49
2.26	Coupe simplifiée des formations rencontrées par le forage de la ligne L50E .....	50
2.27	Coupe simplifiée des formations rencontrées par le forage de la ligne L36E .....	52
2.28	Coupe simplifiée des formations rencontrées par le forage de la ligne L5E .....	55
2.29	Carte de compilation géophysique sur le site Richardson .....	63
2.30	Levé électromagnétique EMH sur Richardson .....	67
2.31	Représentation tridimensionnelle du levé magnétique sur Richardson .....	68-70
2.32	Carte magnétique interprétée Richardson .....	71
2.33	Carte gravimétrique sur Richardson .....	73
2.34	Profil de mort-terrain Richardson .....	76



(suite) -

LISTE DES FIGURES

FIGURE	DESCRIPTION	Page
3.1	Conducteur Input original, Richardson .....	79
3.2	Conducteur Input après corrections, Richardson .....	80
3.3	Anomalie de chargeabilité Richardson .....	84
3.4	Mesures expérimentales de PPL (corps vertical) .....	86
3.5	Mesures expérimentales de PPL (corps incliné à 70°)..	87
3.6	Gravité-sismique L2W Umex .....	90
3.7	Anomalie résiduelle L2W Umex .....	92
3.8	Gravité-sismique LO Umex .....	94
3.9	Gravité-sismique L1E Umex .....	95
3.10	Gravité-sismique L5E Caopatina .....	97
3.11	Gravité-sismique L52E Richardson .....	98
3.12	Configuration spatiale de l'échantillonnage de sol sur le site Umex .....	102
3.13	Configuration spatiale de l'échantillonnage de sol sur le site Caopatina .....	103
3.14	Configuration spatiale de l'échantillonnage de sol sur le site Richardson de l'été 1985 .....	104
3.15	Localisation des échantillons d'humus prélevés en 1983 sur le site Richardson .....	105
3.16	Localisation des teneurs cumulées sur Richardson de l'été 1983 .....	111
3.17	Histogramme des pertes au feu, été 85 .....	114
3.18	Spectre du cuivre, site Umex .....	118
3.19	Spectre du cuivre, site Richardson .....	119
3.20	Carte des teneurs géochimiques de sol anormales, horizon A et B, site Umex .....	124
3.21	Carte des teneurs géochimiques de sol anormales, horizon A et B, site Caopatina .....	126
3.22	Carte des teneurs géochimiques de sol anormales, horizon A et B, site Richardson .....	128
3.23	Variogrammes du Zn, Mn, Co .....	130
3.24	Variogrammes de As, Ni, Sr .....	131
3.25	Variogramme de la variable synthétique SCO .....	134
3.26	Profil du score discriminant, site Umex LO .....	135
3.27	Profil du score discriminant, site Caopanina L5E ....	136
3.28	Profil du score discriminant, site Richardson L52E ..	137
3.29	Profil du score discriminant, site Richardson L55E ..	139
3.30	Profil du score discriminant, site Caopanina LO .....	140
3.31	Profil du score discriminant, site Caopanina L10W ...	141

(suite) -

LISTE DES FIGURES

<u>FIGURE</u>	<u>DESCRIPTION</u>	<u>Page</u>
3.32	Profil du score discriminant, site Umex L2W .....	142
3.33	Profil du score discriminant, site Umex L12E .....	143
3.34	Profil géochimiques générés aux 25 mètres avec des points de départ différents .....	145
3.35	Configuration géométrique schématique d'un relevé UTEM .....	149
3.36	Signaux UTEM à l'émetteur et au récepteur .....	150
3.37	Émetteur UTEM .....	152
3.38	Récepteur UTEM .....	152
3.39	Poste de traitement de données UTEM .....	153
3.40	Ensemble de l'équipement UTEM .....	153
3.41	Interprétation du relevé UTEM de la boucle 05 .....	155
3.42	Interprétation du relevé UTEM de la boucle 03 .....	156
3.43	Interprétation du relevé UTEM de la boucle 02 .....	157
3.44	Interprétation du relevé UTEM de la boucle 01 .....	158
3.45	Interprétation du relevé UTEM de la boucle 10 .....	159
3.46	Exemple d'un profil relevé avec une fréquence d'émission de 7.7 Hz .....	161
3.47	EMV, configuration éventail (modèle de laboratoire)..	166
3.48	Effet de la présence d'un conducteur local sur le levé EMV .....	167
3.49	Effet du conducteur local sur la réponse en fréquence du levé EMV .....	169
3.50	Réponses EMV sur le site UMEX .....	170
3.51	Levé de polarisation spontanée, Umex .....	173
3.52	PS, conductivité et pH de sol, Umex L2W .....	175
3.53	Polarisation spontanée, Caopatina .....	177
3.54	PS, conductivité et pH de sol, Caopatiana L5E .....	178
3.55	Polarisation spontanée, Richardson .....	179
3.56	PS, conductivité et pH de sol, Richardson L71E .....	180
3.57	PS, conductivité et pH de sol, Richardson L52E .....	182



LISTE DES TABLEAUX

<u>TABEAU</u>	<u>DESCRIPTION</u>	<u>Page</u>
2.1	Stratigraphie de Chibougamau .....	8
2.2	Interprétation du levé EMH (Caopatina) .....	37
2.3	Interprétation du levé EMH (Richardson) .....	65-66
3.1	Répertoire des échantillons de sol prélevés dans l'horizon A et B sur les trois sites étudiés .....	101
3.2	Statistiques de base des échantillons d'humus du site Richardson de l'été 1983 .....	109
3.3	Statistiques de base pour les 41 éléments analysés dans l'horizon A sur le site de contrôle (site Umex; L1W; station 0+00) .....	116
3.4	Statistiques de base pour les 41 éléments analysés dans l'horizon B sur le site de contrôle (site Umex; L1W; station 0+00) .....	117
3.5	Statistiques de base pour les 41 éléments analysés dans l'humus (horizon A) sur les trois sites étudiés .....	121
3.6	Statistiques de base pour les 41 éléments analysés dans l'horizon B sur les trois sites étudiés .....	122
3.7	Légende des figures 3.41 à 3.45 .....	154



LISTE DES ANNEXES

<u>ANNEXE</u>	<u>DESCRIPTION</u>	<u>Page</u>
A	Journaux de sondage, canton Richardson .....	A-1
B	Tableau des assemblages de minéraux opaques dans les échantillons des 4 forages stratigraphiques .....	B-1
C	Analyses chimiques pour Ag, Au, Cu, Ni et Zn .....	C-1
D	Liste des documents connexes disponibles au MERQ .....	D-1



## Chapitre 1

### INTRODUCTION

Un des aspects les plus frappants des levés électromagnétiques aériens réalisés en Abitibi depuis de nombreuses années par le Ministère de l'Énergie et des ressources se trouve à être les grands axes conducteurs "structuraux". Il s'agit de conducteurs rectilignes longs de plusieurs dizaines de kilomètres qui pullulent littéralement dans la région.

Ces grands conducteurs ont été traditionnellement négligés par les prospecteurs. On y préfère les anomalies ponctuelles et on présume que les grands axes ne peuvent être que des bandes graphitiques, vision fort erronée de la situation.

Plusieurs de ces conducteurs sont, au contraire, l'expression de filons de sulfures, bien qu'assez minces et le plus souvent non économiques.

Des gisements très importants ont aussi été découverts en association avec les conducteurs structuraux. Texas Gulf en Ontario et Thompson, au Manitoba sont dans ce cas. Au Québec, il y a le gisement UMEX, pour l'instant subéconomique, dont on parlera dans ce rapport.

Il nous paraissait dès lors évident que ces grands axes conducteurs recèlent un potentiel minéral important encore à exploiter. Leur potentiel économique est d'autant plus important que la très grande majorité des anomalies ponctuelles, plus intéressantes, ont déjà été vérifiées.



Il n'en reste pas moins que le problème d'exploration posé par les grands axes conducteurs n'a pas de solution évidente. Il se résume à isoler, parmi des dizaines de kilomètres de conducteurs stériles, le gisement économique qui y est associé. La signature d'un tel gisement n'est pas évidente. Il faut aussi tenir compte de considérations économiques. Les budgets d'exploration ne sont pas illimités. Les techniques utilisées devront donc respecter certaines limites pratiques de coût.

Le projet d'évaluation du potentiel économique des grands axes conducteurs avait pour principal objectif la mise au point d'une stratégie d'exploration applicable aux grands axes. Il comportait aussi l'essai systématique, dans ce contexte, de presque toute méthode de prospection qui nous semblait pouvoir donner des résultats intéressants ou qui, plus simplement, est populaire auprès de la communauté de l'exploration minérale.

Les résultats sont inédits et, comme on le verra, parfois surprenants. Le seul travail antérieur de prospection systématique des grands axes qui a été porté à notre connaissance a été réalisé par Soquem dans les années 1970. Il s'agissait de levés gravimétriques qui n'ont pas été couronnés de succès et dont on ne peut retrouver qu'une partie des résultats dans les travaux statutaires.

Les travaux dont nous faisons état ici ont tous été réalisés dans la région de Chibougamau entre 1983 et 1985. Trois périmètres expérimentaux, localisés à la figure 1 ont été établis.

Le périmètre du canton de Richardson a été étudié très intensivement durant deux saisons de terrain. Nous sommes donc en mesure d'en fournir une carte géologique fort détaillée qui peut aider à la compréhension de l'ensemble de la géologie régionale.

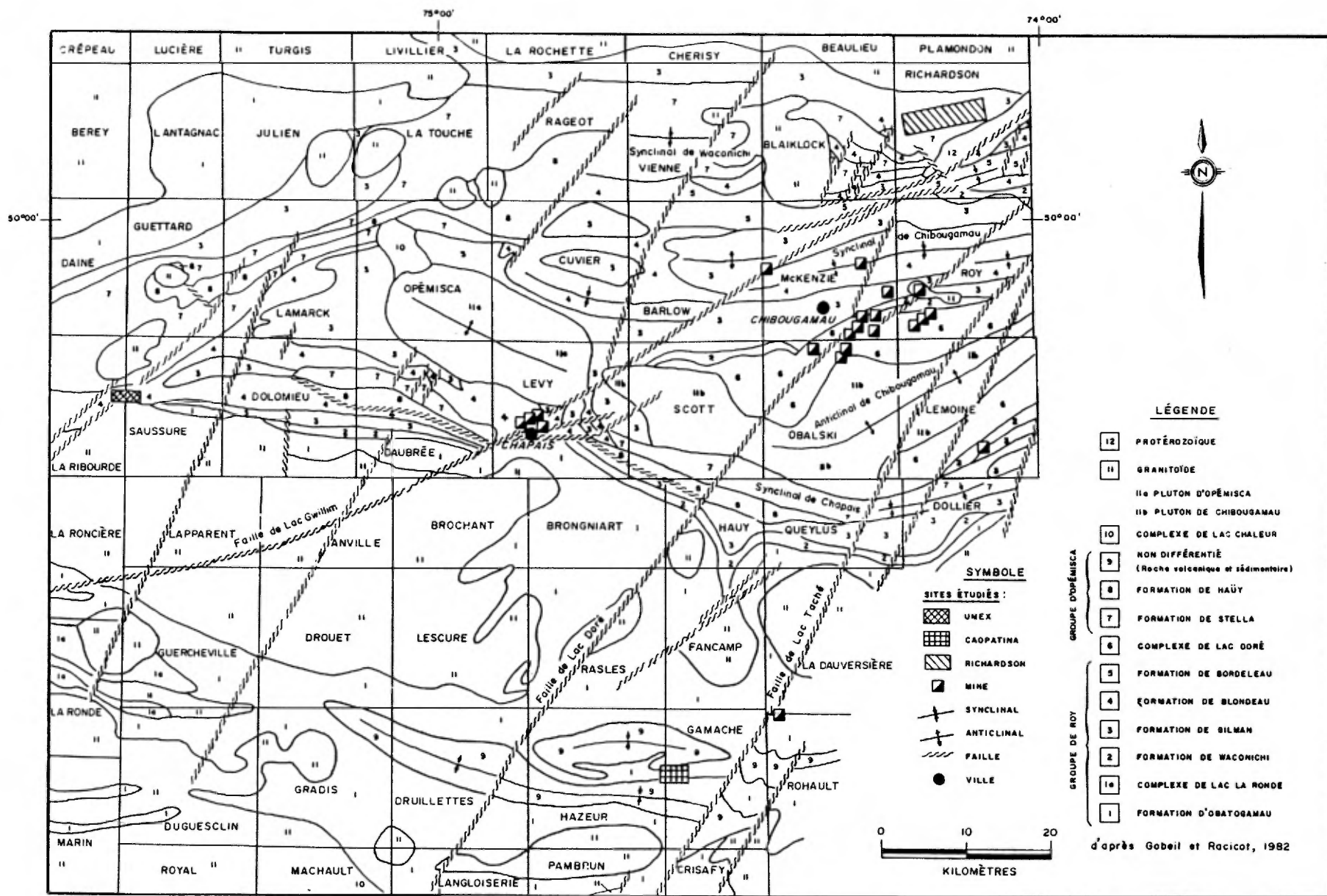


Figure 1. Carte stratigraphique simplifiée de la région de Chibougamau avec la localisation des sites étudiés au cours de l'été 1985



- 4 -

Les deux autres sites, Caopatina et Umex, ont servi uniquement à des essais de méthode de prospection et n'ont pas fait l'objet d'études géologiques aussi complètes.

En dehors de l'évaluation des techniques d'exploration applicables aux grands axes conducteurs, ce projet a eu d'autres retombées intéressantes.

Nous avons déjà mentionné l'étude géologique détaillée réalisée dans le canton de Richardson. Si on y ajoute l'ensemble des données géophysiques et géochimiques qui s'y rapportent, ainsi que les quatre forages que nous avons implantés, nous disposons maintenant d'un excellent site d'essai pour toute méthode d'exploration. Le contrôle géologique étant particulièrement complet, on peut vraiment y vérifier le rendement d'une méthode de prospection.

La disponibilité d'un tel site d'essai constitue un atout majeur pour le Québec d'autant plus que le site de Cavendish (Ontario), le périmètre traditionnel pour les tests d'appareils géophysiques n'est plus accessible.

Nous avons aussi apporté de nombreux éléments concernant l'utilisation de levés géophysiques en cartographie géologique. Ceci est particulièrement important dans une région qui, comme celle de Chibougamau, ne comporte que peu d'affleurements.

Enfin, ce projet a permis la réalisation de plusieurs projets universitaires connexes ayant fait l'objet soit d'un rapport de projet de fin d'étude, soit d'un mémoire de maîtrise. La liste de ces documents est donnée plus loin.

Finalement, il est important de mentionner que le présent rapport ne contient pas l'ensemble des résultats obtenus. Nous nous sommes limités, pour rester raisonnablement concis, à l'interprétation, à nos conclusions et à des exemples représentatifs de l'ensemble des données.

Les données brutes, ainsi que tous les rapports de travaux connexes, les mémoires de maîtrise et les projets de fin d'étude pertinents sont cependant disponible auprès du Ministère de l'Énergie et des Ressources. La liste des documents avec leur numéro de référence se trouve à l'annexe D.

Toutes les données pédogéochimiques sont accessibles interactivement à l'aide du système SIGALS. Elles se retrouvent dans les fichiers .....

Enfin, les carottes des quatre forages implantés dans le canton de Richardson peuvent être examinées aux bureaux du géologue résident de Chibougamau.

## Chapitre 2

### GÉOLOGIE GÉNÉRALE

#### 2.1 Géologie régionale

##### Stratigraphie

La région de Chibougamau est située à l'extrémité est de la bande de roches vertes Matagami-Chibougamau. Cette bande est orientée est-ouest et fait partie du bassin orogénique de l'Abitibi (Goodwin et Ridler, 1970) de la province du Supérieur du Bouclier précambrien canadien (Stockwell, 1964; figure 2.1).

Les roches de la région sont d'âge archéen et comprennent le Groupe volcanique de Roy et le Groupe sédimentaire d'Opémisca (Allard et al., 1979; tableau 1).

Le Groupe de Roy est constitué de deux cycles volcaniques complets composés de roches mafiques à la base et felsiques au sommet. Il comprend également deux complexes de roches intrusives de composition ultramafique à mafique: les complexes de Cummings et du lac Doré.

Le Groupe de Roy repose sur un socle granitique et gneissique et est recouvert, en discordance angulaire, par le Groupe sédimentaire d'Opémisca.

Ces roches ont été plissées selon un axe est-ouest et métamorphosées au faciès des schistes verts lors de l'orogénèse kénorienne.

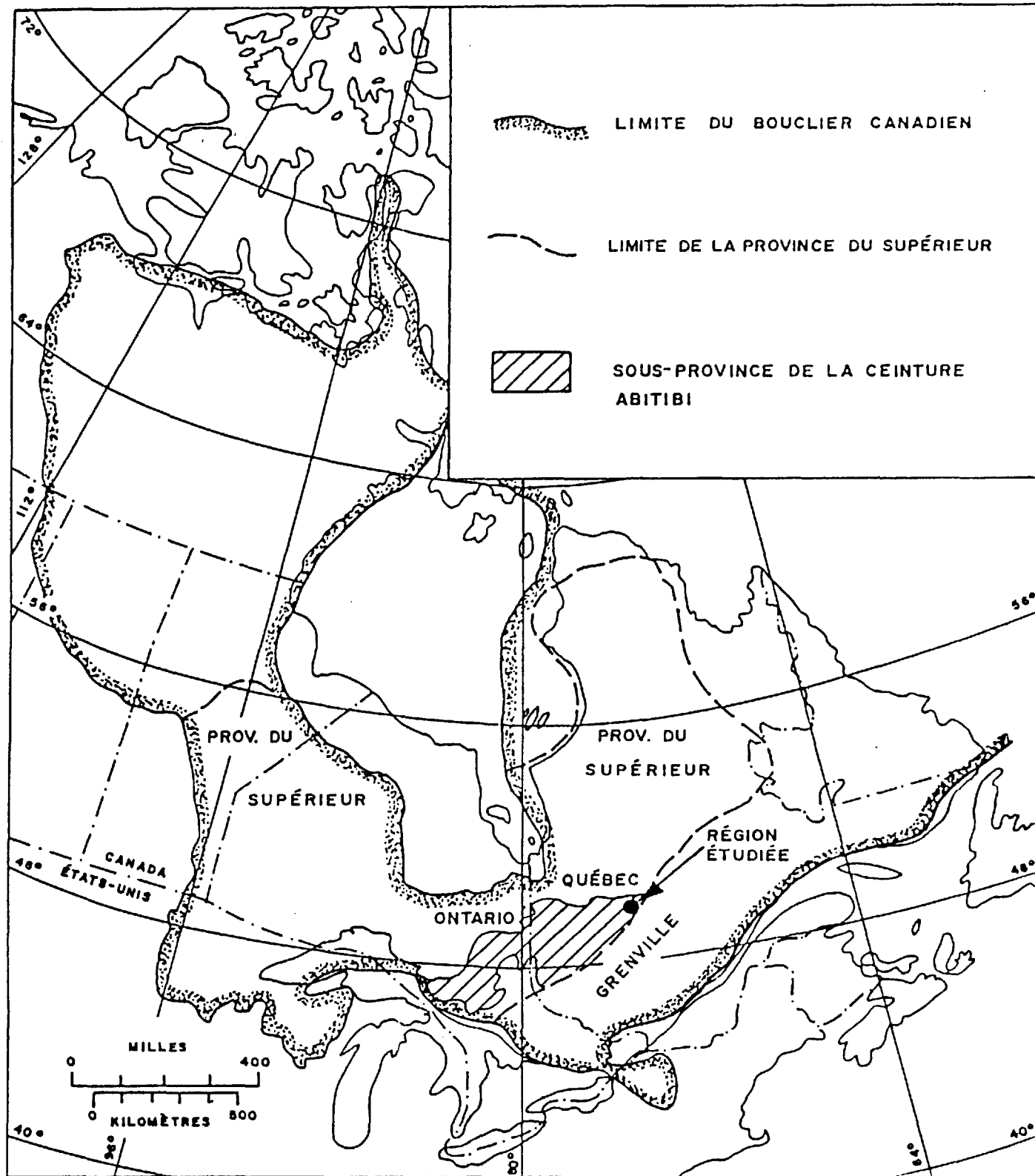


Figure 2.1 Localisation du Bouclier Canadien, de la province du Supérieur, de la sous-province de la ceinture Abitibi et de la région étudiée (d'après Stockwell, 1970).

**TABLEAU 2.1:** Sommaire de la stratigraphie archéenne de la région de Chibougamau

		DISCORDANCE			
ARCHEEN	PROVINCE DE SUPERIEUR	GROUPE D'OPEMISCA	Formation du HAUY (roches volc. interméd. et roches sédimentaires)		
			Formation de STELLA (roches sédimentaires)		
		DISCORDANCE			Complexe de CUMMINGS
		GROUPE DE ROY	Formation de BORDELEAU (roches volc. interméd.)	Filon-couche de BOURBEAU	
			Formation de BLONDEAU (roches volc. felsiques)	Filon-couche de VENTURES	
			Formation de GILMAN (roches volc. mafiques)	Filon-couche de ROBERGE	
			Formation de WACONICHI (roches volc. felsiques)	Complexe de LAC DORE	
			Formation d'OBATOGAMAU (roches volc. mafiques)		
		DISCORDANCE (?)			
			SOCLE (gneiss granitique)		

## Structure et tectonique au niveau régional

### a) Plis à l'échelle régionale

La tectonique du district de Chibougamau peut être envisagée comme celle d'un synclinorium comprenant une série de plis symétriques et isoclinaux plongeant de quelques degrés vers l'est ou l'ouest.

Le synclinorium a été formé durant la période kénorienne. Nous retrouvons, dans la région de Chibougamau, quatre structures majeures reliées à cet événement, soient, du nord vers le sud: le synclinal de Waconichi, le synclinal de Chibougamau, l'anticlinal de Chibougamau et le synclinal de Chapais.

### b) Failles à l'échelle régionale

Trois directions majeures de cisaillement ou de fracture sont connues dans le district de Chibougamau.

Un premier système de cisaillement est orienté N-E. Il inclut plusieurs failles régionales telles que la faille du lac Gwillim et celle du lac Doré.

Un deuxième système de zones de cisaillement est orienté W-NW et correspond à des zones fortement cisillées avec carbonation et silicification et qui renferment d'importantes minéralisations de sulfures.

Le troisième système est orienté N-NE et est particulièrement bien développé au voisinage du front de Grenville.



## 2.2 Umex (cantons La Ribourde et Saussure)

### 2.2.1 Localisation

Le site "UMEX" a été choisi parce qu'il contient un amas relativement important de minéralisation à l'intérieur d'un axe conducteur essentiellement stérile. Tel qu'on peut le voir sur la figure 2.2, il est situé en bordure de la route 113, à la frontière des cantons La Ribourde et Saussure, à environ 50 km à l'ouest de Chapais.

Nous avons étudié un périmètre d'environ 2 km de côté couvert par un réseau de lignes irrégulier destiné à procurer, aux moindres frais, de bons échantillons de sol au-dessus de parties minéralisées et stériles du site.

### 2.2.2 Travaux antérieurs

Une cartographie géologique de reconnaissance dans le secteur Umex pour le compte du Ministère des Richesses Naturelles a été effectuée par Gilbert (1955).

La zone économiquement intéressante fut découverte en 1969 suite à des levés géophysiques aéroportés par la compagnie Umex. Depuis, beaucoup de travaux d'exploration et de mise en valeur ont été effectués dans cette région.

1969: Umex - Levés E.M. et Mag.; 4 forages (523 m)  
échantillonnage avec analyse

1970: Umex - 18 forages (3106 m)  
échantillonnage avec analyse

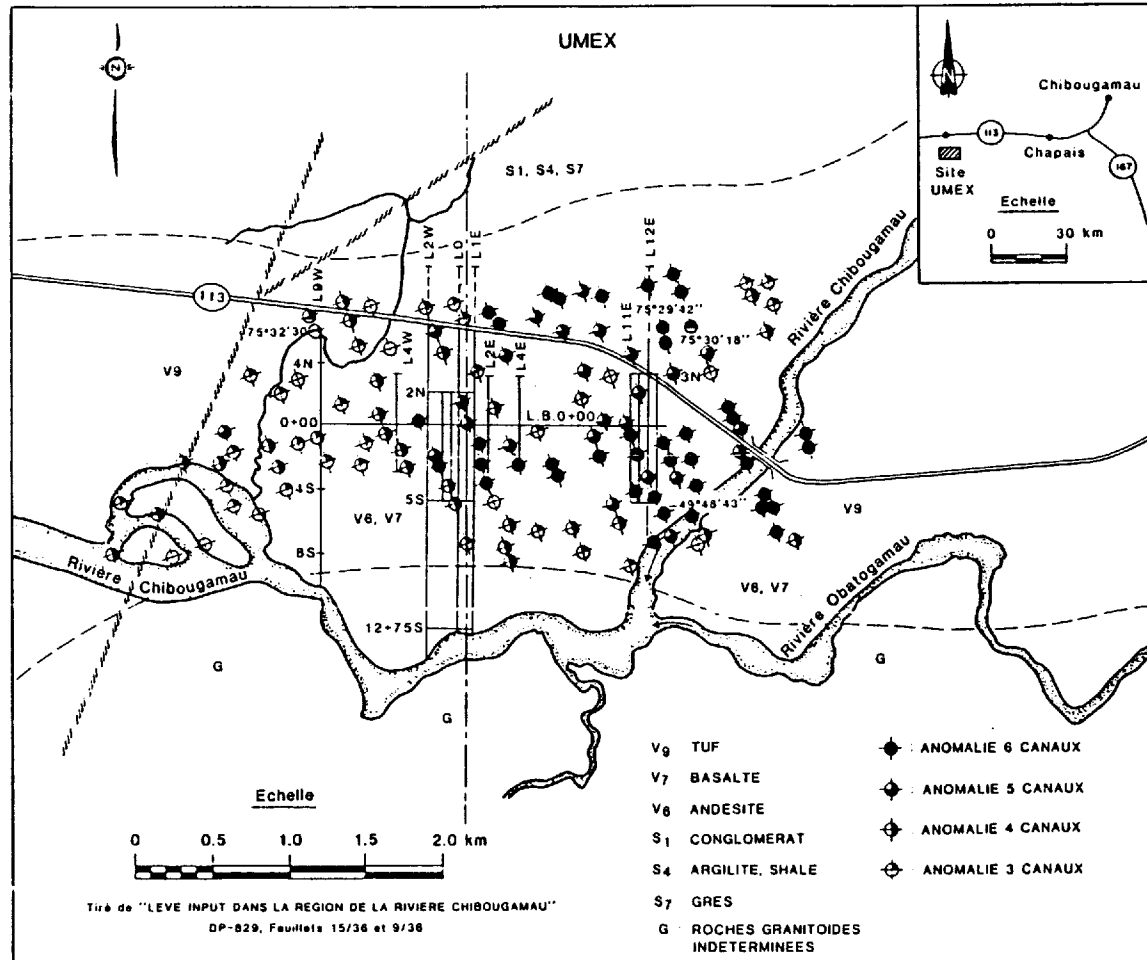


Fig. 2.2 - Localisation de l'axe conducteur étudié dans les cantons de la Ribourde et de Saussure

- 1973: Soquem - Levé gravimétrique
- 1974: 10 forages (2517 m); 2 forages (490 m)  
échantillonnage avec analyse
- 1982: Falconbridge Copper - Levés E.M et Mag.

Le site est actuellement à l'état de prospect mis en valeur. Soquem (Thériault et Lavoie, 1973) a établi quelques 408 231 tonnes de réserves titrant 1.35% Cu, 2.00% Zn et 51.7 g/t Ag.

### 2.2.3 Géologie locale

La cartographie géologique sur le terrain d'Umex est rendue difficile car le site est dépourvu d'affleurements. La carte géologique de la figure 2.3 provient donc d'une compilation géologique réalisée à partir des nombreux forages existant à cet endroit.

Les deux conducteurs principaux se trouvent dans la Formation Blondeau du Groupe de Roy et se situent sur le flanc sud du synclinal de Chibougamau.

La Formation Blondeau (Duquette, 1970) consiste en un assemblage de roches volcaniques et sédimentaires comprenant des tufs felsiques, un peu de lave felsique et de lave mafique et des argilites noires graphiteuses.

Ces roches ont été fortement déformées et plissées. Elles ont une direction E-0 avec un pendage des couches de vertical à sub-vertical.

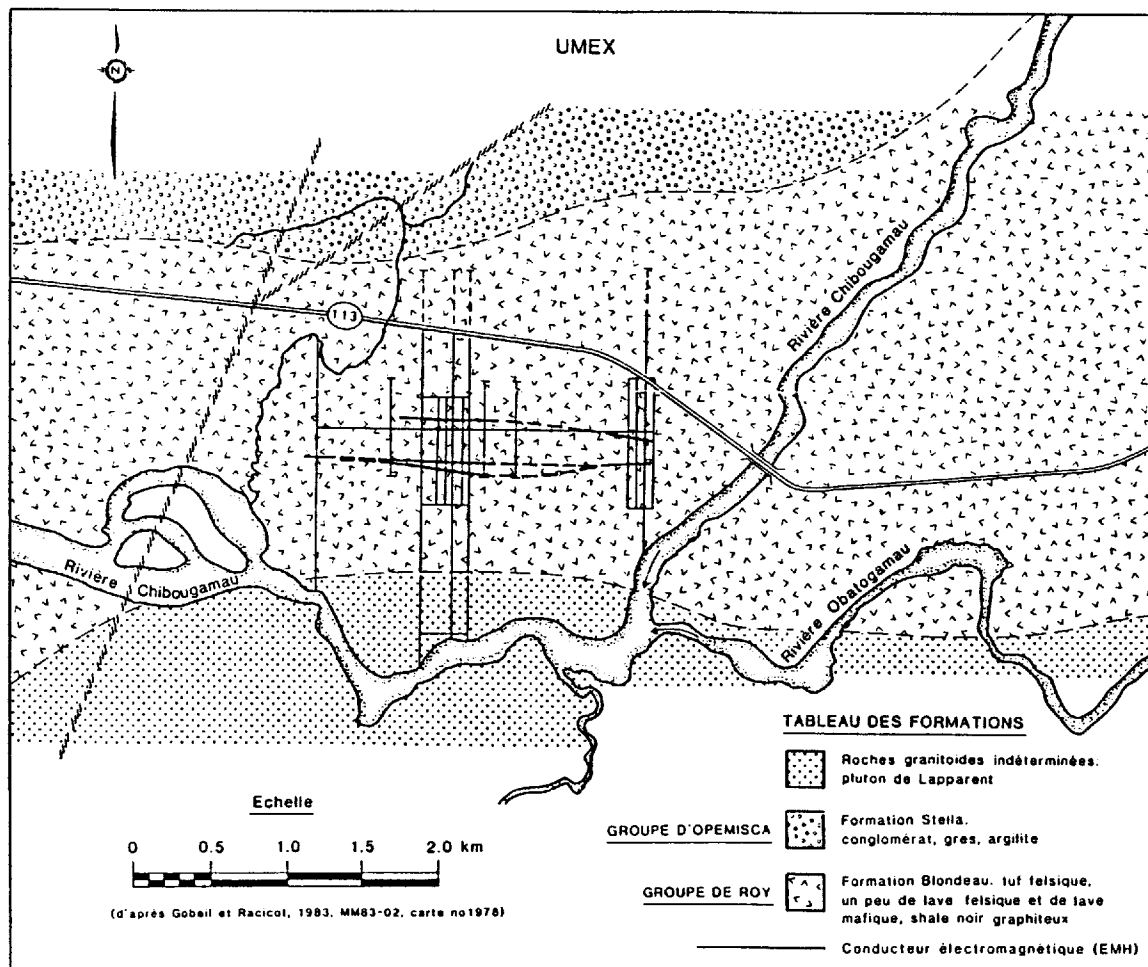


Fig. 2.3 - Carte géologique de la région étudiée dans les cantons de la Ribourde et de Saussure

Le conducteur situé le plus au nord est dû à un niveau majeur de sulfures massifs bordé de chaque côté par une bande d'argilite graphiteuse et/ou de sulfures disséminés ou en filonnets (tel que relevé dans la compilation géoscientifique; figure 2.4).

La zone la plus riche en sulfures se situe entre les lignes L2W et L0 telle qu'indiquée par les forages W30, W33 et W38 (figures 2.6 à 2.8).

La roche encaissante est une roche volcanosédimentaire (grès, schiste, tufs, etc.) de la Formation Blondeau.

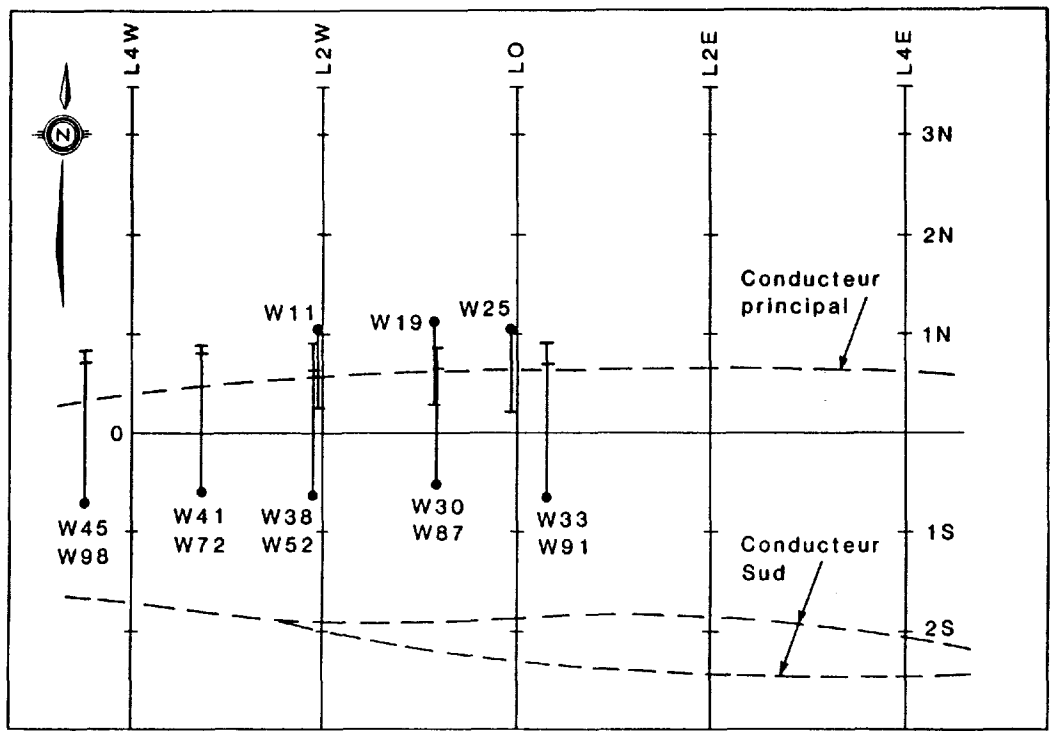
Le conducteur sud est constitué d'argilite graphiteuse et/ou de sulfures disséminés ou en filonnets (figures 2.5 et 2.9).

#### 2.2.4 Levés électromagnétiques (EMH) et magnétiques

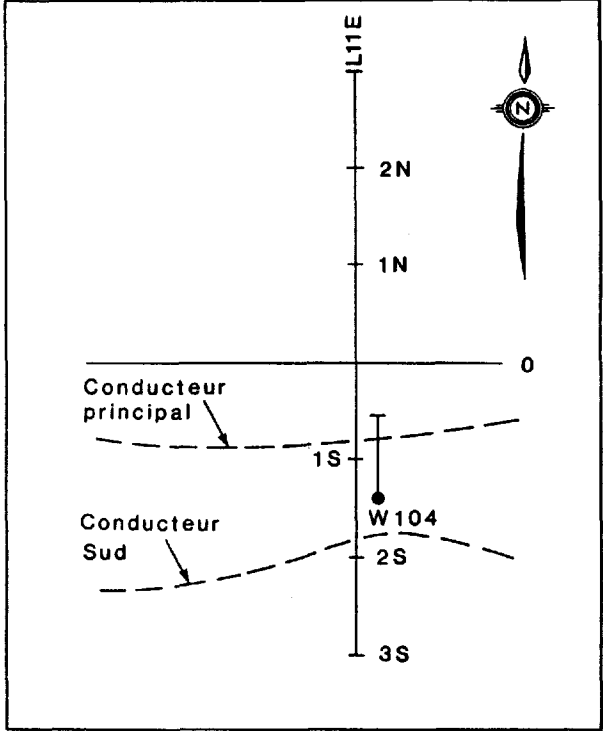
##### 2.2.4.1 Levés électromagnétiques

Un total de 4.9 km de levé électromagnétique a été réalisé avec la méthode des cadres horizontaux. L'appareil utilisé était un modèle EM-17 de Geonics opérant à 1600 Hz et à l'aide d'un câble de 66 m (200 pieds). De plus, nous avons repris la ligne 9W avec un câble de 131 mètres (400 pieds) dans l'espoir de mieux définir une anomalie profonde.

Deux conducteurs électromagnétiques ont été décelés sur la partie du terrain couvert par le levé EMH. Chacun des deux conducteurs a été désigné par une lettre: "N" pour le conducteur situé le plus au nord et "S" pour le conducteur plus au sud. Les deux conducteurs sont parallèles, orientés est-ouest, et séparés de 250 m.



Partie Ouest



Partie Est

Fig. 2.4 — Carte de la calisation des conducteurs électromagnétiques et des forages, site UMEX.







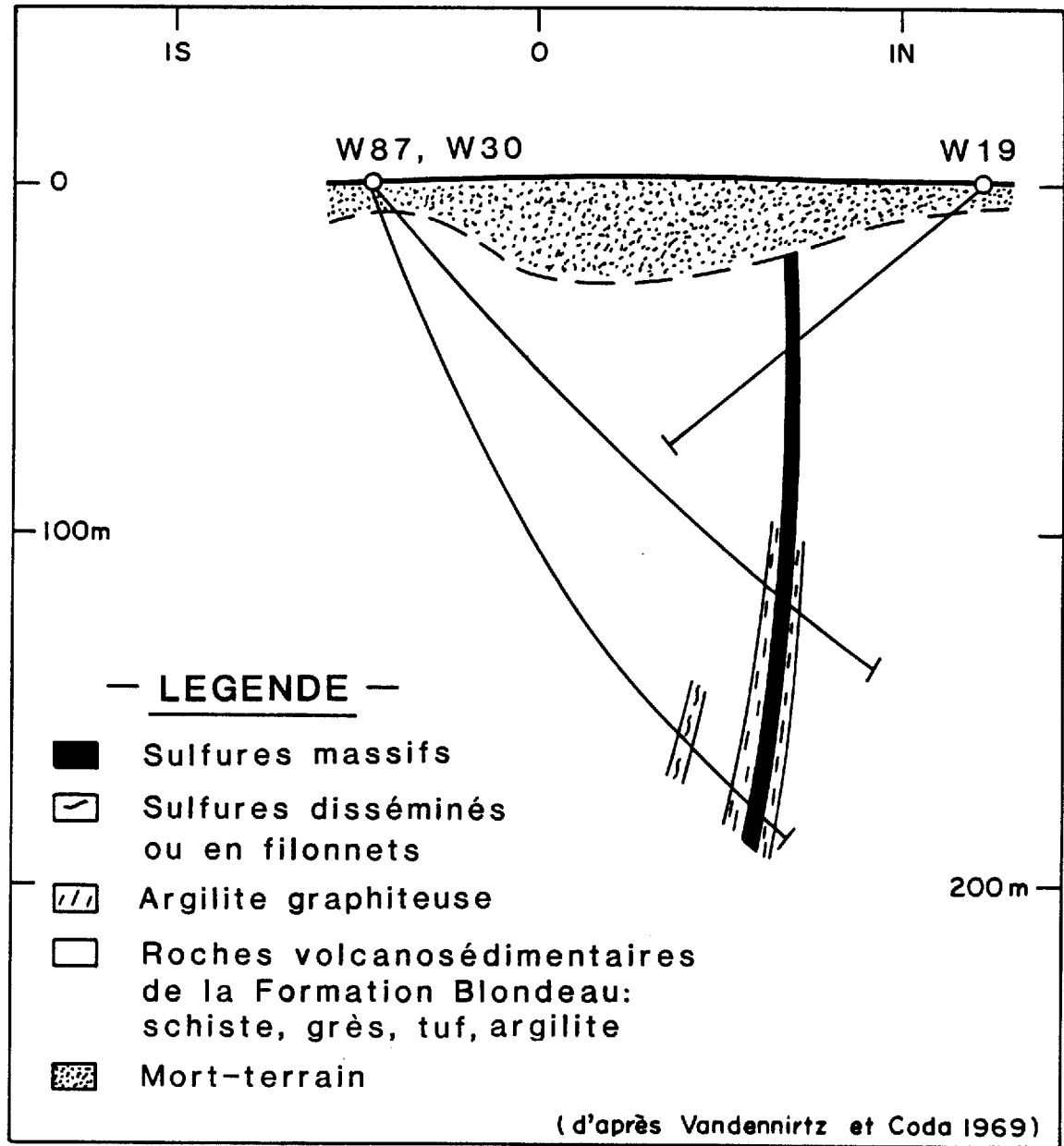
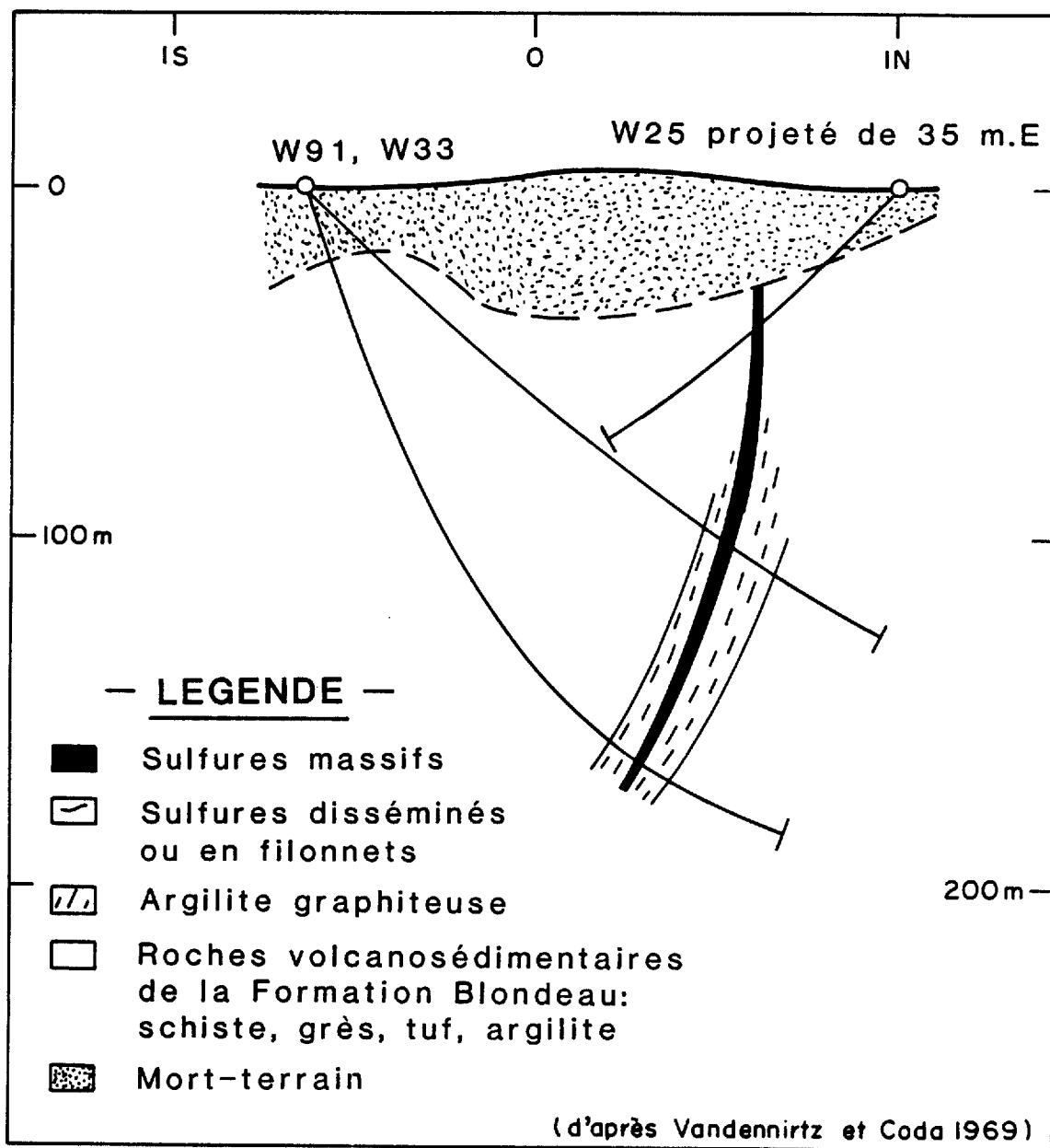


Figure 2.7—Coupe simplifiée des zones conductrices à 1+00 W

- 19 -



**Figure 2.8** – Coupe simplifiée des zones conductrices à 0+50 E

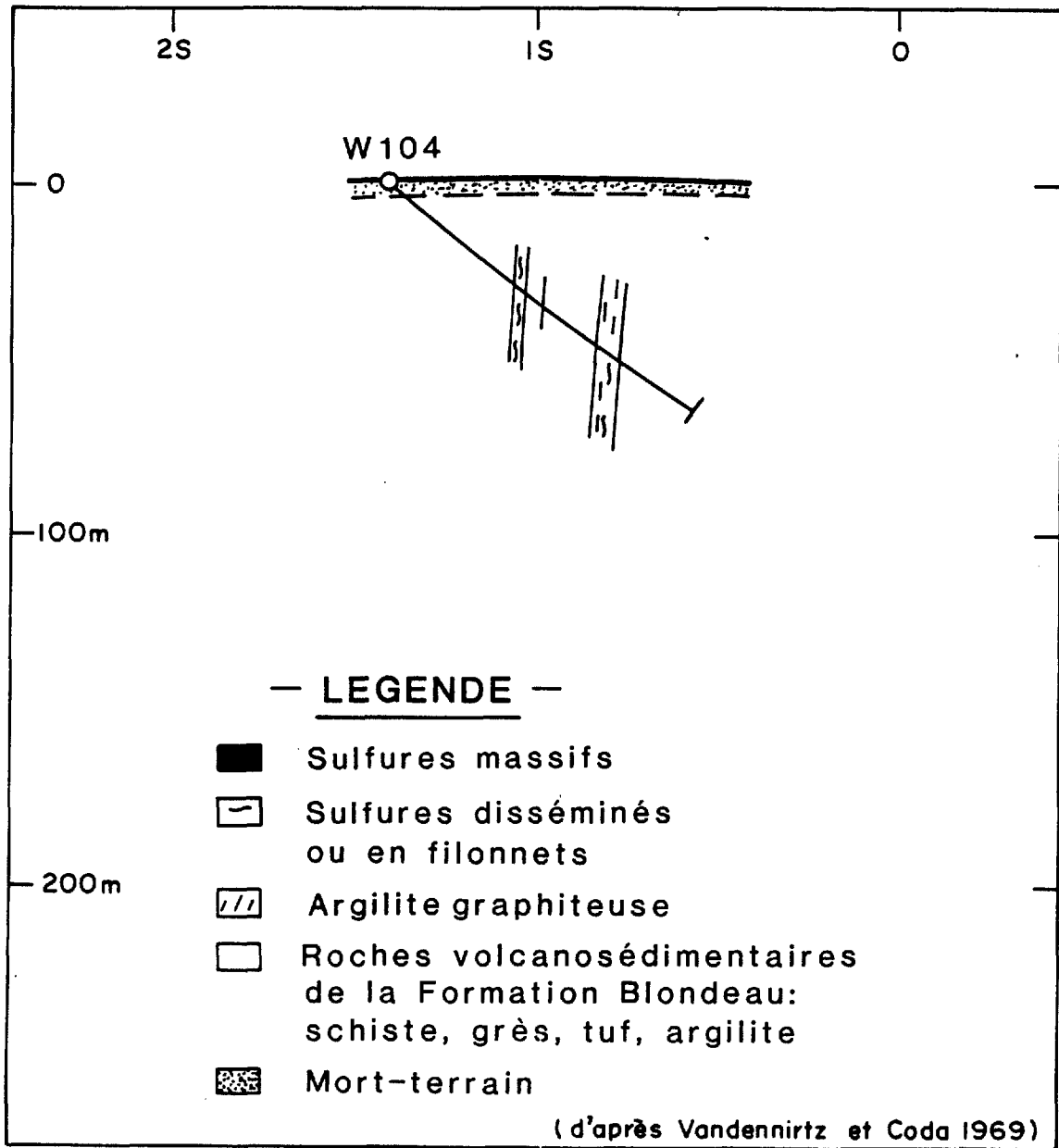


Figure 2.9 - Coupe simplifiée des zones conductrices à 11+50 E

### Conducteur N

Le conducteur "N" se situe à 525 m au sud de la route 113. Il a été observé sur 4 des 5 lignes relevées, soit 2W, 0, 1E et 12E. L'interprétation des données a fourni les résultats suivants:

Ligne	I.P. (%)	O.P. (%)	Station	Profondeur (m)	Conductivité $\sigma t$ (siemens)
12E	-33.5	-20	0+65S	6	16.0
1E	-6.5	-5.5	0+85N	26	11.3
0+00	-8.0	-3.0	0+75N	29	29
2W	-28.0	-6.5	0+75N	15	50

Dans la partie centrale du levé, la conductance du conducteur augmente de la ligne 1E vers la ligne 2W. Le maximum observé de 50 siemens sur la ligne 2W correspond aussi au maximum de l'anomalie gravimétrique observée.

D'après les travaux statutaires, ce conducteur est sulfureux (pyrite) et un tonnage de 408 231 t.m. à 1.35% Cu y a été estimé. Lors des campagnes de forage, les meilleures intersections économiques ont été obtenues au niveau de la ligne 2W.

La profondeur du conducteur est assez variable, entre 15 et 30 m pour les 3 lignes centrales (1E, 0, 2W). Ces profondeurs ont été confirmées par notre relevé sismique et les quelques forages déjà réalisés. Tout semble indiquer que le toit du conducteur se situe à la surface du sol rocheux.

### Conducteur S

Le conducteur S se situe à 775 m au sud de la route 113. Le levé EMH l'a décelé sur les 5 lignes relevées, 9W, 2W, 0, 1E et 12E, soit sur une distance de 2.1 km. Le conducteur se divise en deux conducteurs distincts, qu'on a désigné par S1 et S2, au niveau des lignes 0 et 1E. L'interprétation des données a fourni les résultats présentés ici.

Ligne	Conducteur	I.P. (%)	O.P. (%)	Station	Profondeur (m)	Conductivité $\sigma_t$ (siemens)
12E	S	-45	-13	1+85S	6	41
1E	S1	-22.5	-32.5	1+80S	<5	7
	S2	-13.5	-20.5	2+40S	5	5
0+00	S1	-20.5	-24	1+85S	4	8
	S2	-6	-13	2+25S	7.6	3
2W	S	10.5	18	1+90S	6	3.8
9W	S	14	7.5	1+85S	40	10

#### 2.2.4.2 Levés magnétiques

Un levé magnétique a été effectué sur la partie centrale du réseau de lignes. Long de 4.5 km, il a été réalisé avec un magnétomètre à précession Scintrex MP-2. Ce levé a permis d'établir que les conducteurs contiennent des matériaux magnétiques, soit de la pyrrhotine ou de la magnétite.

##### Conducteur N

Sur ce conducteur les anomalies magnétiques maximales ont été observées sur les lignes 2W et 1E (400 et 500 nT d'amplitude) - (figure 2.10). Elles se situent directement au-dessus des conducteurs EM et semblent donc lui être associées. Le calcul des profondeurs par la méthode de la demie pente maximale nous donne des profondeurs de 15 m sur la ligne 2W et de 20 m sur la ligne 1E. Ces résultats sont en accord avec les mesures sismiques qui indiquent des profondeurs de 15 et de 24 m.

##### Conducteur S

L'anomalie magnétique associée au conducteur S est plus complexe. Elle semble se dédoubler au niveau de la ligne 1W. Ce dédoublement du conducteur avait aussi été observé lors du levé EMH. L'amplitude des anomalies est beaucoup plus élevée que sur le conducteur S. Les profondeurs interprétées sont aussi en accord avec les données sismiques. Au niveau de la ligne 1W, la présence d'un tubage de forage interfère avec l'anomalie elle-même.

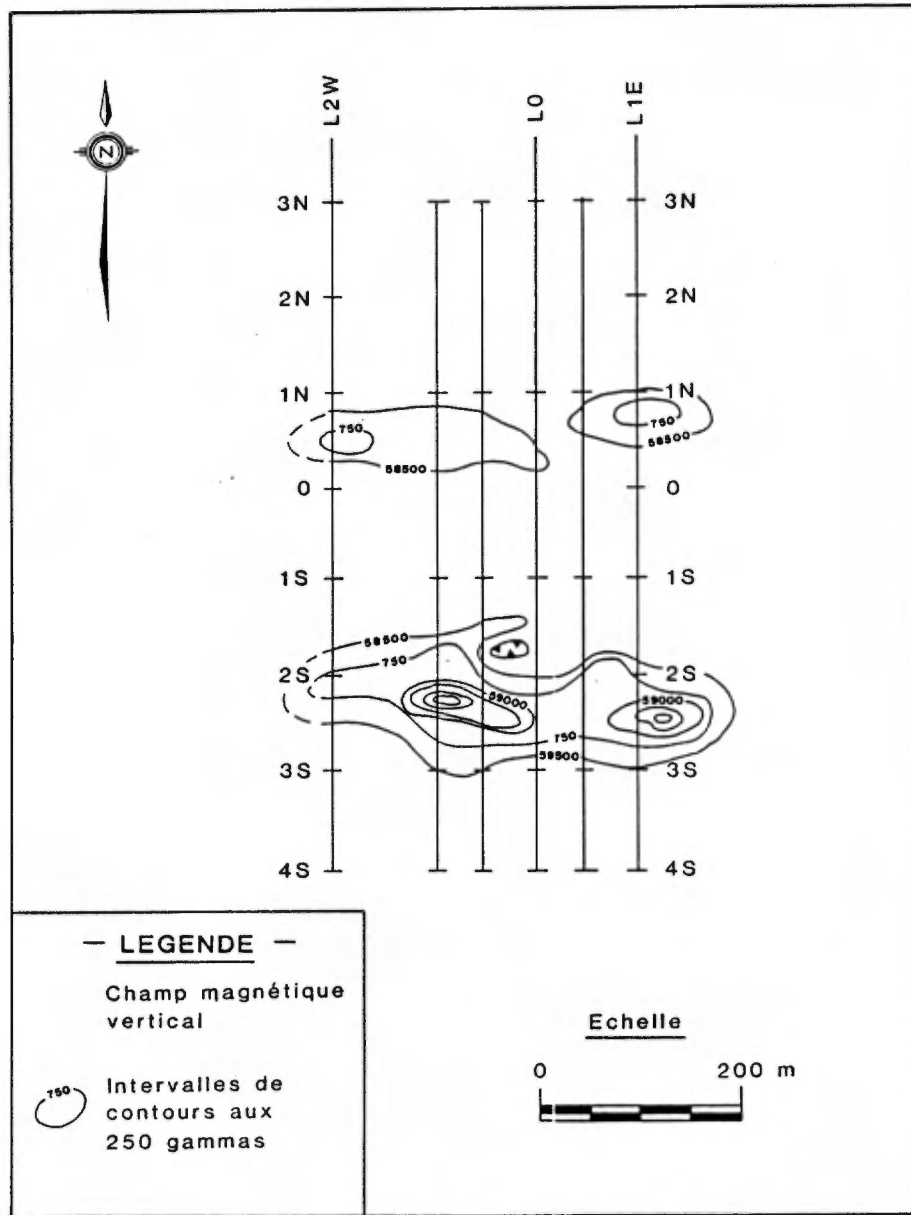


Figure 2.10- Carte magnétique UMEX

### 2.2.5 Topographie et hydrographie

Une colline de 30 m de hauteur domine le centre de la grille et provoque une légère pente d'écoulement vers le nord-ouest pour le flanc nord de la colline et vers le sud pour le flanc sud.

Ailleurs que sur cette colline, le terrain est mal drainé (surtout du côté nord) mais à certains endroits, de petits ruisseaux coulant vers le sud et se jetant dans la rivière Chibougamau drainent le terrain.

Cette rivière borde l'est et le sud du périmètre. Elle s'écoule du nord vers le sud et à l'intersection avec la rivière Obatogamau, située au sud du terrain, elle modifie sa direction d'écoulement pour finalement s'écouler de l'est vers l'ouest.

La végétation est assez uniforme constituée essentiellement d'épinettes noires.

### 2.2.6 Dépôts meubles

Dans le secteur avoisinant la région de Chapais, le trajet de la calotte glaciaire s'est fait vers le sud-ouest (Martineau, 1984).

Les variations d'épaisseur du mort-terrain ont été déterminées par réfraction sismique sur les lignes 2W, 0 et 1E.

Les résultats présentés aux figures 2.11 à 2.13 montrent un recouvrement plus épais aux environs de la ligne de base. Ils ont aussi mis en évidence des changements dans la nature du mort-terrain. On retrouve par endroit une couche à basse vitesse (800 à 1000 m/s).



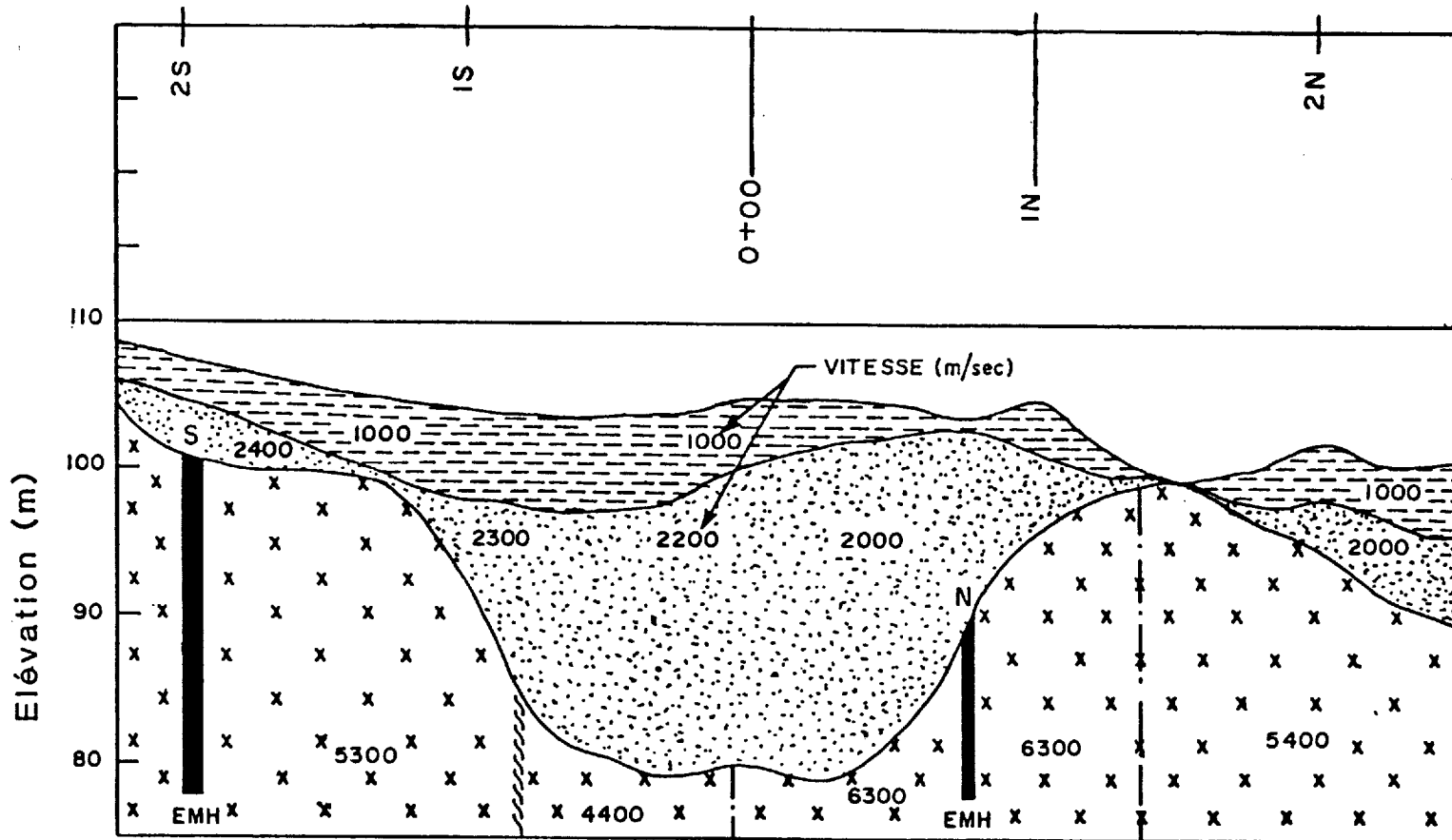


Figure 2.11- Profil de mort-terrain, site UMAX, L2W



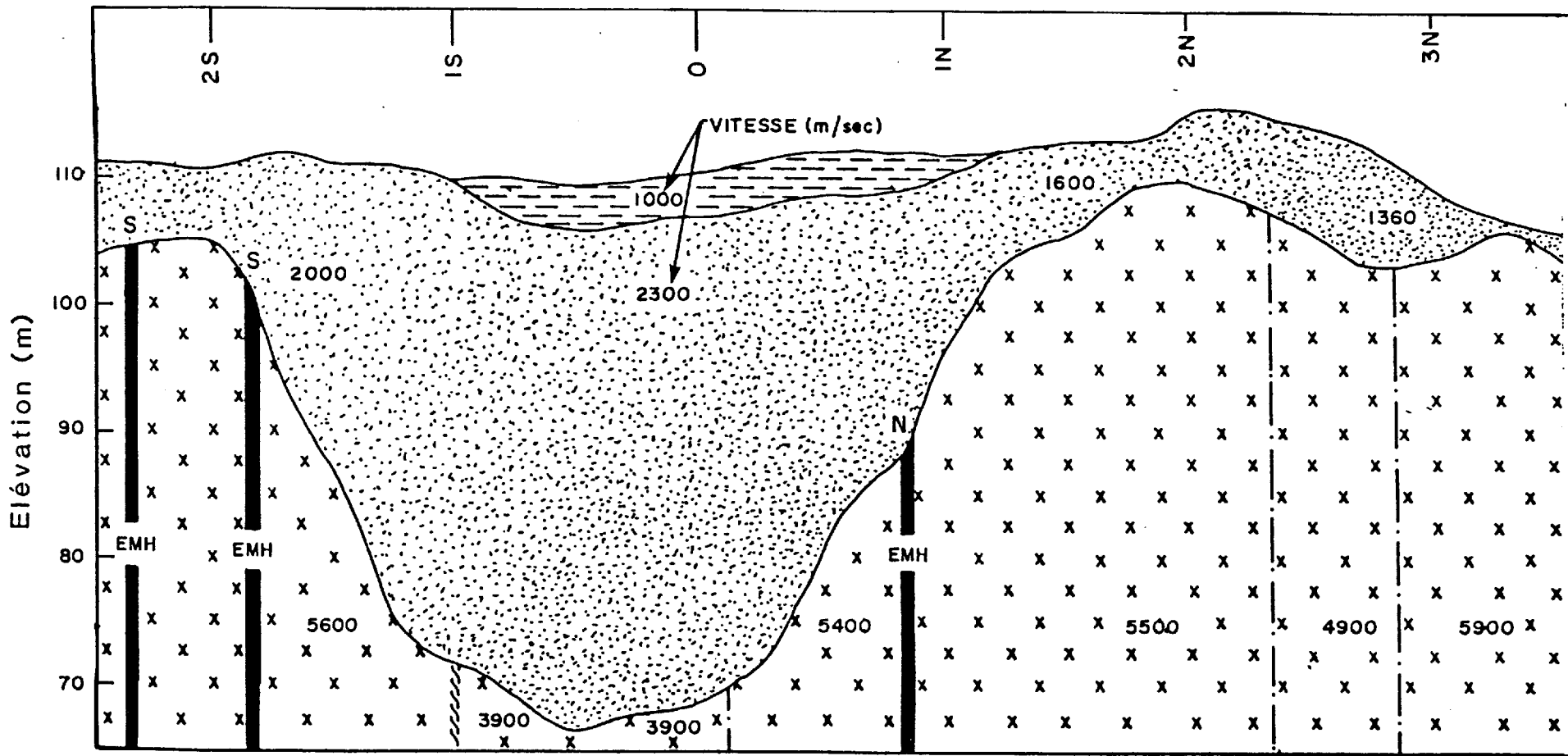


Figure 2.13- Profil de mort-terrain, site UMEX, L1E

Cette couche, dont la pauvreté en eau abaisse la vitesse de propagation des ondes sismiques, est composée de sable argileux. La couche sous-jacente, plus rapide avec une vitesse de l'ordre de 2000 m/s, est formée de till. La vitesse sismique augmente considérablement du nord au sud dans cette couche. Nous attribuons cette variation de vitesse au degré de compaction du till, beaucoup plus dense au sud qu'au nord du terrain.

## 2.3 Caopatina (cantons Gamache et Hazeur)

### 2.3.1 Localisation

Le périmètre de Caopatina ne comprenant, en principe, que des conducteurs graphitiques, devait nous servir de contrôle. Malheureusement, nos travaux ainsi que des travaux statutaires déjà réalisés sur ce terrain, ont mis en évidence un certain nombre d'occurrences de sulfures stériles parmi les conducteurs graphitiques.

Situé à la frontière des cantons Gamache et Hazeur, le périmètre de Caopatina est situé à 30 km au sud de Chapais. On y a accès par la route L-209 sud (chemin Barrette) et par plusieurs petits chemins forestiers en mauvais état (figure 2.14).

Comme le montre la figure 2.15, cinq lignes de 2 km espacées de 500 m ont été jalonnées, ce qui définit un périmètre de 2 km par 2.5 km.

### 2.3.2 Travaux antérieurs

La région a été couverte par les levés Input de La Dauversière (MRN, 1976). Gobeil et Racicot (1982) ont préparé une carte géologique de compilation à partir de données de cartographie, interprétées d'après les résultats des levés aéroportés magnétiques et électromagnétiques.

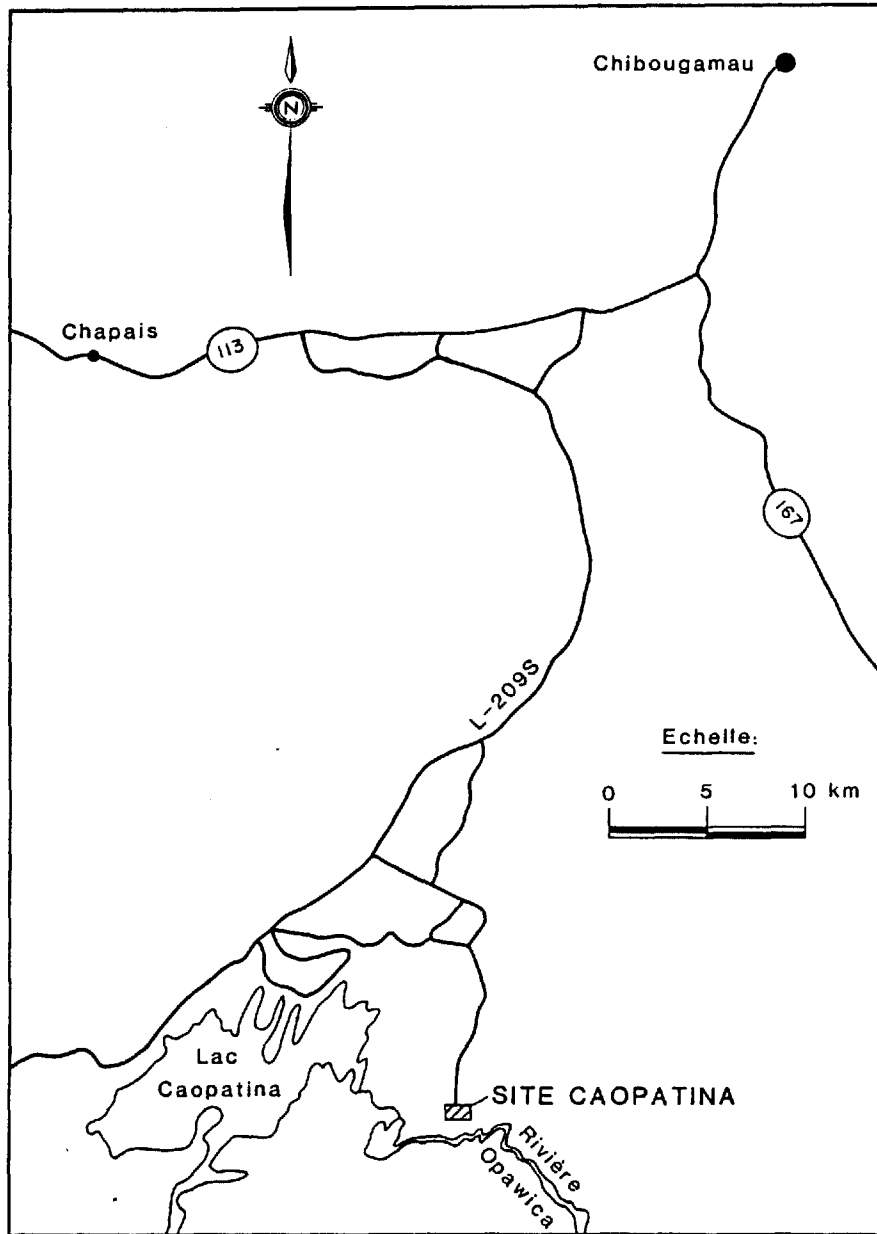


Figure 2.14- Carte de localisation régionale du site Caopatina

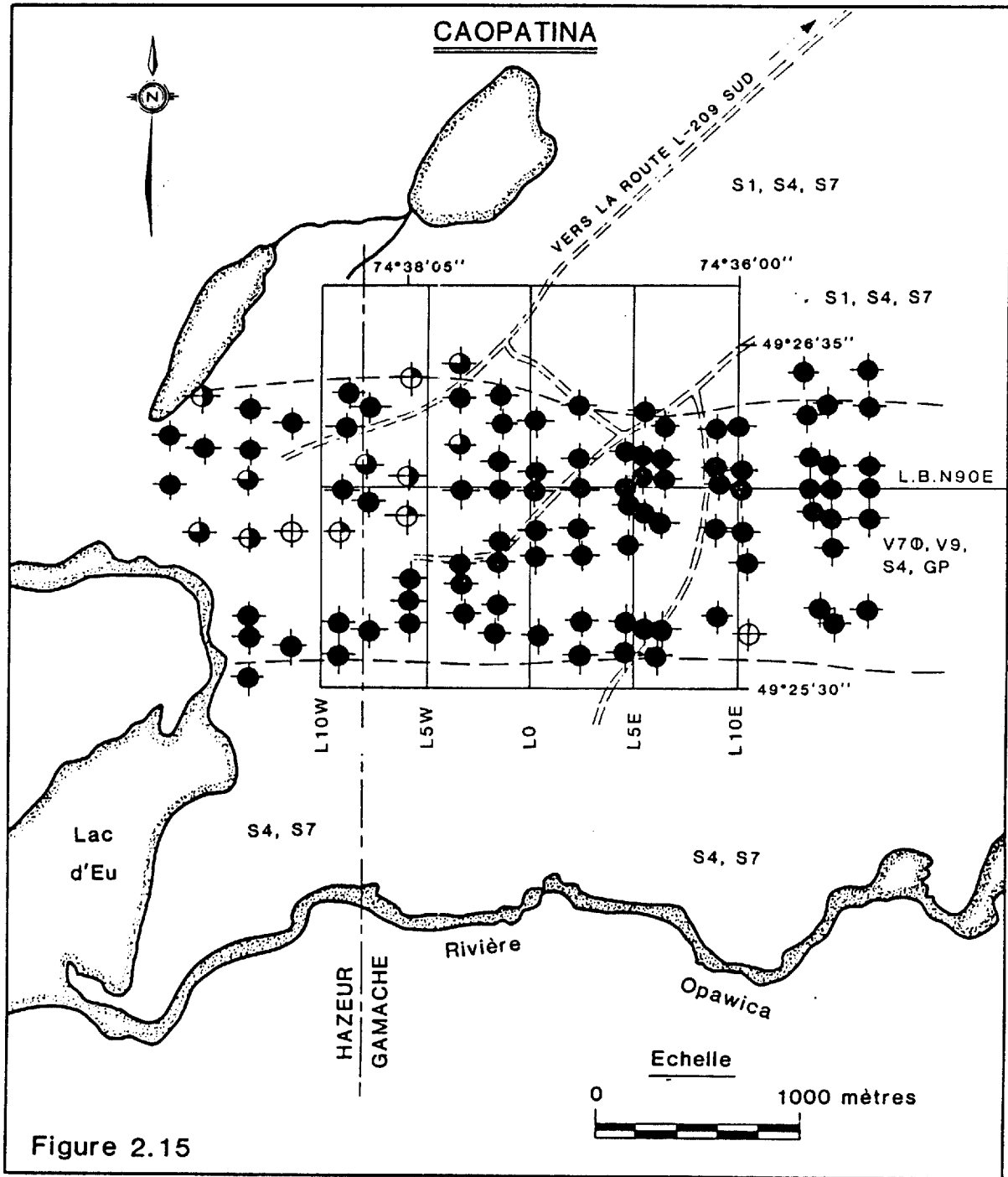


Figure 2.15

Localisation de l'axe conducteur étudié dans les cantons Gamache et Hazeur

- |                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| V <sub>9</sub> : TUF         | ● : ANOMALIE 6 CANAUX |
| V <sub>7</sub> : BASALTE     | ◐ : ANOMALIE 5 CANAUX |
| S <sub>4</sub> : ARGILITE    | ◑ : ANOMALIE 4 CANAUX |
| S <sub>1</sub> : CONGLOMERAT | ⊕ : ANOMALIE 3 CANAUX |
| S <sub>7</sub> : GRES        |                       |
| GP : GRAPHITE                |                       |
| ⊙ : COUSSINE                 |                       |

Tiré de "LEVÉ INPUT DANS LA RÉGION DE LA DAUVERSIÈRE" DP-825, Feuille 2/8

Un relevé géophysique aéroporté a été effectué en 1977 par Aérodata Limited, pour la compagnie Falconbridge Nickel Mines Ltd. Suite à ce levé, des travaux de géophysique au sol (EMH et Mag) ont été effectués sur les anomalies aéroportées choisies (Simoneau, Cormier, Cloutier, 1978).

En 1978, la même compagnie effectua un levé gravimétrique qui donna des résultats positifs. Suite à ce levé, 9 trous totalisant 2409' furent forés.

Les anomalies s'expliquent par des horizons graphitiques majeurs. Un forage a cependant donné des résultats intéressants. Le forage 7 (DDH-7), localisé sur la figure 2.16, a montré des horizons graphitiques multiples contenant de la pyrrhotine et de la pyrite disséminées. Une section de 1 mètre a donné 580 PPM Cu, 300 PPM Zn avec des traces d'or (Simoneau, Cormier, Cloutier, 1978).

### 2.3.3 Géologie locale

Le site Caopatina se retrouve sur la carte géologique au 1:100 000 préparée par Gobeil et Racicot (1982). Pour faire suite aux levés détaillés réalisés par notre équipe pendant l'été 1985, nous avons produit une carte géologique au 1:5000. Cette carte fait l'objet de la figure 2.16.

Comme on peut le voir sur la figure 2.17, les conducteurs se trouvent dans la Formation d'Obatogamau du Groupe de Roy, intercalés entre les sédiments du Groupe d'Opémisca.

La Formation d'Obatogamau (Cimon, 1977b) est caractérisée par un empilement de laves mafiques porphyriques, massives ou coussinées et de tufs mafiques à l'intérieur duquel on trouve des niveaux de tufs felsiques à intermédiaires et de gabbro.

# CAOPATINA

## CARTE GEOLOGIQUE

### LEGENDE

- CHEMIN DE BOIS
- CONDUCTEUR EMH
- ⊥ MAREPAGE

### COLONNE STRATIGRAPHIQUE

- ② **ROCHES VOLCANOSEDIMENTAIRES D'APPARTENANCE INDETERMINEE**
  - S1: CONGLOMERAT
  - S4: ARGILITE
  - S7: GRES
- ① **FORMATION OBATOGAMAU**
  - S4, GP: ARGILITE GRAPHITEUSE
  - VS: TUF
  - V7: BASALTE
  - 3G: GABBRO

### ELEMENTS STRUCTURAUX

STRATIFICATION: sommet non determine

a) incline      b) vertical

SHISTOSITE:

a) incline      b) vertical

CONTACT GEOLOGIQUE PROBABLE

x PETIT AFFLEUREMENT

o COUSSINE

### DIVERS

/ MAFIQUE

∞ FELSIQUE

GP GRAPHITE

· PY PYRITE

MO MAGNETITE

Echelle

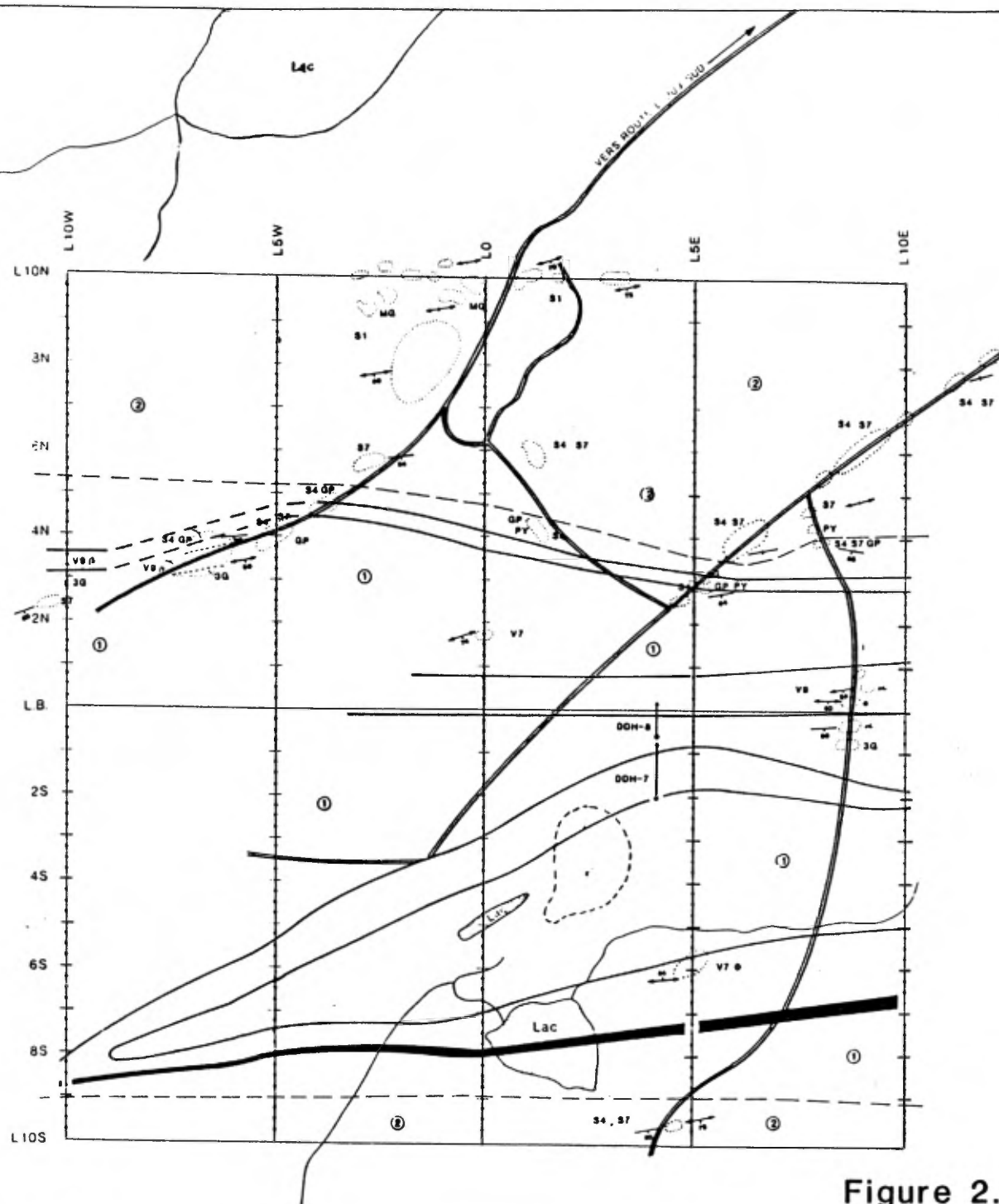


Figure 2.16

Dessin A. Lacombe



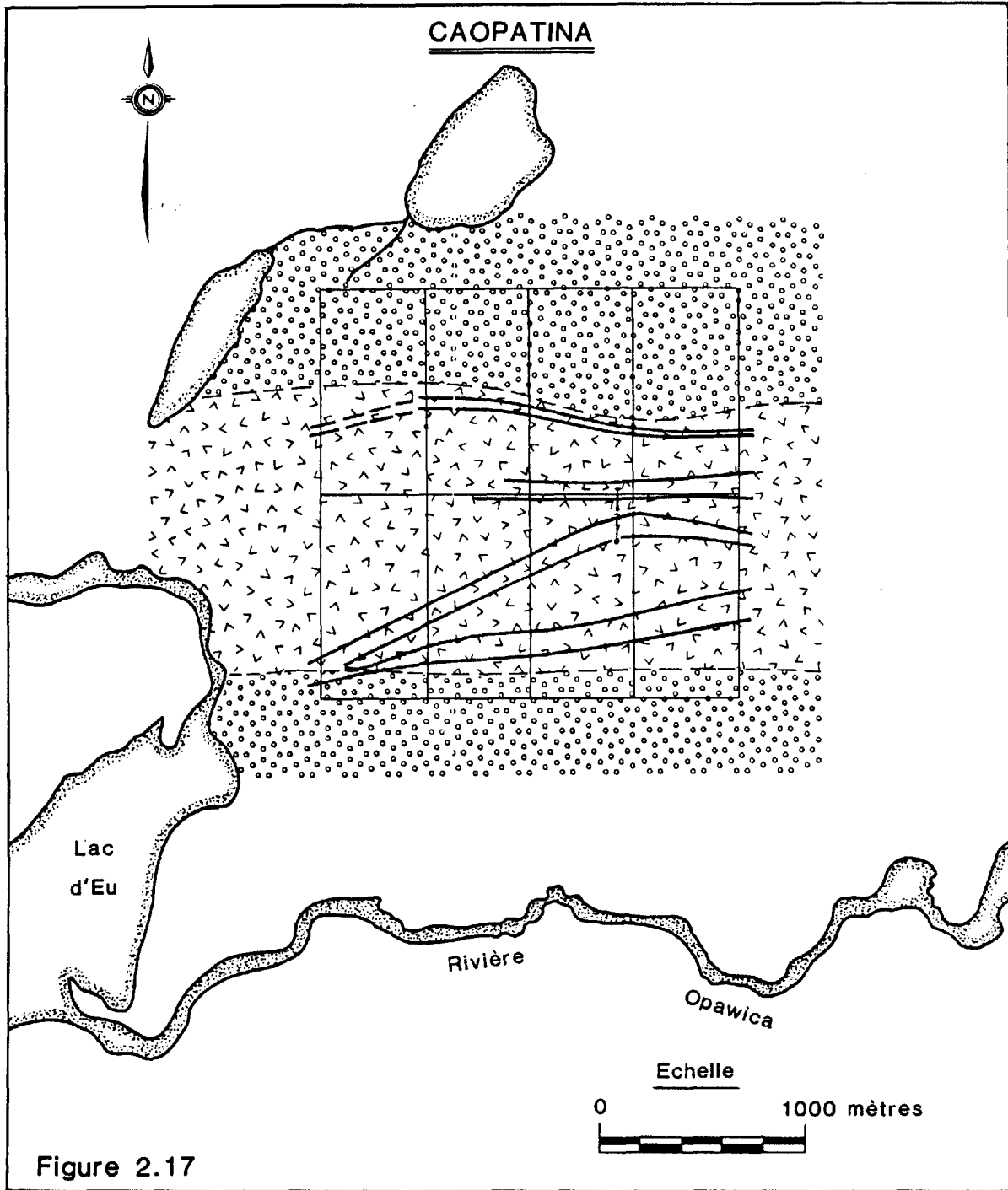





Figure 2.17

Carte géologique de la région étudiée dans les cantons Gamache et Hazeur

TABLEAU DES FORMATIONS

<u>GRUPE D'OPEMISCA</u>		Roches volcano-sédimentaires d'appartenance indéterminée: tuf, grès, argilite, conglomérat
<u>GRUPE DE ROY</u>		Formation d'Obatomagau: lave mafique porphyrique, tuf, gabbro, argilite graphiteuse
		Conducteur électromagnétique (EMH)

Les conducteurs eux-mêmes correspondent à des horizons d'argilite graphiteuse.

Le Groupe d'Opémisca (Duquette, 1970) est composé de roches volcano-sédimentaires d'appartenance indéterminée, constituées de tuf, lave, grès, conglomérat et argilite.

Les couches ont une direction est-ouest avec une attitude dominante sub-verticale.

#### 2.3.4 Levés électromagnétiques et magnétiques

##### 2.3.4.1 Levés EMH

Nous avons complété un total de 9 km de cadre horizontal, toujours avec une séparation de 66 m. Les lectures sont espacées de 25 m.

Huit conducteurs, numérotés C1 à C8 du nord au sud, ont été décelés. Les conducteurs C1 et C2 sont très rapprochés et pourraient n'être, en fait, qu'un seul conducteur épais. Les conducteurs C5, C6, C7 et C8 semblent dessiner, dans le secteur ouest, le nez d'un pli indiqué comme tel sur la carte géologique (figure 2.18).

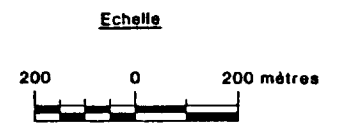
L'interprétation de l'ensemble des données a fourni les résultats présentés au tableau 2.2.

La qualité électrique, très variable d'une ligne à l'autre, de chaque conducteur indique des variations substantielles de leur épaisseur ou de leur composition.

# CAOPATINA

## LEGENDE

- CHEMIN DE BOIS
- ☁ BOISE
- ✦ MARÉCAGE
- CONDUCTEUR EMH



Interp. C. St-Maur, Dessin A. Lacombe

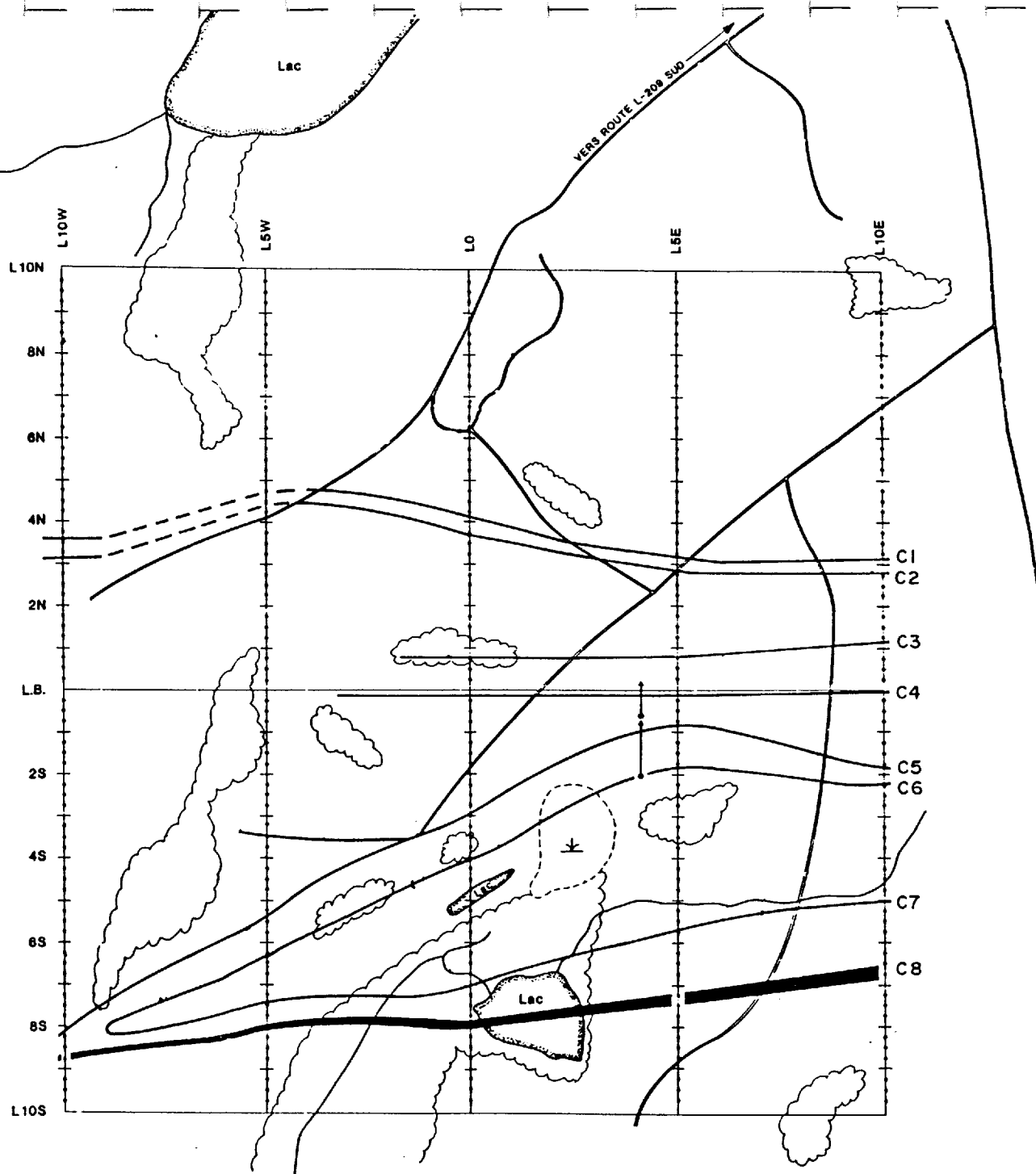


Figure 2.18 - Localisation des conducteurs électromagnétiques

TABLEAU 2.2 Interprétation du relevé EMH

Conducteur	Ligne	Station	I.P. (%)	O.P. (%)	Profondeur (m)	Conductivité ot (siemens)
C1	10E	3+05N	-56	-31	≈0	20.
	5E	3+10N	-56	-16	≈0	41.
	0	4+00N	-62	-28	≈0	20.
	5W	4+70N	- 2	- 9	6	1.7
	10W	3+50N	- 5	-23	≈0	1.7
C2	10E	2+75N	-56	-12	≈0	45.
	5E	2+85N	-56	-23	≈0	20.
	0	3+65N	-62	-14	≈0	41.
	5W	4+40N	- 2	- 9	5	1.7
	10W	3+00N	-11	-19	5	4.0
C3	10E	1+20N	-48	-21	≈0	20.
	5E	0+80N	-69	-13.5	≈0	20.
	0	0+75N	-29	-13	11	24.
	5W	-	-	-	-	-
	10W	-	-	-	-	-
C4	10E	0+00	-61	-24	≈0	20.
	5E	0+20S	-54	-18	≈0	29.
	0	0+10S	-39	-25	≈0	14.
	5W	-	-2.5	- 3	30	5.
	10W	-	-	-	-	-
C5	10E	1+90S	-40.5	-15	6.7	31.
	5E	0+90S	-46.5	-23.5	≈0	20.
	0	3+00S	-48	-16	≈0	34.
	5W	5+25S	-4.5	- 8.5	15	3.4
	10W	7+70S	-12	-17	8.8	5.0
C6	10E	2+25S	-40.5	-12	7.8	41.
	5E	1+90S	- 6.5	-16	≈3	2.6
	0	4+20S	-30.5	-23	4.0	11.
	5W	6+10S	-19	-16	11.	10.
	10W	-	-	-	-	-
C7	10E	5+00S	- 2	- 9	5.5	1.7
	5E	5+65S	- 7	-11.5	12	4.1
	0	7+00S	- 8.5	- 8.5	20.	8.5
	5W	7+40S	-52	-23	≈0	20.
	10W	-	-	-	-	-
C8	10E	6+70S	-54	-14	≈0	41.
	5E	7+30S	-56	-23.5	≈0	20.
	0	7+90S	-34.5	-22	4	14.
	5W	7+90S	-40	-16	6.7	27.
	10W	8+35S	-17	-19	8.0	7.

Les profondeurs calculées sont presque toujours très faibles sauf sous la ligne 5W où le mort-terrain est plus développé.

Il est probable que les conducteurs C6 et C7 sont, en fait, un seul conducteur plissé. C'est aussi le cas des conducteurs C5 et C8.

#### 2.3.4.2 Levés magnétiques

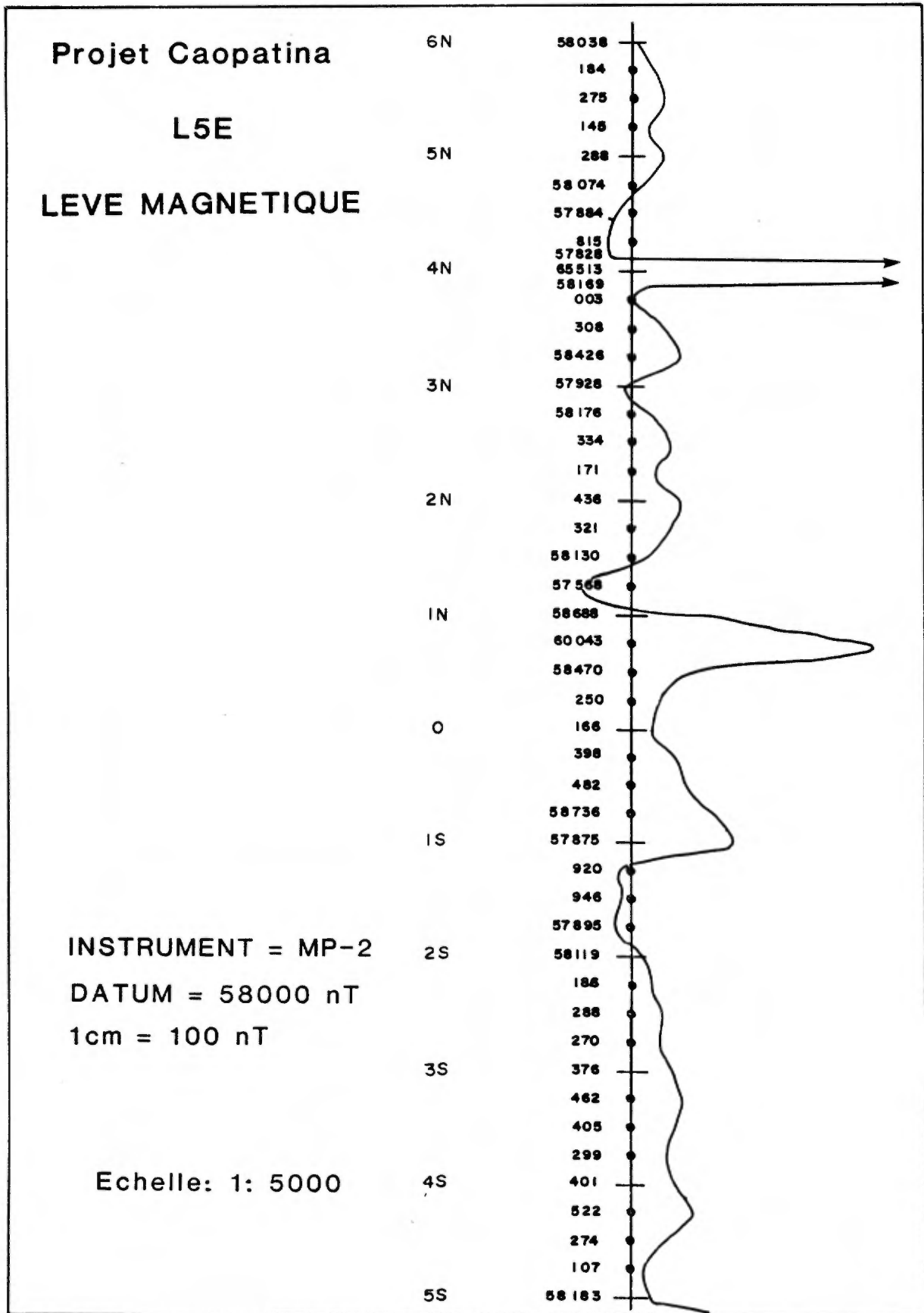
Seule la ligne 5E a été relevée. Quatre anomalies y ont été décelées au niveau des stations 4N, 0 + 75N, 1S et 5 + 25S (figure 2.19). Les trois dernières correspondent à la position approximative des conducteurs C3, C5 et C7. La première, soit celle située à 4N, n'est observée que sur un seul point de lecture. Elle semble correspondre à un corps susceptible présent à la surface du sol. Le caractère brusque de chacune des anomalies nous indique que celles-ci sont produites par des corps situés à très faible profondeur (moins de 10 m) confirmant ainsi les résultats de sismique réfraction.

Ces résultats démontrent qu'un levé magnétique, réalisé sur l'ensemble du site à partir de lignes aux 100 mètres, améliorerait sensiblement la cartographie géologique du site. Ils ont de plus démontré que certains conducteurs contiennent des matériaux magnétiques, magnétite ou pyrrhotine, en plus du graphite qui, si on en croit les travaux géologiques précédents, serait le seul matériel conducteur présent.

#### 2.3.5 Topographie et hydrographie

Le terrain montre une topographie en pente avec une élévation maximum du côté nord. De ce côté on retrouve des aires d'affleurements très denses.

Figure 2.19



Au sud de la ligne de base, le terrain devient assez plat avec plusieurs marécages et petits lacs et les affleurements à la surface deviennent très rares.

La grille de travail est bordée au sud par la rivière Opawica et à l'ouest par le lac D'Eu et deux petits lacs sans nom au nord-ouest.

Au centre-sud, le terrain est dessiné par de petits ruisseaux qui s'écoulent vers la rivière Opawica en direction sud.

Cette région a fait l'objet d'une exploitation forestière très intense. Par conséquent, il ne reste que quelques endroits boisés où on retrouve essentiellement de l'épinette noire.

#### 2.3.6 Dépôts meubles

Aucune étude de la géologie du quaternaire n'a été faite dans cette région. Les travaux connus sur ce sujet dans la région de Chibougamau ont été réalisés dans les cantons Scott, Obalski, Lemoine, soit au nord de notre canton.

Le terrain est surtout recouvert de till qui peut atteindre à certains endroits, mais surtout du côté nord, une épaisseur de l'ordre de 7 m. Du côté sud, l'épaisseur moyenne est de 3 m.

Par contre, comme le montre la section sismique de la figure 2.20, le recouvrement est très mince au voisinage de la ligne de base.

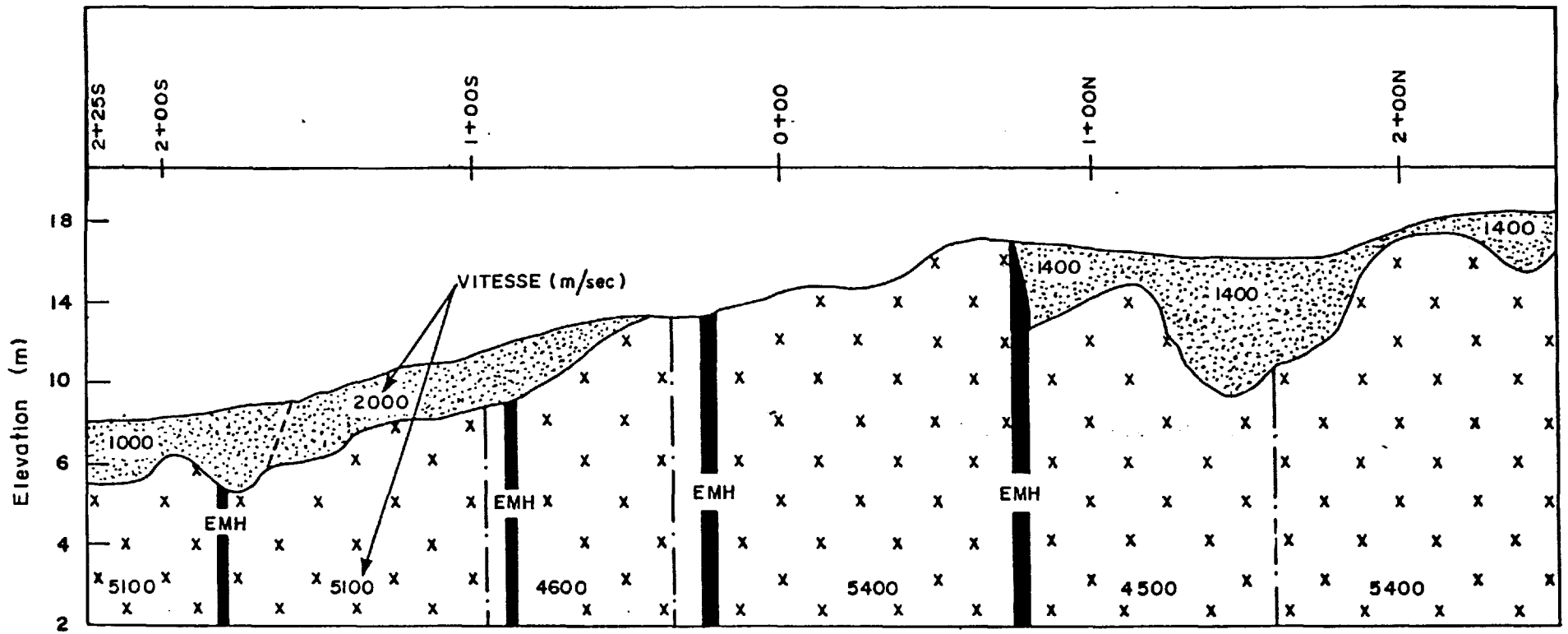


Figure 2.20-Profil de mort-terrain, site Caopatina, L5E



## 2.4 Richardson (canton Richardson)

### 2.4.1 Localisation

Ce site, localisé dans le canton de Richardson immédiatement à l'ouest du lac Waconichi, constitue notre principal terrain d'expérience. En effet, il a été étudié beaucoup plus intensivement que les deux autres sites qui font l'objet de ce rapport.

La campagne de terrain de 1983 a commencé par l'établissement d'un réseau de lignes couvrant un périmètre de 9 par 2 kilomètres. Ce réseau, montré à la figure 2.21, comprend 77 lignes espacées de 125 mètres sauf dans la partie est (lignes 57 à 77) où l'espacement n'est que de 100 mètres. Une ligne de base et plusieurs lignes de raccordement complètent la grille.

On y accède par les routes L167 et L208 du Ministère des terres et forêts, puis par la route de Troilus-Frotet et plusieurs chemins forestiers (figure 2.22).

### 2.4.2 Travaux antérieurs

Le canton Richardson a été cartographié par Caty (1975-76-78). Lors de ses travaux de cartographie, Caty a procédé à un prélèvement de sédiments de ruisseau sur son terrain et il a mis en évidence une anomalie de Pb au sud-est du lac Sirois, une anomalie en Cu-Pb à l'ouest du lac Sirois et une anomalie en Cu, Ni et Co au nord-est du lac Chebistuan (Dumontier, 1978).

Un levé aéroporté Input (DP-749, feuillet 27, 1980), dans la région du lac Waconichi, a mis en évidence l'axe conducteur long de

# RICHARDSON

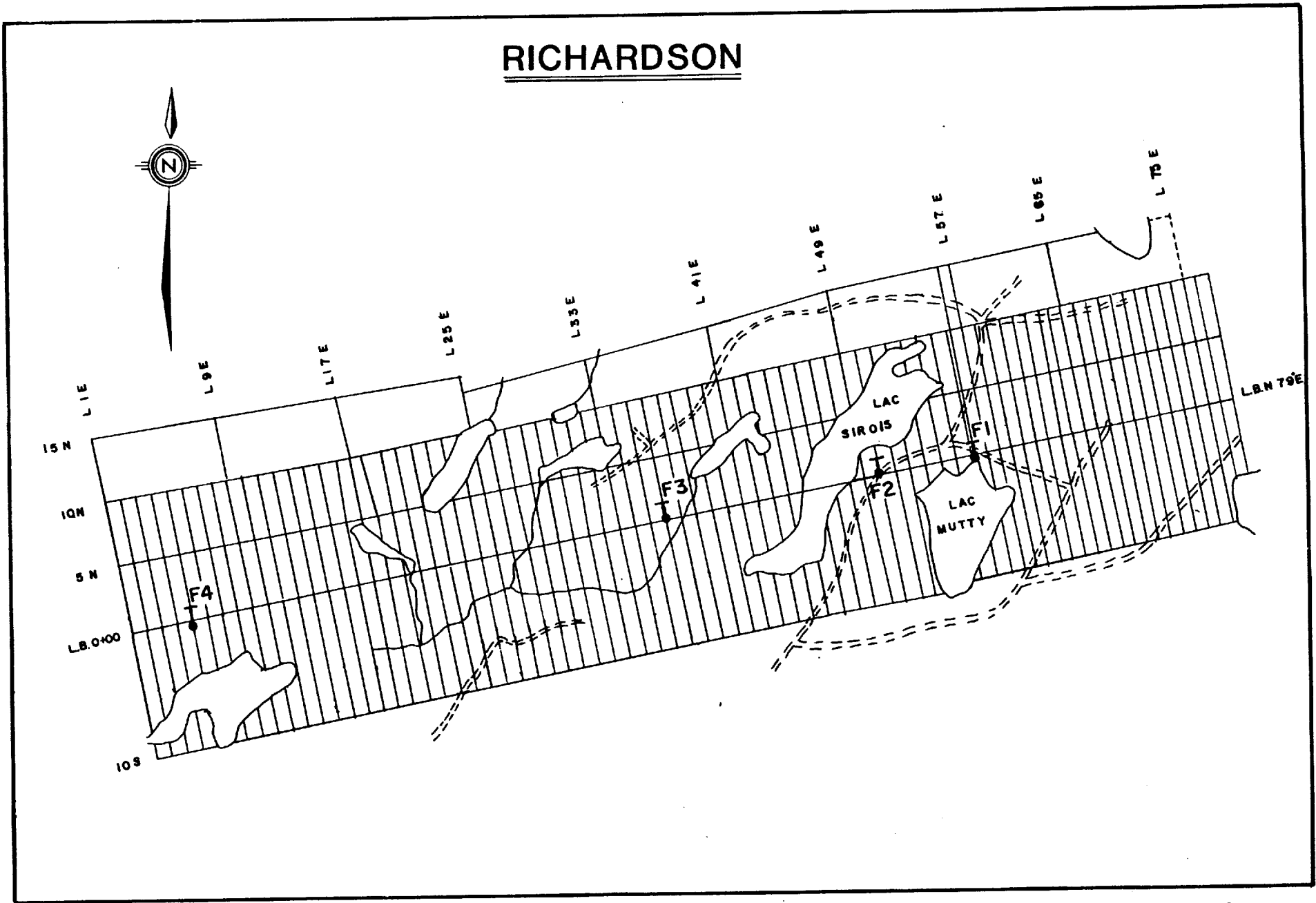


Figure 2.21- Carte de localisation des lignes coupées et des forages stratigraphiques de la région étudiée dans le canton Richardson

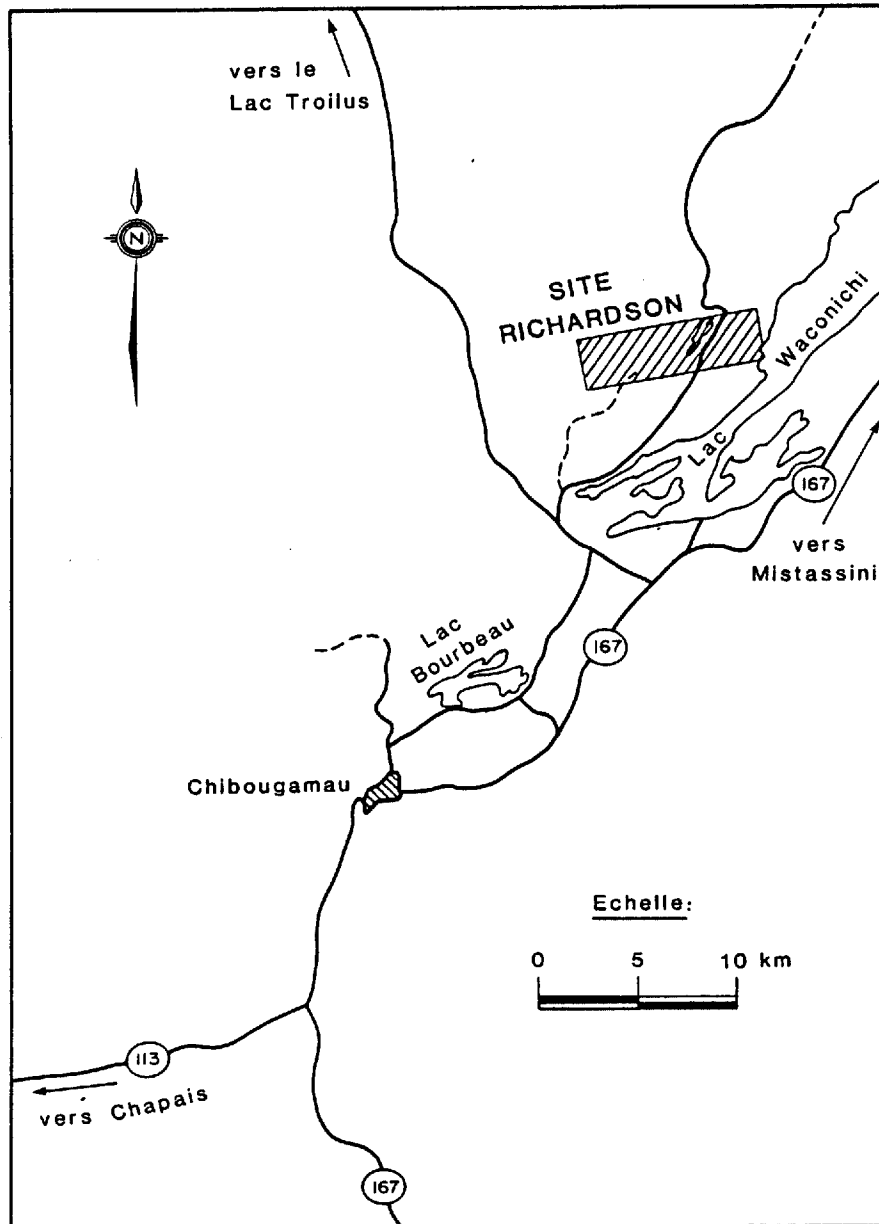


Fig. 2.22- Carte de localisation régionale du site Richardson

plus de 60 km qui a fait l'objet de notre étude. La figure 2.23 présente les résultats de ce levé à l'intérieur du périmètre. Notre première campagne de terrain a suscité l'intérêt de quelques compagnies minières qui ont jalonné une partie du terrain et y poursuivent des travaux d'exploration depuis 1984.

### 2.4.3 Géologie locale

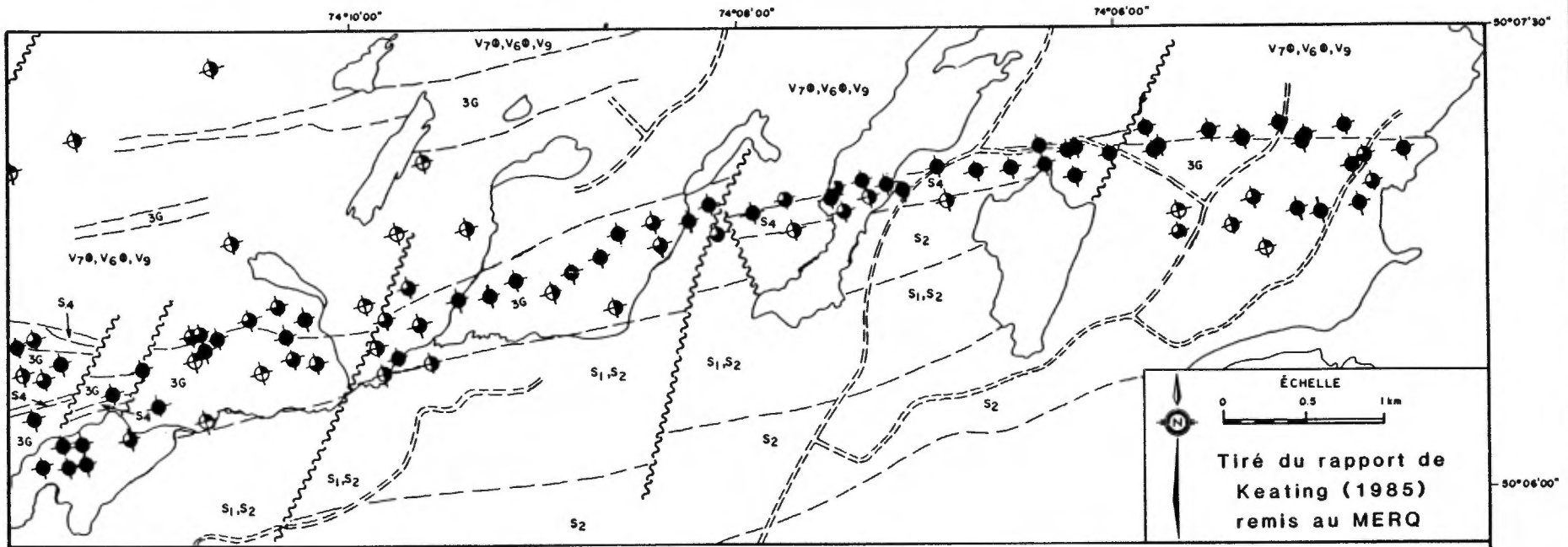
#### 2.4.3.1 Cartographie géologique

Les premiers levés géologiques détaillés ont été complétés pendant la saison 1983. Une carte géologique basée uniquement sur les éléments géologiques de surface a été présentée dans notre rapport intérimaire (Trudel et al., 1984).

Cette carte a été sensiblement modifiée depuis, suite à l'intégration de l'ensemble des données provenant de l'impressionnante quantité de levés géophysiques qui ont été réalisés sur ce périmètre, ainsi que de quatre forages complétés en 1984.

Les forages totalisant 705 mètres sont distribués à peu près également le long de la ligne de base. Leur localisation exacte est indiquée à la figure 2.21 alors que l'annexe A comprend l'ensemble des journaux de sondage ainsi qu'une liste des échantillons qui ont été choisis pour lames minces, sections polies et analyses chimiques. Les assemblages de minéraux opaques dans les échantillons des forages sont présentés à l'annexe B.

Leur objectif était à la fois de suppléer au manque d'affleurement et de vérifier certaines hypothèses émises dans le rapport intérimaire de 1984. Nous reviendrons plus loin à ces hypothèses et à leur vérification.



**Fig. 2.23-LOCALISATION DU CONDUCTEUR ETUDIE AU COURS DE L'ETE 1983 ET 1985**

(V<sub>6</sub> : ANDESITE ; V<sub>7</sub> : BASALTE ; ⊙ : COUSSINEE ; V<sub>9</sub> : TUF ; 3G : GABBRIO ; S<sub>1</sub> : CONGLOMERAT ; S<sub>2</sub> : ARKOSE ;  
 S<sub>4</sub> : ARGILITE ; ● : ANOMALIE DE 6 CANAUX ; ◆ : ANOMALIE DE 5 CANAUX ; ⊕ : ANOMALIE DE 4 CANAUX ;  
 ⊗ : ANOMALIE DE 3 CANAUX ).

Les différents levés géophysiques, quant à eux, seront présentés dans les pages suivantes en fonction de leur intérêt dans la discussion de divers éléments qui seront soulevés.

Nous comprenons maintenant beaucoup mieux la géologie de ce périmètre malheureusement très pauvre en affleurements dans sa région centrale qui, évidemment, présente le plus grand intérêt dans le cadre de notre projet. La nouvelle carte géologique, qu'on retrouve en pochette de même que sa version simplifiée présentée à la figure 2.24, ainsi que la discussion qui suit le démontre amplement.

Les formations présentes sur le terrain comprennent, de la base au sommet:

La Formation Gilman (Duquette, 1970) consiste en basaltes métamorphisés au faciès amphibolite. Ces amphibolites sont généralement bien foliées, les structures en coussinets sont localement préservées et à certains endroits on peut reconnaître des brèches de coulées. Ces méta-basaltes sont recoupés par un grand nombre de filons-couches et de dykes de métagabbro.


Au sommet de cette formation, on retrouve de la pyrrhotine et de la magnétite disséminées dans la roche. De plus, des petites fractures deviennent de plus en plus fréquentes vers le sommet et elles sont remplies majoritairement par de la pyrrhotine avec des traces de chalcopryrite et de sphalérite.


Cet assemblage forme un niveau conducteur et magnétique. Il est mis en évidence par les forages 1 et 2 (figures 2.25 et 2.26) et par les levés de géophysique au sol.

Figure 2.24

CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE

- 4 Formation Chebistuan:  
conglomérat, grès et shale
- 3 Filons-couches de Ventures et de Bourbeau:  
péridotite, pyroxénite et gabbro
- 2 Formation Blondeau:  
tufs felsiques, sulfures massifs et shales graphiteux
- 1 Formation Gilman:  
métabasaites et métagabbros

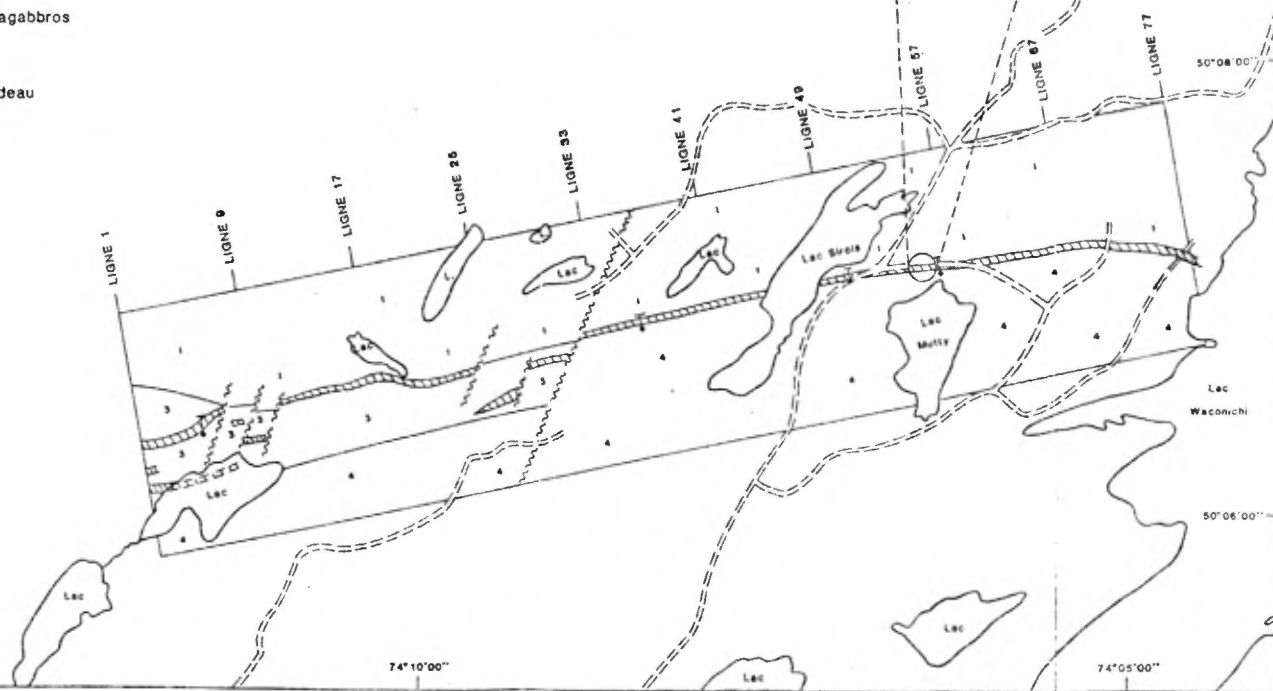
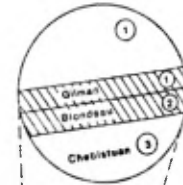
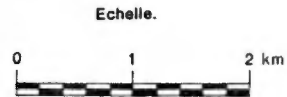
 Unité conductrice:  
contact Gilman-Blondeau

 Chemin forestier

 Faille

 Forage

CANTON BLAIKLOCK  
CANTON RICHARDSON



- 87 -

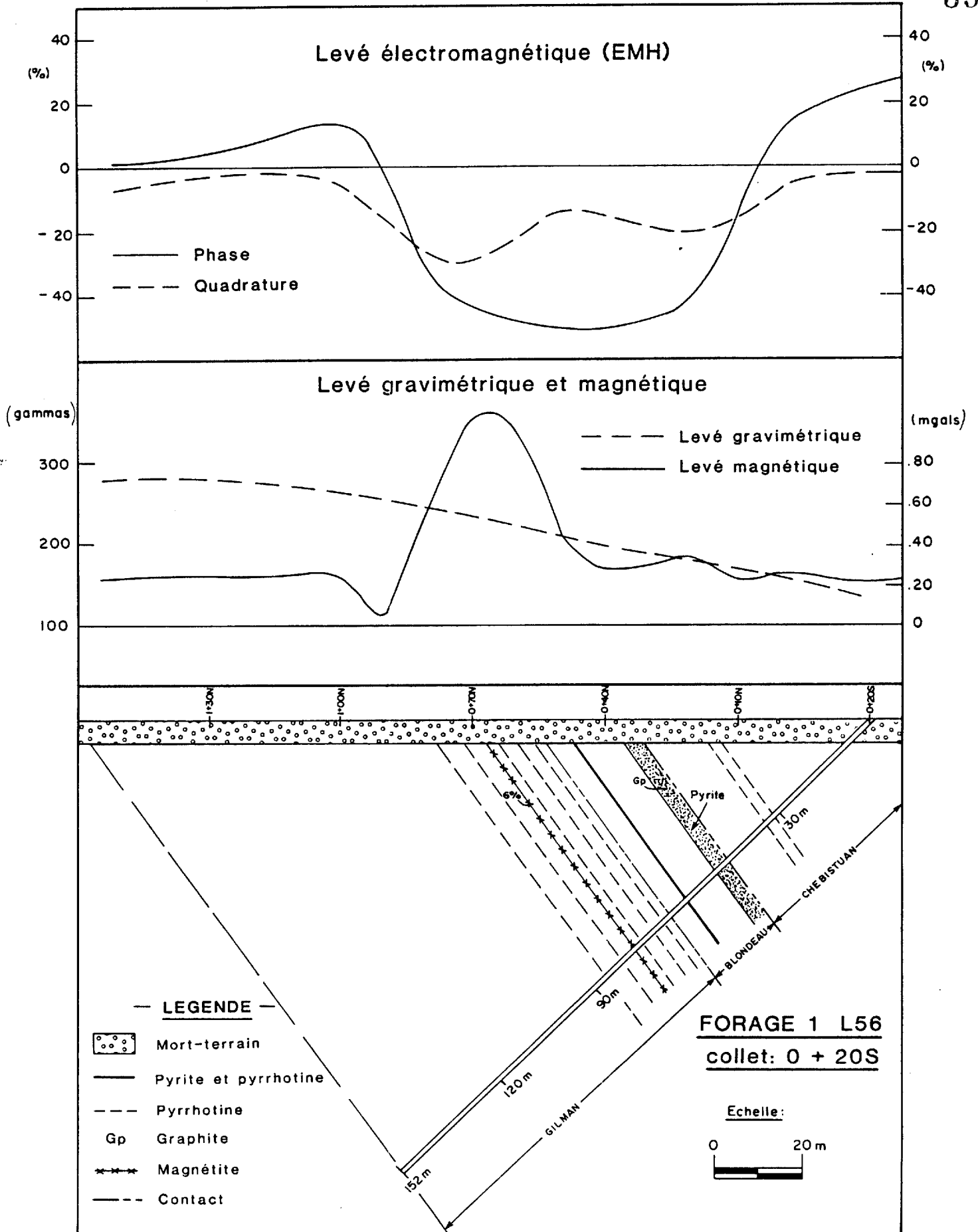


Figure 2.25 - Coupe simplifiée des formations rencontrées avec le forage 1



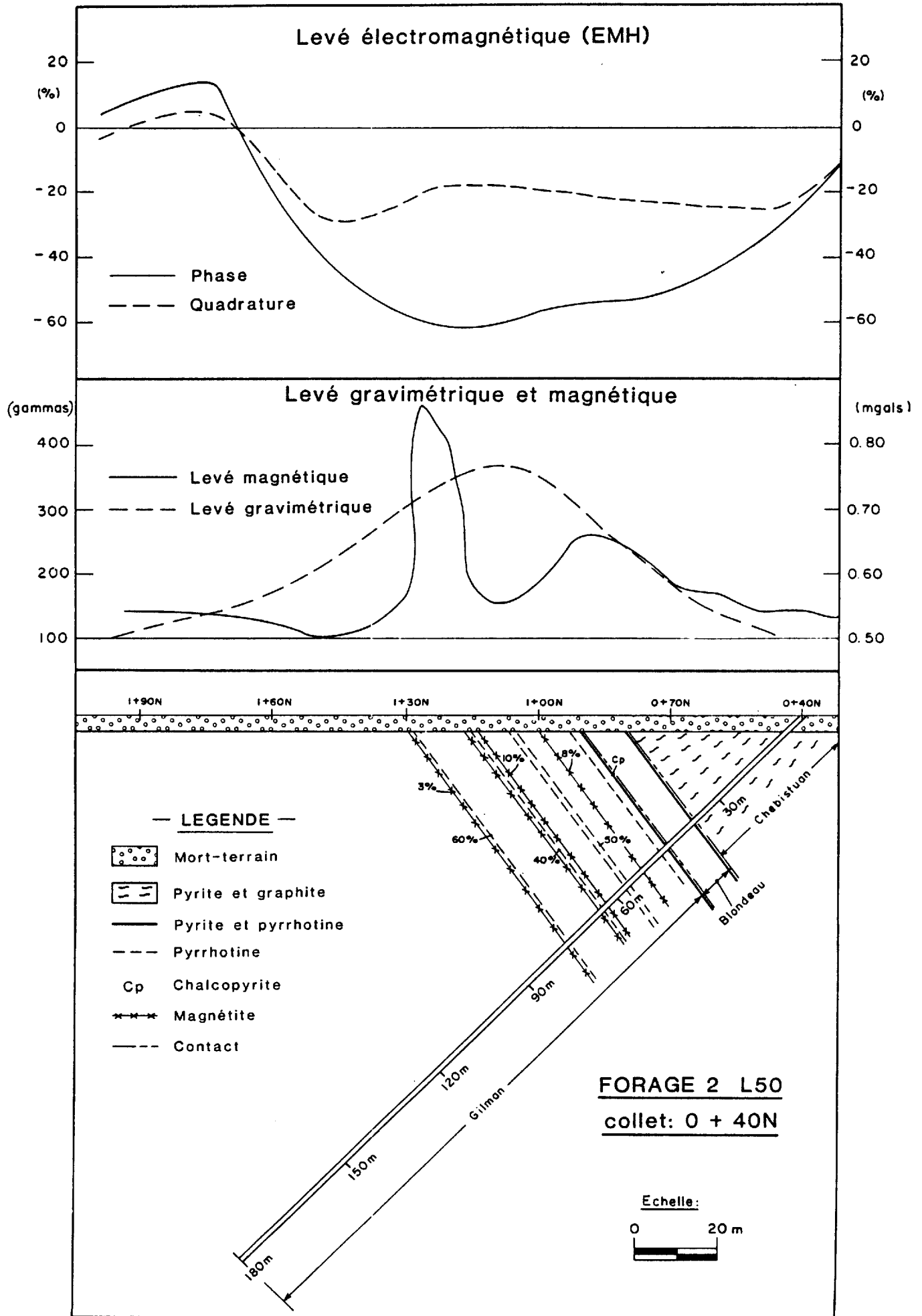


Figure 2.26 - Coupe simplifiée des formations rencontrées avec le forage 2

D'autre part, des laminations siliceuses contenues dans l'amphibolite de la Formation Gilman (échantillon 84-1-16), ont révélé une teneur en or de 2 g/t. Ces laminations représentent possiblement des bordures de coussins. N'oublions pas qu'une minéralisation d'or est présente dans des bordures de coussins minéralisés à la mine Gwillim, près de Chibougamau (Bouchard, 1984).

La Formation Blondeau est constituée d'un assemblage de roches volcaniques et sédimentaires. À la base de cette formation, on peut observer des tufs felsiques interstratifiés avec des laminations et des lentilles de sulfures massifs, ceux-ci consistant en pyrite, pyrrhotine avec des traces de chalcopryrite et de sphalérite.

Les tufs et les sulfures sont surmontés par des argilites noires graphiteuses contenant des nodules et de fines laminations de pyrite.

Un forage réalisé sur la ligne 36 (figure 2.27) où il n'y avait pas d'affleurement, a confirmé la présence de la Formation Blondeau, déjà indiquée par la continuité du niveau conducteur et magnétique. Les conducteurs électromagnétiques et les horizons magnétiques servent donc de repère pour retracer cette formation.

De plus, nous avons rencontré dans le shale noir graphiteux de la Formation Blondeau (échantillon 84-4-20), une teneur élevée en Ag, soit 1 g/t. D'autre part, c'est également dans la Formation Blondeau (échantillon 84-3-18) que nous avons rencontré les meilleures teneurs en Cu et Zn, soit: 0,46% et 0,47% respectivement.

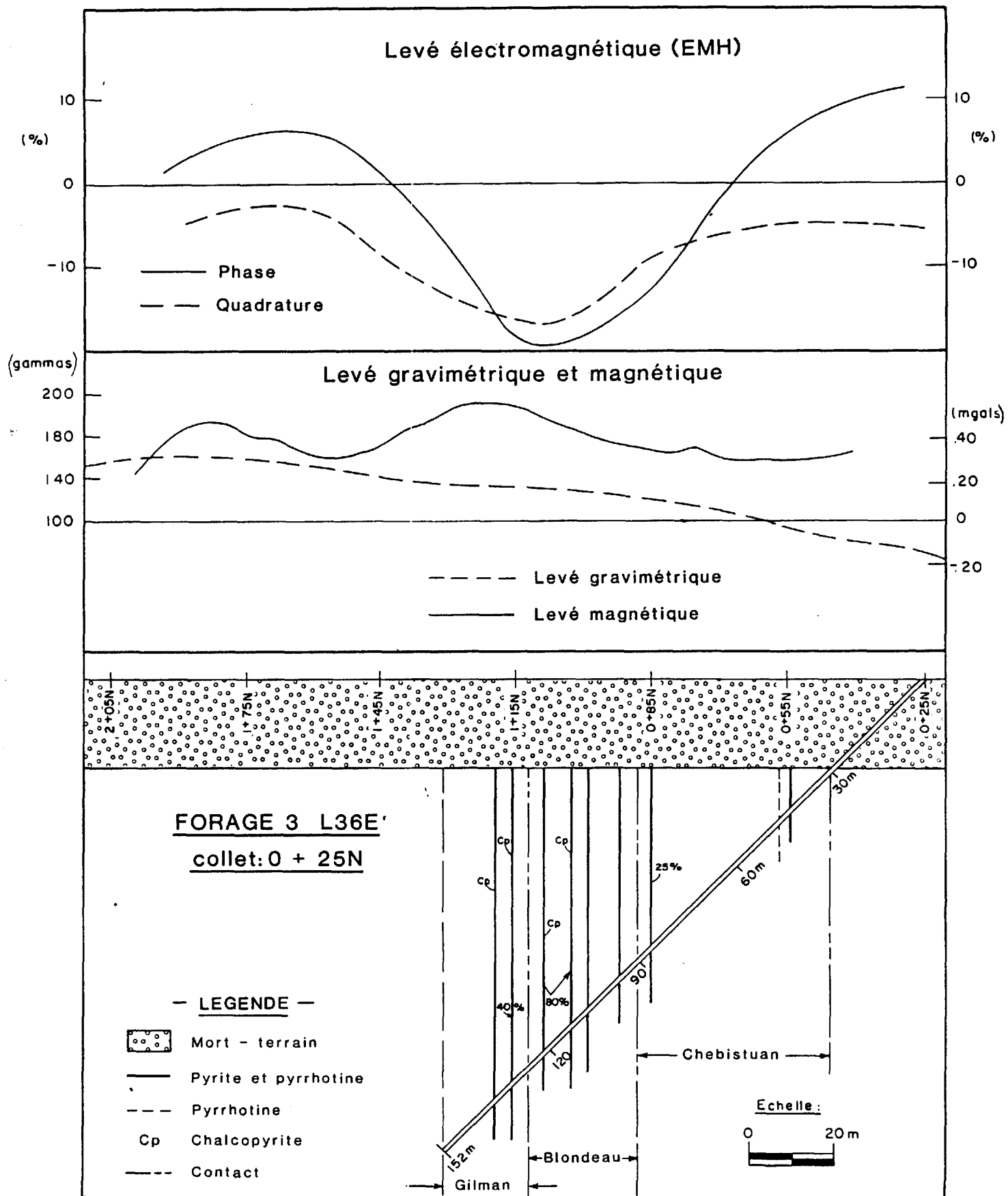


Fig.2.27 - Coupe simplifiée des formations rencontrées avec le forage 3

Il est aussi très intéressant de constater que le gisement UMAX, dont nous avons parlé précédemment, est situé près de 100 km plus loin dans cette même formation minéralisée et fortement conductrice. Ceci ne peut que confirmer le potentiel minéral de la Formation de Blondeau.

### Unité conductrice

Le niveau conducteur qui est mis en évidence par le levé INPUT et qui a déterminé notre intérêt pour ce terrain, correspond à la zone de transition entre les Formations Gilman et Blondeau. En effet, le sommet de la Formation Gilman comprend de nombreuses veinules de pyrrhotine et de magnétite. Le Blondeau, par son assemblage de sulfures et d'argilites graphiteuses et pyriteuses comprend aussi des éléments conducteurs (figures 2.25 et 2.26).

Cette zone de transition conductrice entre les deux formations se poursuit sur toute la longueur du terrain et permet de localiser précisément, à partir du levé électromagnétique, la position du contact Blondeau-Gilman.

Quelques horizons marqueurs fortement magnétiques, en bordure du contact, permettent aussi de le retracer à partir des cartes magnétiques.

Le filon-couche de Ventures (Duquette, 1970) présent sur notre terrain, est une épaisse intrusion stratiforme composée de clinopyroxénite à la base, surmontée d'un gabbro à texture ophitique montrant l'apparition du quartz vers le sommet de l'intrusion.

Du côté ouest de la grille, un forage stratigraphique a mis en évidence plusieurs niveaux de Blondeau riches en sulfures de fer (pyrite, pyrrhotine), interstratifiés dans le gabbro de Ventures.

L'examen de la figure 2.28 révèle que l'anomalie électromagnétique décelée est due aux éléments conducteurs des niveaux du Blondeau dans le filon-couche de Ventures. D'ailleurs, celui-ci montre quelques traces de minéralisation en pyrite, pyrrhotine, sphalérite et chalcopryrite.

La Formation Chebistuan (Caty, 1976) repose en discordance angulaire sur la Formation Blondeau. Elle est composée de wackes arkosiques interstratifiés avec des shales gris foncés à la base et de conglomérats polymictes contenant localement des interlits de grès au sommet. Ces roches montrent différentes structures sédimentaires dont une bonne stratification, des granoclassesments, des laminations parallèles et des empreintes de charge.

Enfin, le pluton de la rivière Barlow (Caty, 1975) est un complexe intrusif composé principalement de monzonite quartzifère, de monzodiorite, de syénite quartzifère, de granodiorite et de granite.

Les paragraphes suivants contiennent des descriptions plus poussées des différentes propriétés de chacune de ces formations.

#### 2.4.3.2 Pétrographie et minéragraphie

Nous présentons ici un résumé des études pétrographiques et minéragraphiques réalisées par notre équipe sur le site expérimental de Richardson. Le lecteur intéressé à de plus amples détails pourra se référer aux mémoires de Cloutier (1985), Desautels (1985) et de Beaulieu (1984).

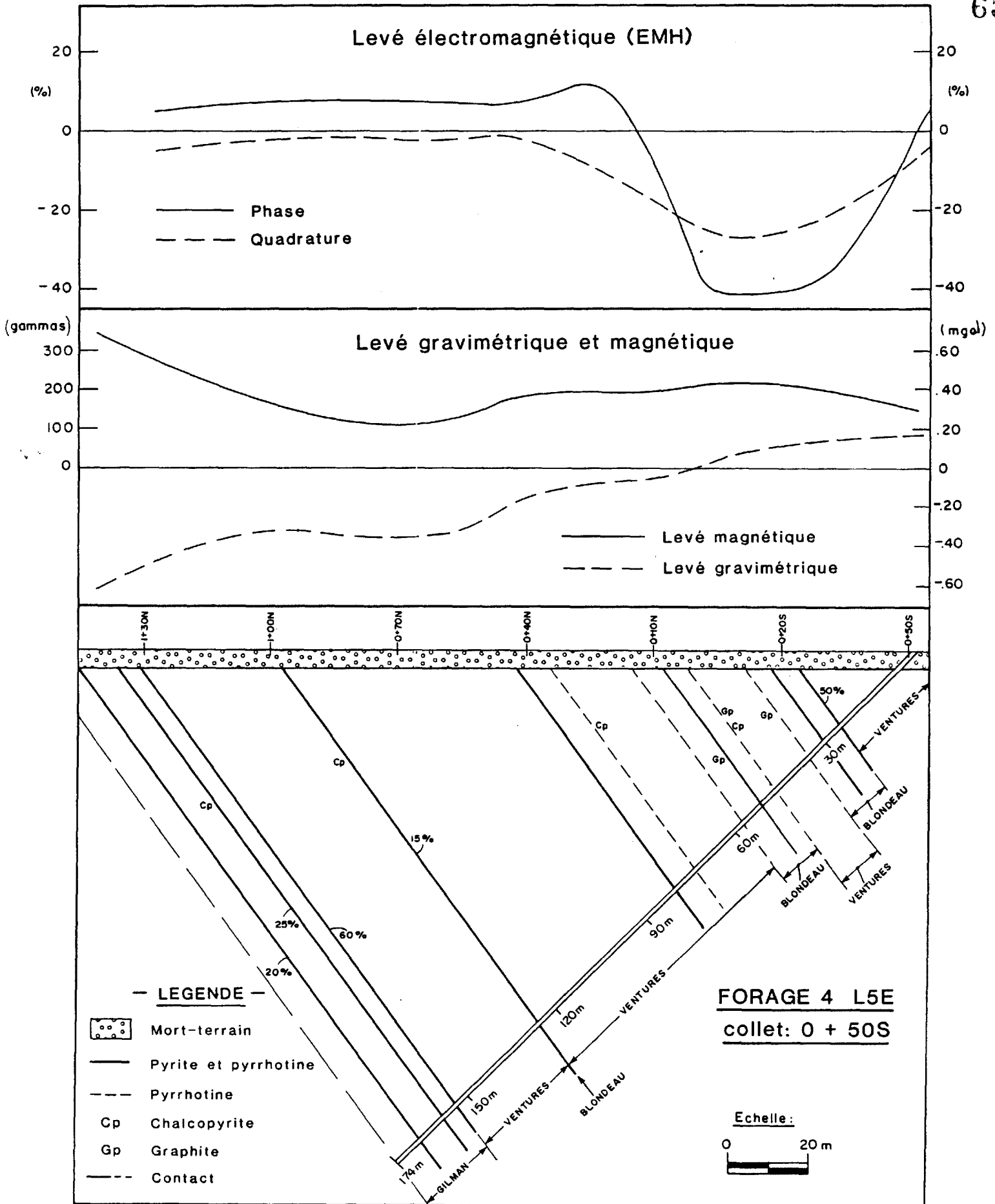


Figure 2.28 - Coupe simplifiée des formations rencontrées avec le forage 4

La Formation Gilman se compose de basaltes métamorphisés au faciès amphibolite. On observe un assemblage minéralogique de hornblende verte, actinote, épidote, chlorite, biotite et grenat almandin. On reconnaît quelquefois des plagioclases, de la muscovite et de l'apatite.

Les minéraux opaques rencontrés sont la pyrrhotine, la pyrite, la magnétite et des traces de chalcopryrite. Ils forment en moyenne 3% de la roche et sont généralement à grains fins disposés parallèlement à la schistosité.

Vers le sommet de la formation, des petites fractures ou veinules contenant 20% de sulfures en moyenne, deviennent de plus en plus fréquentes et elles sont remplies majoritairement de pyrrhotine avec parfois de la magnétite, de la pyrite et de la chalcopryrite.

La pyrrhotine peut se rencontrer sous forme massive ou en amas contournant les grains de silicate. La magnétite n'apparaît en général qu'en faible quantité. Toutefois, on a observé des grains de magnétite octaédrique dans une proportion de 29% dans la section polie 84-1-16 et dans la section polie 84-2-12, 40% des minéraux opaques correspondent à des grains de magnétite en inclusions dans la pyrrhotine et disséminés dans l'ensemble de la roche.

La chalcopryrite se retrouve en bordure des sulfures de fer ainsi qu'en inclusions dans ces minéraux. Quelquefois, on peut la retrouver dans les fractures.

Ces metabasaltes ont une schistosité bien développée et montrent fréquemment la texture nématoblastique qui provient de l'orientation préférentielle des amphiboles. La hornblende montre

différentes textures, soit: en éventail, poecilolitique, porphyrique et en cristaux résorbés. Le grenat est souvent poecilolitique, rempli d'inclusions de minéraux opaques. On observe parfois que les minéraux opaques traversent de part et d'autre les grains de grenat suivant certaines veinules ou fractures, ce qui semblerait indiquer à ce moment là une minéralisation tardive.

La Formation Blondeau est constituée d'un assemblage de roches volcaniques et sédimentaires métamorphisées au faciès amphibolite qui ont perdu leurs structures originelles. Les roches sédimentaires comprennent des schistes, des shales noirs, des grès et des amphibolites, tandis que des tufs constituent la composante volcanique.

L'assemblage minéralogique des roches sédimentaires comprend quartz, épidote, biotite, muscovite, chlorite, hornblende, actinote et calcite. L'apatite, le sphène, le zircon, le plagioclase et le grenat sont des minéraux occasionnels.

Ces roches ont une schistosité bien développée. On y rencontre différentes textures: porphyroblastique, lépidoblastique ou nématoblastique. Les porphyroblastes sont composés d'agglomérats de minéraux (amphibole-biotite-chlorite) et d'intraclasts (shale-granitoid-quartzite).

La chlorite et la biotite peuvent former, sur un même feuillet, des bandes mutuellement liées. La chlorite montre parfois une texture kélyphitique autour de la hornblende.

Les minéraux opaques, formant en moyenne 2-5% de la roche, sont constitués de pyrite, pyrrhotine, graphite et de traces de chalcoppyrite et sphalérite. Les shales noirs ont un fort contenu en graphite et en pyrite. À l'occasion on y trouve de la pyrrhotine avec des traces de chalcoppyrite et sphalérite en petites veinules.



Dans ces shales, la pyrite se présente en deux variétés: nodulaire ou en cristaux cubiques. La pyrite cubique se trouve surtout disséminée dans l'ensemble de la roche et parfois dans de petites veinules. Les nodules sont formés de pyrite colloforme, celle-ci partiellement remplacée par de la pyrrhotine.

Les tufs, quant à eux, contiennent surtout du quartz, du plagioclase et de la chlorite. L'épidote, la hornblende et le grenat y sont quelquefois observés. La composition du grenat a été déterminée à la microsonde. Il s'agit d'un grenat alumineux composé à 57% de spessartine, 35% d'almandin et 8% de pyrope. Cette composition, riche en manganèse, pourrait suggérer une origine exhalative pour tout le tuf du Blondeau (Desautels, 1985).

Le tuf est composé, en moyenne, de 25% de fragments de quartz, quartzite, plagioclase et minéraux opaques. Ces fragments sont sub-anguleux et sont alignés suivant la schistosité. La matrice est à grains fins et montre une texture fluidale autour des grains. Elle est composée de quartz recristallisé, de chlorite et de plagioclase.

La minéralisation, dans les tufs du Blondeau, consiste en pyrrhotine, pyrite et traces de chalcopryrite et sphalérite faisant en moyenne 5% de la roche. Cette minéralisation est surtout associée aux nombreuses veinules remplies de calcite, épidote, chlorite et hornblende qui recoupent les roches du Blondeau, quoiqu'on la trouve parfois disséminée de façon homogène à travers la roche.

Enfin, on doit noter que la minéralisation des tufs constitue le principal élément conducteur du Blondeau. Les argilites d'origine sédimentaire ne sont que faiblement conductrices.

Le filon-couche Ventures est formé, de la base vers le sommet, de péridotite suivie de pyroxénite, de gabbro et de gabbro quartzifère. Ces roches sont métamorphosées au faciès amphibolite.

La péridotite est composée de cristaux idiomorphes, équi-granulaires d'olivine altérés en talc et serpentine, de clinopyroxène, d'orthopyroxène et de magnétite (5%). Ces cristaux baignent dans une matrice serpentinisée. La magnétite remplit les nombreuses fractures dans les cristaux d'olivine.

Le gabbro est principalement composé de hornblende se présentant souvent en texture kélyphitique autour des pyroxènes (augite avec quelques traces de titane et vanadium). Le reste de la roche est constitué de plagioclase (albite secondaire), de sphène et d'un peu de quartz. Les minéraux opaques constituant en moyenne 5% de la roche sont essentiellement de la pyrite, de la magnétite et de la pyrrhotine. On observe parfois des grains de magnétite contenant des lamelles d'exsolution d'ilménite, maintenant altérées en sphène.

Dans le gabbro quartzifère de la partie supérieure du filon couche, le quartz constitue environ 30% de la roche et montre une texture graphique avec le plagioclase. On peut observer de petites veinules de calcite avec de la pyrrhotine et des traces de chalcopryrite.

La Formation Chebistuan est constituée d'un assemblage de roches sédimentaires. On y observe des schistes, des shales noirs, des grès et des amphibolites d'origine sédimentaires. L'assemblage métamorphique semble varier du faciès schistes verts au faciès amphibolite.

Le schiste est composé de chlorite, d'épidote, de hornblende et de quartz. À l'occasion, on y trouve du sphène, de la biotite, de la muscovite et de la calcite. Les minéraux opaques constituent en moyenne 4% de la roche. Il s'agit essentiellement de pyrite et pyrrhotine.

On observe des fragments de quartz et de quartzite, déformés et alignés parallèlement à la schistosité, celle-ci étant très bien développée. La matrice est formée d'un feutrage de phyllosilicates, de hornblende, d'épidote et de chlorite. Plusieurs veinules de quartz et de carbonates recourent la roche.

Les métagrès sont composés essentiellement de quartz et de plagioclase. Les autres minéraux observés sont la hornblende, la biotite, la muscovite, l'épidote, la chlorite, le zircon, le sphène et la calcite. Les minéraux opaques, pyrite et pyrrhotine forment 6% du volume de la roche. Les shales noirs sont très riches en graphite.

L'amphibolite d'origine sédimentaire est composée principalement de biotite et de hornblende. Les minéraux accessoires sont le plagioclase, la calcite, l'épidote, le quartz, la chlorite, l'actinote et le zircon.

La roche montre une texture porphyroblastique où les porphyroblastes occupent 27% du volume de la roche. Ils sont composés d'agglomérats d'amphiboles, de biotite et de calcite. Ils baignent dans une matrice formée d'un feutrage de hornblende, de biotite et de plagioclase.

### Intrusions mineures

Une série de petits dykes recoupe les Formations Blondeau, Gilman et Chebistuan. Ces dykes ont une composition variable, de felsique à mafique.

Les intrusions felsiques à intermédiaires ont un assemblage minéralogique constitué de quartz, feldspath potassique, plagioclase (oligoclase) et hornblende, leur composition varie entre la monzodiorite et la tonalite.

Les intrusions mafiques, quant à elles, sont de nature gabbroïque et sont constituées de biotite, hornblende et plagioclase. Dans quelques cas, les gabbros montrent une texture porphyrique où les porphyres sont des agglomérats de hornblende et de biotite empruntant la forme cristalline des pyroxènes.

#### 2.4.3.3 Lithogéochimie

Une étude lithogéochimique du terrain, dont les résultats ont déjà paru, en partie dans notre rapport intérimaire (Trudel et al., 1984) et en partie dans le mémoire de Cloutier (1985), a permis de tirer les conclusions suivantes:

Les roches volcaniques des Formations Gilman et Blondeau dans la région de Chibougamau, appartiennent à des suites subalcalines d'affinité tholéitique, pauvres en potassium. Les diagrammes AFM et les diagrammes de variation de Harker démontrent que les roches des Formations Gilman et Blondeau proviennent de la différenciation d'un même réservoir magmatique. Ces résultats confirment l'hypothèse selon laquelle ces formations constitueraient le deuxième cycle de volcanisme dans la région de Chibougamau.

D'autre part, la faible proportion de roches volcaniques felsiques dans le deuxième cycle de volcanisme ainsi que leur teneur relativement faible en silice (67 à 71%) suggèrent une origine par différenciation magmatique.

Enfin, il n'a pas été possible de définir des zones d'altération hydrothermale qui soient utiles pour la prospection à l'échelle régionale.

#### 2.4.4 Géophysique

Un très vaste éventail de levés géophysiques a été effectué sur ce terrain. Bien que le but premier de ces levés était de vérifier leur potentiel en tant que technique d'exploration destinée à découvrir d'éventuels gisements associés aux conducteurs régionaux, plusieurs de ces levés apportent aussi des éléments importants à la compréhension géologique de la région.

Seuls ces derniers levés font l'objet du présent chapitre. Les levés qui ne sont pas présentés ici, soit parce qu'ils ne présentent que peu d'intérêt géologique ou que leur couverture est trop limitée, seront discutés ailleurs. La figure 2.29 présente une compilation des résultats géophysiques.

##### 2.4.4.1 Levé EMH

Un levé électromagnétique, réalisé à l'aide de la méthode des cadres horizontaux, a constitué le premier élément d'information recueilli sur le terrain. Ce levé servait tout d'abord à situer précisément la position du conducteur INPUT. Tous les autres levés réalisés par la suite ont été localisés par rapport à l'axe ainsi déterminé.

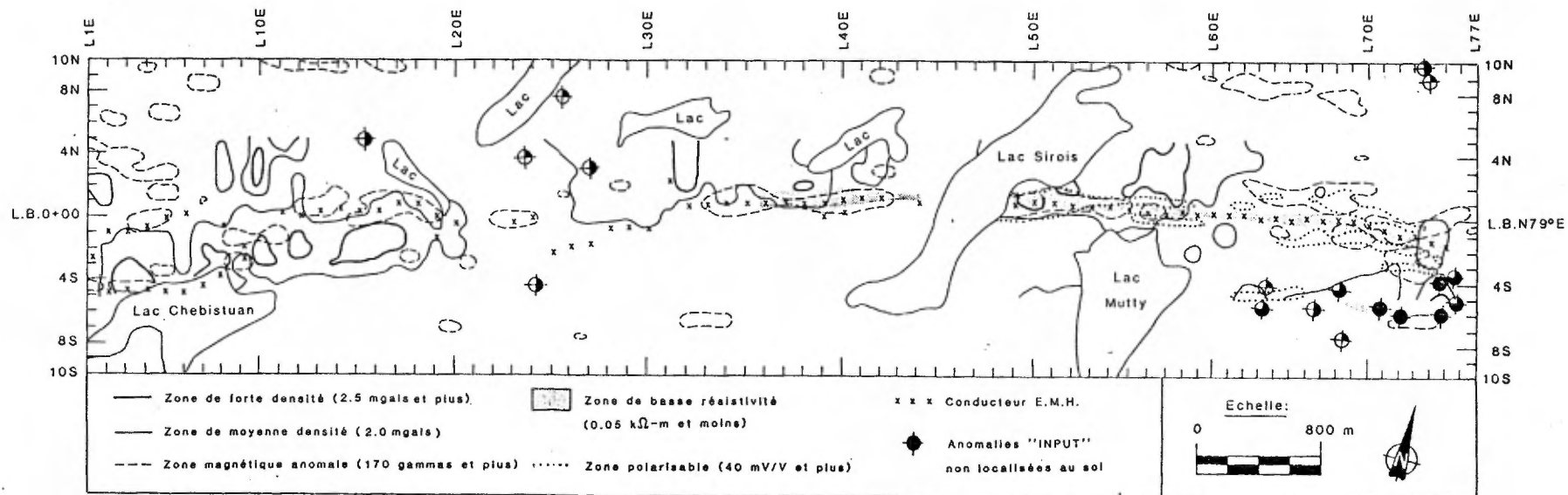


Figure 2.29- Carte de compilation géophysique

Fig. 2.29

Le levé a été réalisé à l'aide d'un appareil Geonics EM-17, opérant à une fréquence de 1600 Hz avec une séparation émetteur-récepteur de 61 mètres (200 pieds). Une évaluation de la profondeur, du pendage et du produit conductivité-épaisseur du conducteur responsable de chaque anomalie est donnée au tableau 2.3 alors que la figure 2.30 indique la position des axes conducteurs.

Ce levé a, par ailleurs, fourni plusieurs éléments importants de l'interprétation géologique du site.

Nous avons déterminé que l'axe conducteur localise précisément la zone de transition minéralisée entre les Formations Gilman et Blondeau. Le levé démontre que cette zone, et par conséquent la Formation Blondeau, sont présentes d'est en ouest sur toute l'étendue de la région cartographiée. Les forages stratigraphiques confirment ce point.

Le conducteur EMH n'a pas été relevé sur les lignes 76 et 77. Le levé UTEM, plus pénétrant, qui sera discuté plus loin a cependant décelé le conducteur sur ces deux lignes mais à de plus grandes profondeurs, ce qui expliquerait la disparition du conducteur EMH à cet endroit.

Les décalages de l'axe conducteur observés entre les lignes 24 et 35 indiquent la présence de failles NE-SW responsables de décrochements structuraux.

Il y a deux explications possibles au dédoublement de l'axe conducteur qu'on observe à l'extrême ouest du terrain. Il pourrait tout d'abord s'agir d'un jeu de failles inverses qui aurait fait apparaître parallèlement deux sections différentes du même conducteur. Il nous

TABLEAU 2.3: Interprétation du relevé E.M.H.

Conducteur	Ligne	Position du conducteur	Profondeur (m)	Pendage	Conductivité × épaisseur (siemens)	Largeur (m)
Principal	1E#1	0 + 80S	<7	sub-vert.	25	40
Secondaire	1E#2	2 + 75S	<7	sub-vert.	-	-
Secondaire	1E#3	4 + 45S	<7	sud	-	-
	2E#1	0 + 99S	<7	sud	20	15
	2E#2	4 + 85S	<7	sud	50	60
Secondaire	3E#1	1 + 00S	<7	-	2	<1
Principal	3E#2	4 + 70S	<7	?	50	80
	4E#1	0 + 70S	<7	sub-vert.	40	10
	4E#2	4 + 60S	<7	?	≈60	≈100
	5E#1	0 + 15S	<7	sud	25	20
	5E#2	≈5 + 00S	dans le lac Chebistuan			-
	6E	0 + 80N	<7	sud	40	20
	7E	Conducteur possible dans le lac Chebistuan				
	8E#1	≈2 + 50S	dans le lac Chebistuan			
Faible	8E#2	0 + 60S	<7	sud	4	5
	9E	2 + 20S	<7	sub-vert.	25	160
	10E	Nil	-	-	-	-
	11E	0 + 25N	7	sud	25	20
	12E	0 + 05N	13	sud	15	10
	13E	0 + 40N	13	sud	15	5
	14E	0 + 50N	<7	nord	70	60
	15E	0 + 35N	<7	sud	6	5
	16E	0 + 40N	<7	-	15	5
	17E	0 + 85N	<7	sud	50	5
	18E	0 + 85N	<7	nord	60	5
Faible	19E	0 + 05N	<7	?	30	10
	19E	1 + 30S	<7	-	4	<1
	20E	0 + 35S	8	sub	6	6
	21E	Nil	-	-	-	-
	22E	Nil	-	-	-	-
	23E	0 + 35S	<7	sud	4	10
	24E	0 + 00	<7	sud	70	20
Faible	25E	2 + 25S	<7	sud	2	<1
Faible	26E	1 + 90S	7	sud	5	20
Faible	27E	1 + 70S	<7	sud	2	10
	28E	0 + 65S	<7	sub-vert.	5	5
	29E	0 + 55S	<7	sub-vert.	12	10
Faible	30E	0 + 75S	-	sud	2	<1
Faible	31E	2 + 35N	-	nord	2	<1
	32E	0 + 75N	15	sub-vert.	20	10
	33E	0 + 80N	18	sub-vert.	24	5
	34E	0 + 85N	10	sud	70	10
	35E	0 + 95N	14	sub-vert.	20	30
	36E	0 + 95N	10	sud	14	30
	37E	0 + 90N	<7	sud	14	10



(suite) -

TABLEAU 2.3

Conducteur	Ligne	Position du conducteur	Profondeur (m)	Pendage	Conductivité × épaisseur (siemens)	Largeur (m)
Principal	38E	0 + 98N	<7	sud	40	10
Secondaire	39E#1	1 + 15N	<7	sud	60	10
Principal	39E#2	0 + 10N	17	-	60	<1
Secondaire	40E#1	1 + 25N	10	sud	16	20
	40E#2	0 + 25N	<7	-	1	<1
	41E	1 + 25N	10	sud	12	10
	42E	1 + 30N	15	sud	7	30
	43E	Nil	-	-	-	-
	44E	0 + 90N	<7	sud	8	<5
	45E	Conducteur dans le lac Sirois				
	46E	Conducteur dans le lac Sirois				
	47E	Conducteur dans le lac Sirois				
	48E	Conducteur dans le lac Sirois				
	49E	0 + 88N	<7	nord	40	85
	50E	1 + 05N	<7	sud	50	60
	51E	1 + 00N	<7	-	50	80
	52E	0 + 75N	<7	sub-vert.	55	70
	53E	0 + 75N	<7	sud	60	15
	54E	0 + 70N	<7	sud	55	40
	55E	0 + 50N	<7	sud	25	15
	56E	0 + 48N	<7	sud	50	20
	57E	0 + 25N	<7	sud	30	10
	58E	0 + 45N	<7	sud	6	10
	59E	0 + 24N	<7	sud	20	15
	60E	0 + 27N	7	sud	10	15
	61E	0 + 25N	13	sud	16	20
	62E	0 + 20N	<7	sud	10	15
	63E	0 + 03N	10	sud	22	50
	64E	0 + 05N	8	sud	12	60
	65E	0 + 07S	7	sud	10	25
	66E	0 + 05N	<7	sud	40	55
	67E	0 + 05S	<7	sud	18	75
	68E	0 + 00	<7	sud	25	65
	69E	0 + 05S	<7	sud	30	30
	70E	0 + 33S	<7	sud	30	70
	71E	0 + 70S	<7	?	15	10
	72E	1 + 05S	<7	sud	10	85
	73E	1 + 00S	<7	sud	60	40
	74E	1 + 40S	<7	sub-vert.	80	40
	75E	1 + 70S	13	sud	15	10
	76E	Nil	-	-	-	-
	77E	Nil	-	-	-	-

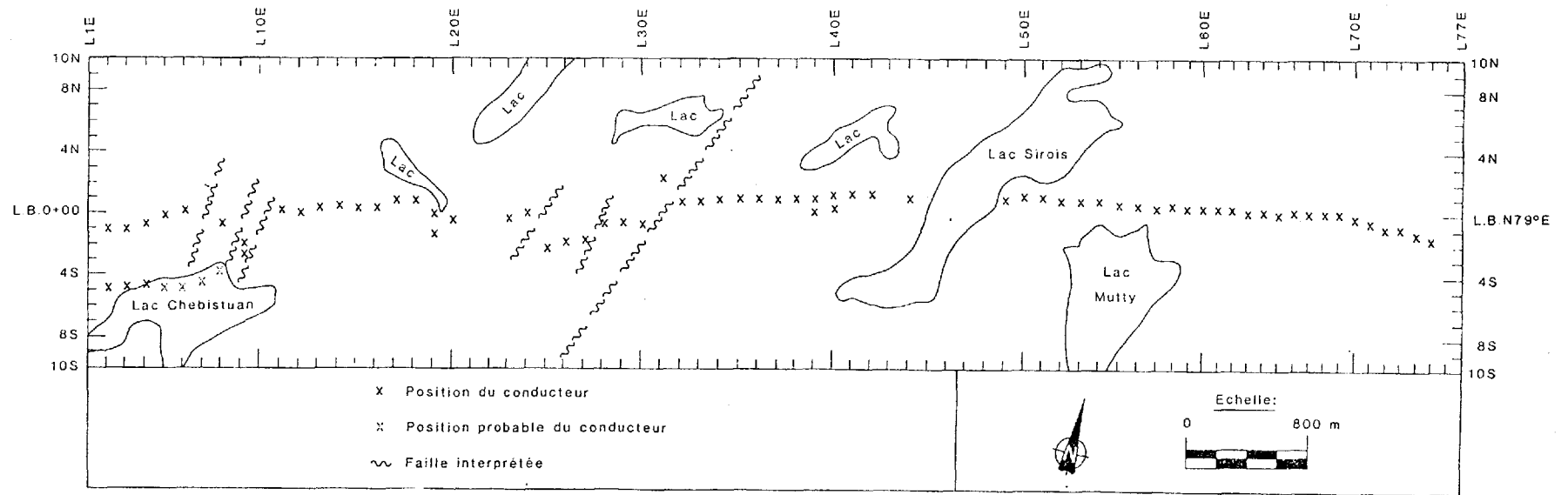


Figure 2.30 - Carte électromagnétique au sol interprétée (EMH)

Fig. 2.30

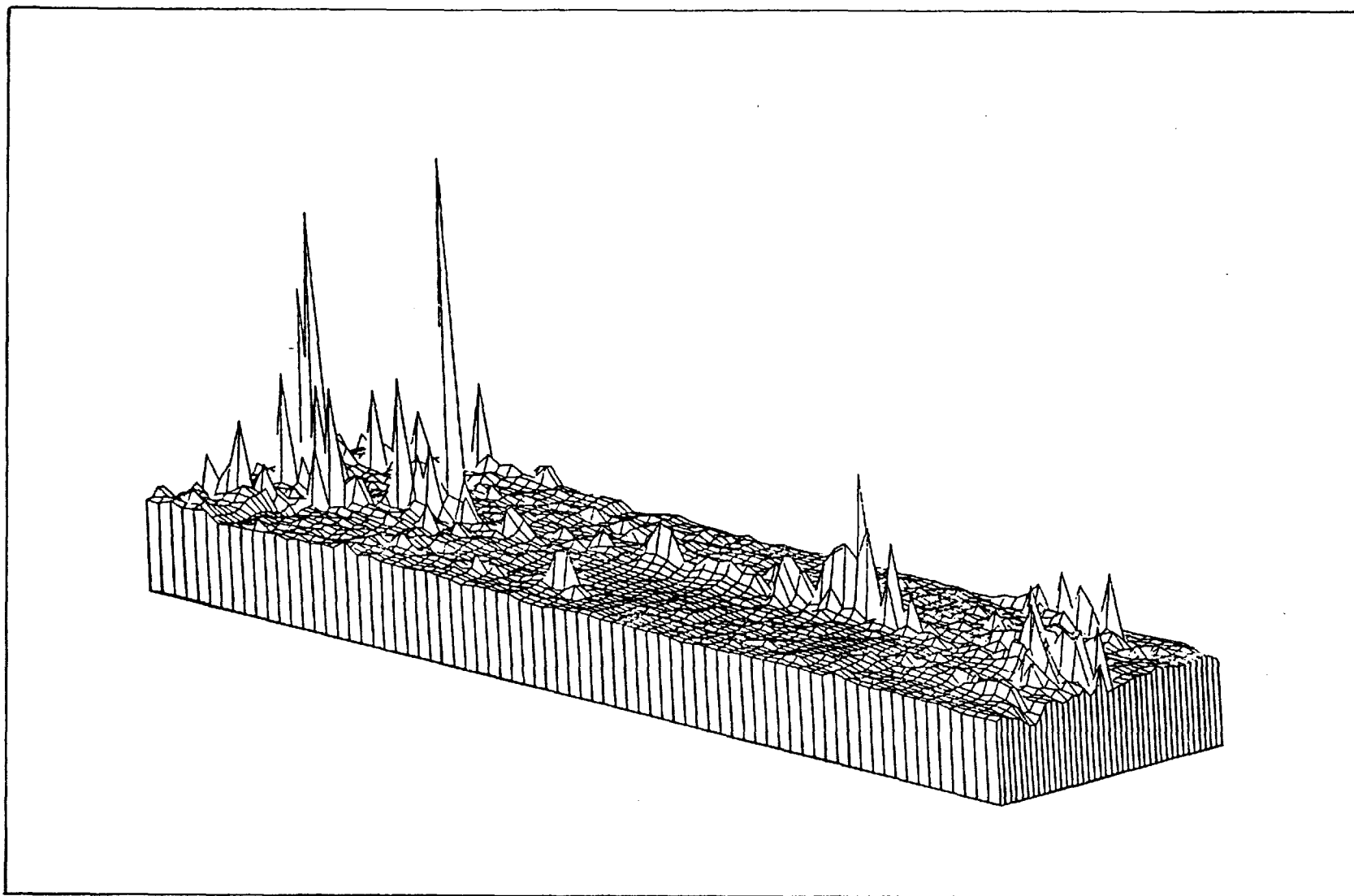


Figure 2.31 - Carte magnétique tridimensionnelle du site Richardson

semble toutefois beaucoup plus probable que ce dédoublement résulte de l'insertion d'un filon couche du complexe de Cummings entre deux niveaux différents de la Formation Blondeau. Le forage 4, situé sur la ligne 5 (figure 2.28), montre en effet plusieurs lits de Blondeau séparés par des éléments du filon-couche de Ventures.

#### 2.4.4.2 Levé magnétique

La figure 2.31 donne les résultats du levé magnétique effectué sur ce terrain à l'aide d'un appareil à sursaturation qui mesure uniquement la composante verticale du champ magnétique.

On remarque surtout un axe magnétique d'intensité variable, situé au centre du terrain, et associé à l'unité conductrice du contact Blondeau-Gilman. Le patron anomalique est plus complexe à l'ouest du terrain. Ceci s'explique aisément par les intrusions de Ventures dans le Blondeau et le dédoublement de cette dernière formation.

Enfin, on observe, au nord est du terrain, une anomalie causée par une couche de roches volcaniques qu'on peut observer en affleurement.

Boivin (1986) a interprété ces données en se servant d'une approche statistique. Il a séparé les mesures en deux populations: les valeurs faiblement magnétiques, de moins de 150 gammas, peuvent être associées aux roches sédimentaires et aux autres roches contenant peu de magnétite. La population statistique "anomale", formée des valeurs de plus de 170 gammas, correspond aux éléments géologiques fortement magnétiques: tuf à pyrrhotine et magnétite ainsi que filons-couches mafiques. La figure 2.32 présente une carte des contours des seuils de 150 et de 170 gammas.

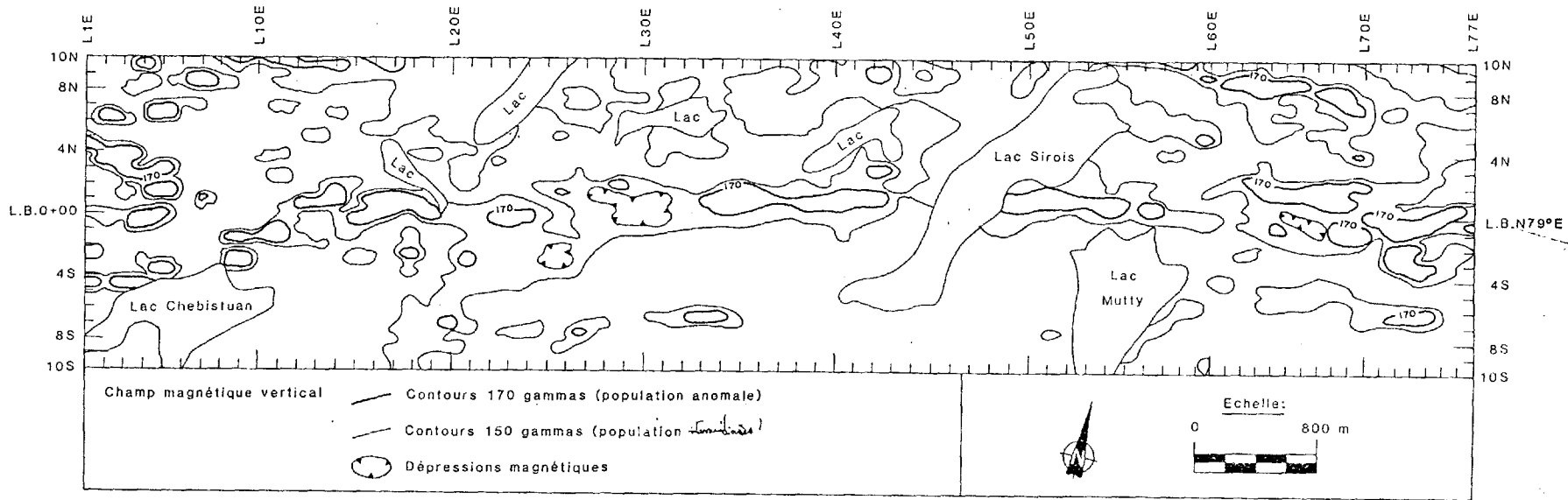


Figure 2.32 -Carte magnétique au sol

Fig. 2.32

Cette carte montre des zones anormales, de 125 mètres de largeur en moyenne, tout le long de la ligne de base. Elles sont associées à la Formation Blondeau et au sommet de la Formation Gilman. Leurs discontinuités suggèrent des variations latérales dans la distribution des minéraux magnétiques. Ces derniers se retrouvent sans doute sous forme de lentilles discrètes associées au contact.

Les anomalies observées à l'extrémité nord du terrain proviennent d'un filon-couche mafique.

Il existe aussi plusieurs anomalies ponctuelles à l'intérieur de la Formation Chebistuan. Ces anomalies correspondent soit à des intrusions mafiques soit à des niveaux de Blondeau-Gilman déplacés structuralement.

#### 2.4.4.3 Levé gravimétrique

Une bande de 1 kilomètre de large, centrée sur la ligne de base et s'étendant sur toute la longueur du terrain a été couverte par un levé gravimétrique. Les mesures de gravité ont été effectuées à l'aide d'un gravimètre Scintrex CG-2 alors que le nivellement était réalisé partiellement à l'aide d'un niveau électronique GDD modèle B. À l'exception d'un profil sur lequel nous reviendrons lors de l'analyse des méthodes d'exploration, le levé n'a pas été corrigé pour la topographie du socle (épaisseur de mort-terrain).

Les résultats sont présentés à la figure 2.33 sous forme de "résiduelle". Il s'agit de l'anomalie de Bouguer de laquelle on a soustrait les variations régionales, de longue période, produites par des structures géologiques à l'échelle régionale. Cette présentation aide à faire ressortir les anomalies locales directement associées aux structures de petite dimension qui nous intéressent ici.

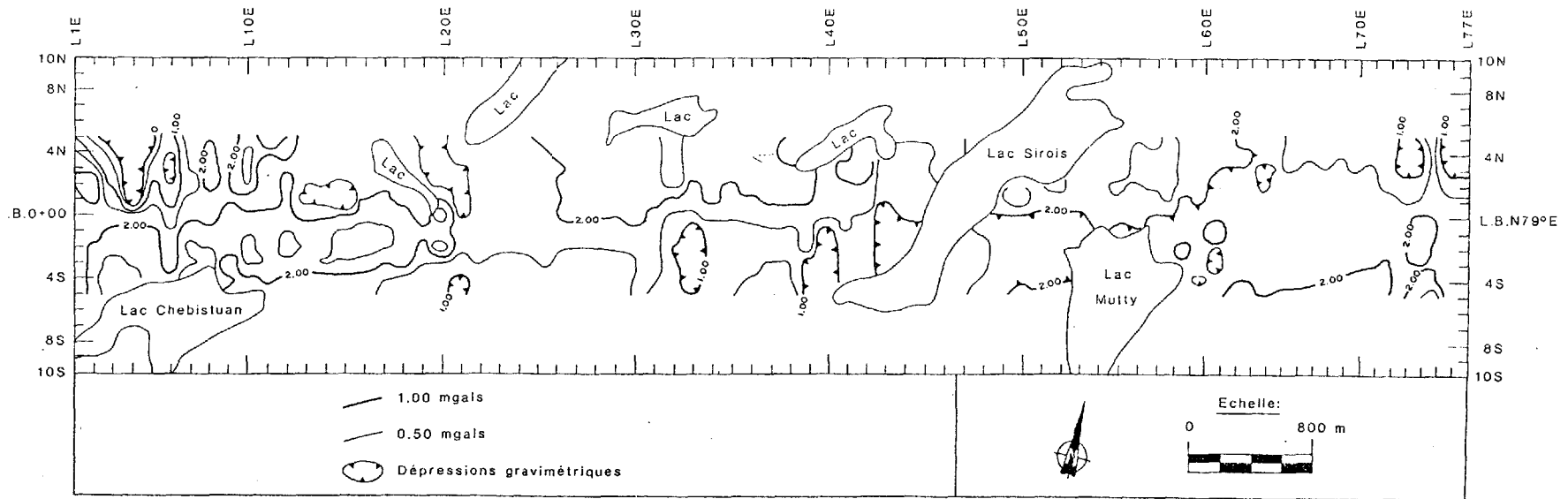


Figure 2.33 - Carte gravimétrique résiduelle

Fig. 2.33

On y remarque tout d'abord, entre les lignes 1 et 20, l'expression des filons couchés de Ventures et de Bombeau. Ces roches étant denses, on a une anomalie positive. Les différents décrochements observés entre les lignes 1 et 10 contribuent à la complexité de la réponse gravimétrique.

Le contact entre les roches sédimentaires du Chebistuan, de faible densité et les roches volcaniques denses de la Formation Gilman a aussi son expression gravimétrique. Il s'agit de l'augmentation du sud vers le nord de la gravité résiduelle qui s'observe particulièrement bien au centre de la carte.

Enfin, la gravité met en évidence une structure plus dense au sud-est du terrain. Cette anomalie se trouve en bout de ligne et n'a pas été relevée complètement. On n'en a donc pas tenu compte dans l'établissement de la carte géologique mais il s'agit probablement d'une intrusion dans le Chebistuan. Il se pourrait donc que la carte géologique ait à être modifiée après confirmation de cette structure.

#### 2.4.5 Topographie et hydrographie

La topographie est diversifiée. La partie montre très peu de relief tandis que, du côté ouest, une colline dont le relief maximum est de 90 m domine le paysage. Le terrain est parsemé de nombreux lacs et marécages. Du côté est de la grille, le relief est légèrement ondulé avec une pente d'écoulement vers le nord.

Dans la partie ouest, une vallée importante située en moyenne à 500 m au sud de la ligne de base et dans laquelle coule un ruisseau, sépare deux crêtes plus élevées qui s'évasent vers l'est. Du point de vue géologique, cette vallée correspond à une faille longitudinale importante.



La grille est limitée à l'est par le lac Waconichi et à l'ouest par le lac Chebistuan.

La région est majoritairement couverte d'épinettes noires. On peut y trouver également des secteurs de brûlés, de bûchés et de feuillus.

#### 2.4.6 Dépôts meubles

La figure 2.34 présente les résultats d'un profil sismique effectué sur la ligne 52. On remarque que le recouvrement n'est pas tellement épais, de l'ordre de 2 à 7 mètres. De plus, les basses vitesses sismiques observées indiquent que le mort-terrain serait surtout constitué de matériaux gravelleux plutôt secs.

Aucune étude de la géologie du Quaternaire du canton de Richardson n'a été publiée.

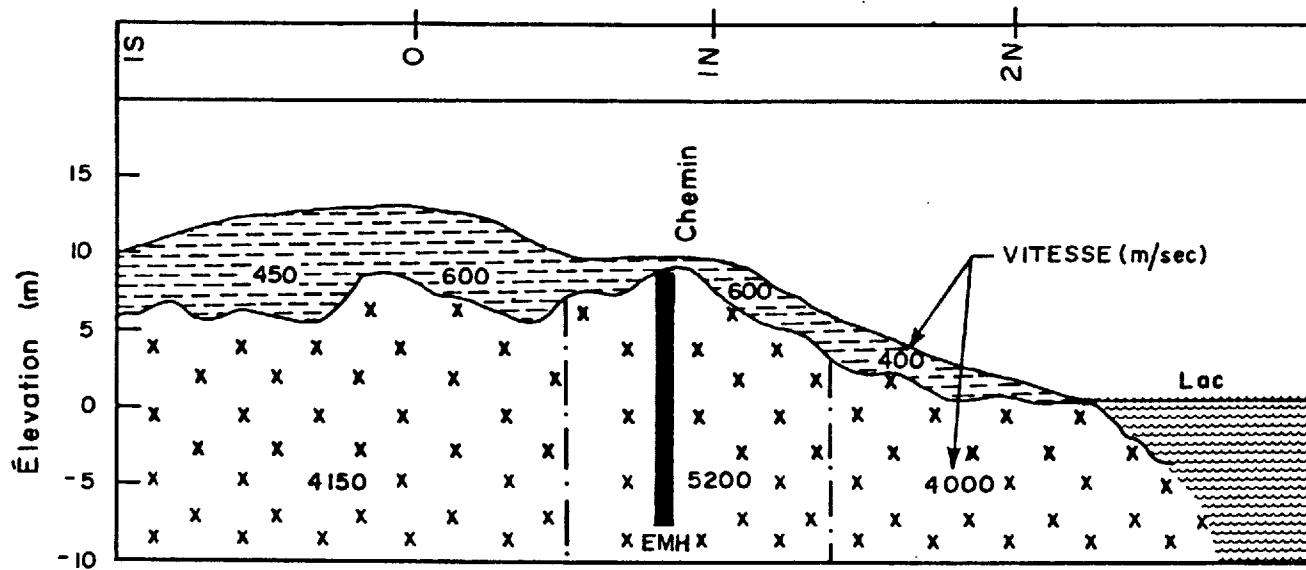


Fig 2.34 - Profil de mort-terrain, site Richardson, L52E

### Chapitre 3

#### LES TECHNIQUES D'EXPLORATION

##### 3.1 Généralités

Après avoir établi la situation géologique de chacun des sites expérimentaux, nous abordons maintenant l'évaluation des différentes techniques d'exploration que nous avons expérimentées sur ces terrains.

Nous décrivons la méthodologie utilisée dans chaque cas et nous présentons une évaluation des avantages et inconvénients de chaque technique, tenant compte tant de sa performance que de son coût dans le contexte de la recherche de minéralisation économique associée aux grands axes conducteurs.

Les différentes méthodes de prospection ont été classifiées en fonction de leur "popularité" auprès des prospecteurs, un critère fortement associé à leur coût d'exécution et de l'ordre dans lequel ces techniques sont normalement appliquées sur un périmètre à prospecter. Cette approche nous paraît plus logique que toute classification basée uniquement sur les principes physiques sous-jacents à chaque méthode.

##### 3.2 Levé Input<sup>(MD)</sup>

Keating (1985) a repris la compilation et l'interprétation des levés Input<sup>(MD)</sup> effectués au-dessus du canton de Richardson. Il a aussi comparé les résultats de son interprétation avec ceux de nos levés au sol, tels que publiés dans notre rapport intérimaire (Trudel et al., 1984).

Le levé Input<sup>(MD)</sup> a été réalisé en 1977 par Questor Surveys Ltd. Les données, telles que compilées par Les Relevés Géophysiques Inc., ont été publiées dans le rapport DP-749.

La comparaison entre le levé aérien et le levé au sol a tout d'abord permis de remarquer une erreur de localisation systématique de l'ordre de 30 m. Cette erreur a été corrigée lors de la recompilation des données qu'a effectuée Keating. Cette nouvelle compilation a aussi donné lieu à une épuration de la carte des anomalies. Plusieurs fausses anomalies indiquées par erreur sur la carte originale ont ainsi été éliminées. On peut comparer les deux versions de la carte Input<sup>(MD)</sup> aux figures 3.1 et 3.2.

L'interprétation soignée des résultats Input<sup>(MD)</sup> permet d'évaluer la profondeur, la qualité et le pendage des conducteurs rencontrés. La qualité de cette interprétation, bien que restant semi-quantitative, se rapproche de celle obtenue à partir des levés au sol.

Le levé magnétique associé au levé Input<sup>(MD)</sup> montre clairement la trace de la formation minéralisée au contact du Blondeau et du Gilman. L'interprétation de ce levé, après les corrections apportées à la compilation initiale, correspond parfaitement à celle obtenue à partir du levé au sol.

Tout ceci démontre qu'on ne tire pas tout le potentiel possible des levés aériens. On se contente généralement de les utiliser comme détecteur d'anomalies, sans les interpréter. On a tort. Convenablement interprétés, ces levés donnent de l'information dont la qualité se rapproche de celle qu'on peut obtenir au sol. Leur interprétation soignée permettrait une meilleure sélection des cibles à prospector plus à fond. Cette interprétation pourrait souvent se

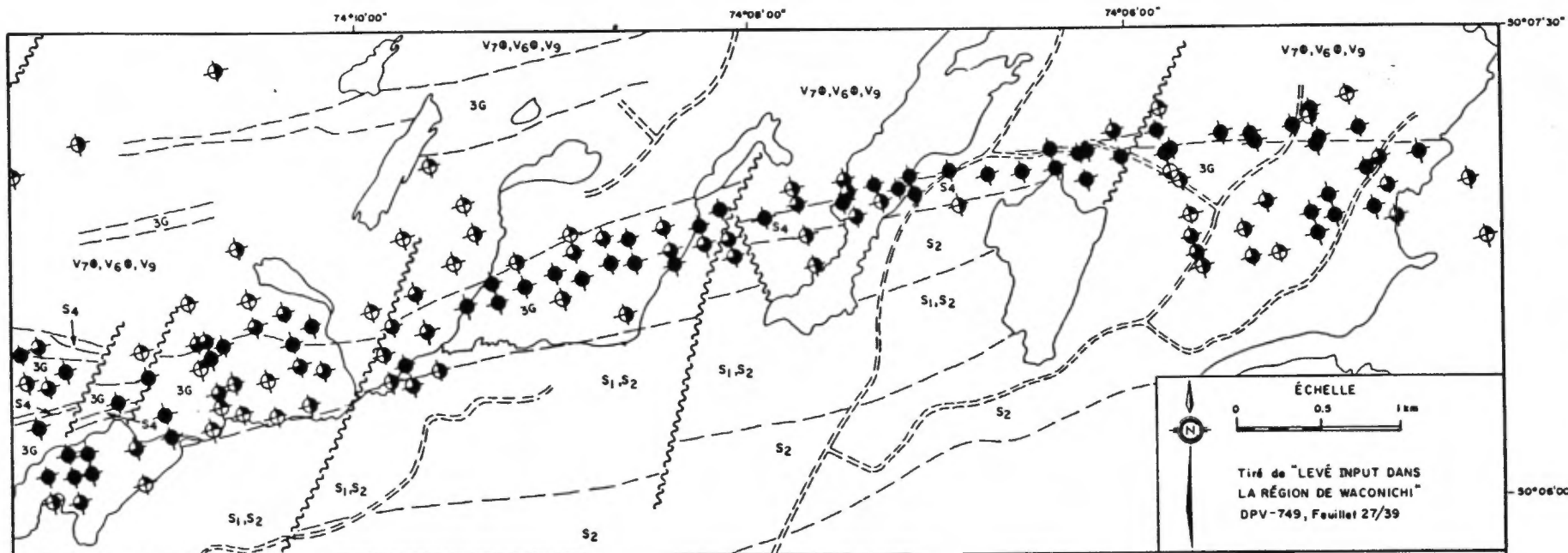


FIG. 3.1 - LOCALISATION DE L'AXE CONDUCTEUR ETUDIE AU COURS DE L'ETE 1983 ET 1985 .

( V<sub>6</sub> : ANDESITE ; V<sub>7</sub> : BASALTE ; ⊙ : COUSSINEE ; V<sub>9</sub> : TUF ; 3G : GABBRO ; S<sub>1</sub> : CONGLOMERAT ; S<sub>2</sub> : ARKOSE ;

S<sub>4</sub> : ARGILITE ; ● : ANOMALIE DE 6 CANAUX ; ◆ : ANOMALIE DE 5 CANAUX ; ◆ : ANOMALIE DE 4 CANAUX ;

◆ : ANOMALIE DE 3 CANAUX ).

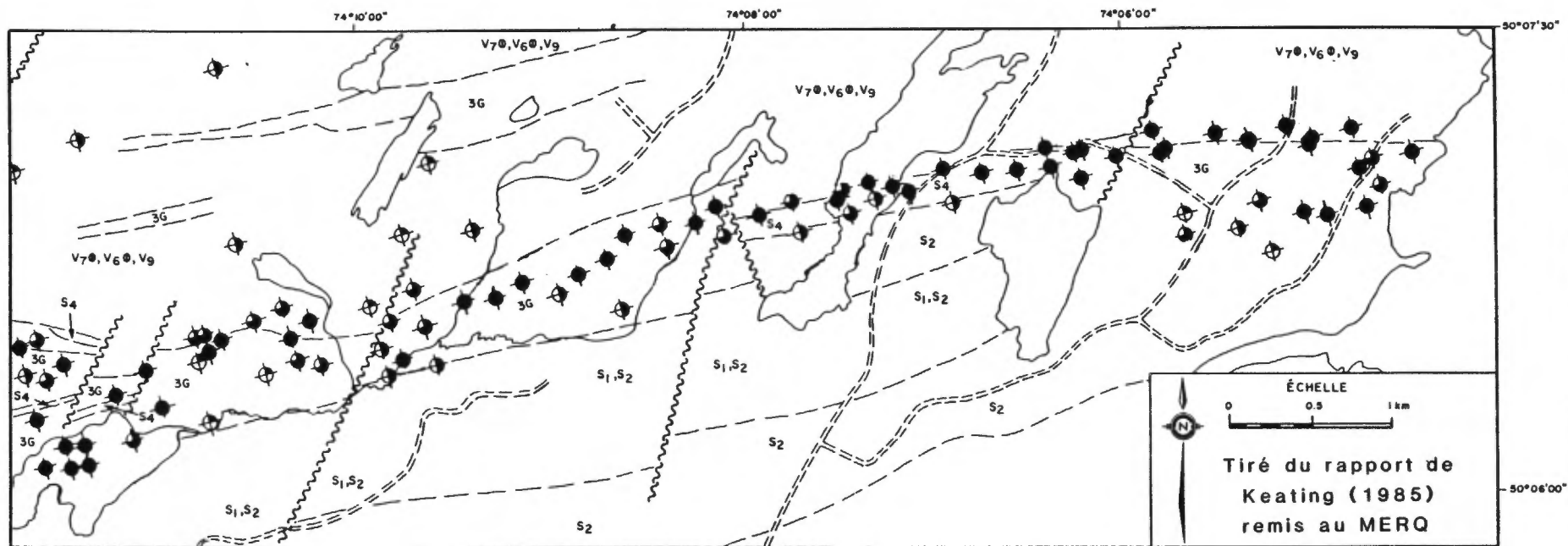


Fig. 3.2 -LOCALISATION DU CONDUCTEUR ETUDIE AU COURS DE L'ETE 1983 ET 1985

(V<sub>6</sub> : ANDESITE ; V<sub>7</sub> : BASALTE ; ⊙ : COUSSINEE ; V<sub>9</sub> : TUF ; 3G : GABBRO ; S<sub>1</sub> : CONGLOMERAT ; S<sub>2</sub> : ARKOSE ;  
 S<sub>4</sub> : ARGILITE ; ● : ANOMALIE DE 6 CANAUX ; ◆ : ANOMALIE DE 5 CANAUX ; ⊕ : ANOMALIE DE 4 CANAUX ;  
 ⊗ : ANOMALIE DE 3 CANAUX ).

substituer à l'exécution, plus coûteuse, de levés magnétiques et électromagnétiques au sol, lors des étapes préliminaires d'un projet d'exploration.

Il est essentiel, pour ce faire, de retourner aux bandes de vol originales puisque les cartes publiées ne contiennent pas les informations nécessaires à l'interprétation quantitative. Elles comportent aussi souvent des erreurs qui peuvent être assez graves. La principale erreur est l'abus d'anomalies: la plupart des cartes sont constellées de points indiquant des anomalies artificielles.

Enfin, on doit se rappeler que tout levé aérien est sujet à des erreurs de localisation. Même si la précision limitée que permet la navigation à vue qu'on emploie encore le plus souvent peut être sensiblement améliorée à l'aide de systèmes de navigation électronique, il reste que le positionnement d'un levé aérien ne peut se rapprocher de ce qu'on peut faire au sol. Il est essentiel de confirmer la position d'une anomalie par un levé au sol avant de la forer.

### 3.3 Levés de routine

Cette section regroupe des levés effectués sur une base routinière par les entreprises d'exploration minière. Ces levés sont caractérisés par leur simplicité et leur faible coût. Ils comprennent le cadre horizontal, le magnétisme et la polarisation provoquée.

#### 3.3.1 Cadre électromagnétique horizontal (EMH)

Comme nous l'avons vu dans le chapitre portant sur la géologie, un levé EMH a été effectué systématiquement sur tous nos sites d'étude. Ce levé servait tout d'abord à localiser précisément les conducteurs.

Le levé EMH, très peu coûteux, permet d'obtenir la largeur, le pendage, la profondeur et la qualité (conductance) des corps conducteurs. Il pêche cependant par un manque de résolution. Il ne peut malheureusement pas distinguer entre un conducteur massif et une série de bandes conductrices minces et rapprochées comme celles qu'on observe dans le canton de Richardson. Ceci limite son pouvoir discriminant face à des augmentations locales de la quantité de minéralisation présente.

Par contre, son extrême sensibilité au pendage recommande très fortement son usage avant de situer un forage. C'est vraiment l'outil idéal pour positionner des forages devant intercepter des conducteurs.

### 3.3.2 Magnétométrie

Étant donné son coût excessivement faible, un levé magnétique fait partie intégrante de presque toute campagne d'exploration.

Un tel levé sert surtout à compléter la cartographie géologique en caractérisant la signature géophysique propre à chaque formation géologique.

Le levé magnétique effectué sur le site Caopatina a permis de constater que ce site répertorié pour ses conducteurs exclusivement graphitiques contenait aussi des corps magnétiques, nécessairement à base de magnétite ou de pyrrhotine. Ce site pourrait donc receler des sulfures.

### 3.3.3 Polarisation provoquée

Bien que plus coûteuse que les deux méthodes précédentes, la polarisation provoquée est extrêmement populaire auprès des prospec-



teurs en raison surtout de sa capacité de détection de minéralisations disséminées qui, bien que non conductrices, sont néanmoins polarisables.

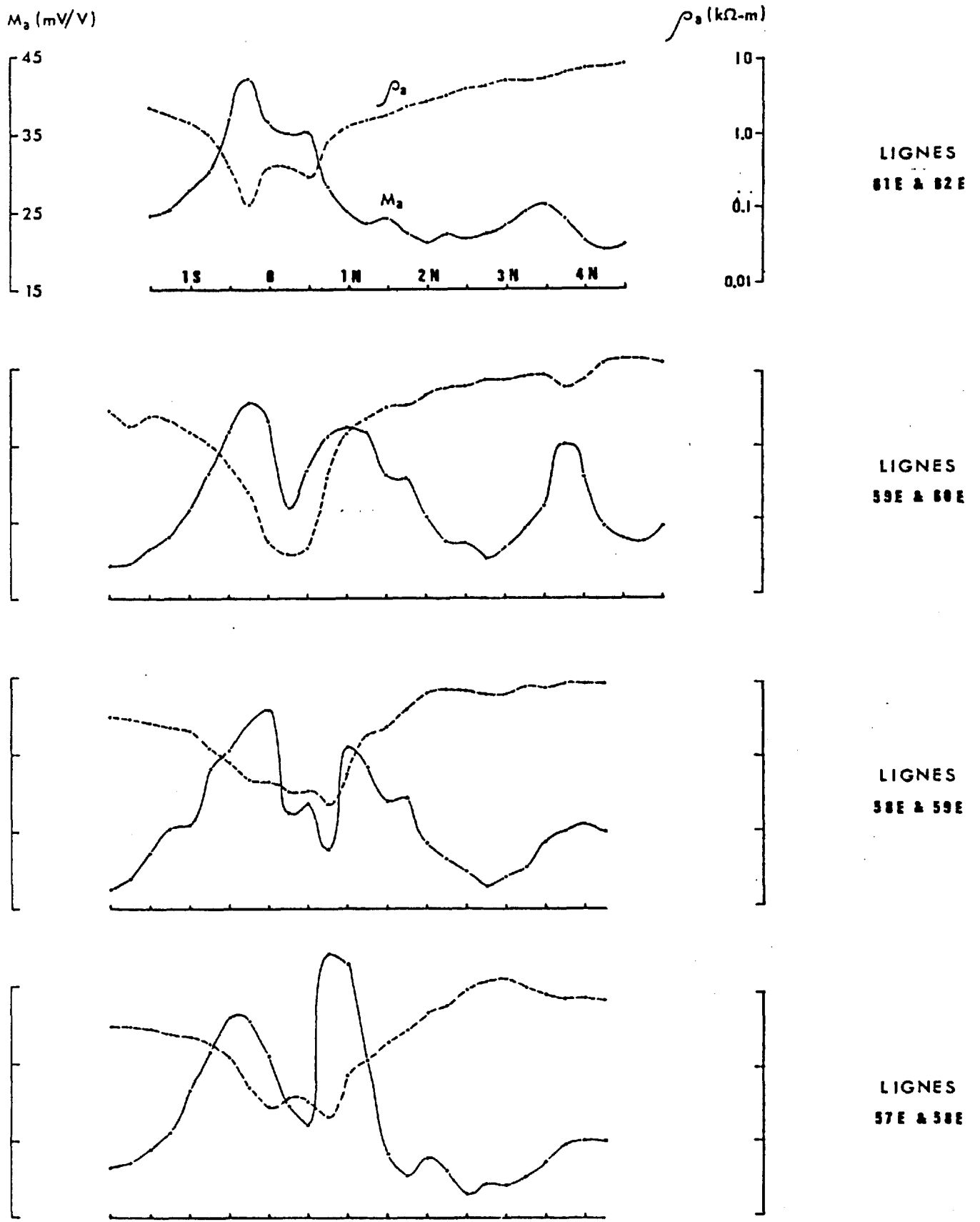
Les coûts de la méthode diminuent très sensiblement si on emploie, comme nous l'avons fait, la configuration PPL<sup>MD</sup> mise au point par Bérubé. Cette configuration permet aussi une résolution latérale bien meilleure que celle qui est offerte par les dispositifs d'électrodes plus courants.

Suite à un essai réalisé au cours de l'été 1983, le MERQ a fait exécuter un levé plus étendu par Sagax Géophysique Inc. durant l'hiver 1984. Les résultats de ce levé, qui couvrent la demie est du périmètre d'essai de Richardson, ont fait l'objet d'un rapport de Bérubé au MERQ (1984).

Le levé PPL<sup>MD</sup>, comme les levés électromagnétiques, fait ressortir les zones conductrices. Il a, de plus, indiqué une anomalie de chargeabilité délimitée entre les lignes 58 et 61 autour du niveau 3 + 50N. Cette anomalie, qui n'est pas détectée par les levés électromagnétiques, constitue définitivement une cible d'exploration intéressante. Elle ressemble à l'anomalie qui a permis de découvrir le gîte de New Pascalis.

Revenant à l'axe conducteur principal, il convient de noter que l'interprétation préliminaire offerte tant dans notre rapport intérimaire que dans le rapport de Bérubé laisse à désirer.

Le levé PPL<sup>MD</sup> présente le plus souvent, comme on peut le voir sur la figure 3.3, une anomalie double avec un creux centré au-dessus de l'axe conducteur. Cette baisse de chargeabilité est associée à une forte baisse de la résistivité apparente, ce qui est parfaitement normal dans les circonstances.



**Figure 3.3** – Profils PPL de résistivité apparente et de chargeabilité apparente

Comme le levé PPL<sup>MD</sup> est reconnu pour ces anomalies simples, en forme de cloche, l'interprétation initiale suggérait la présence de niveaux polarisables de part et d'autre du conducteur principal. Cette hypothèse s'est révélée fausse.

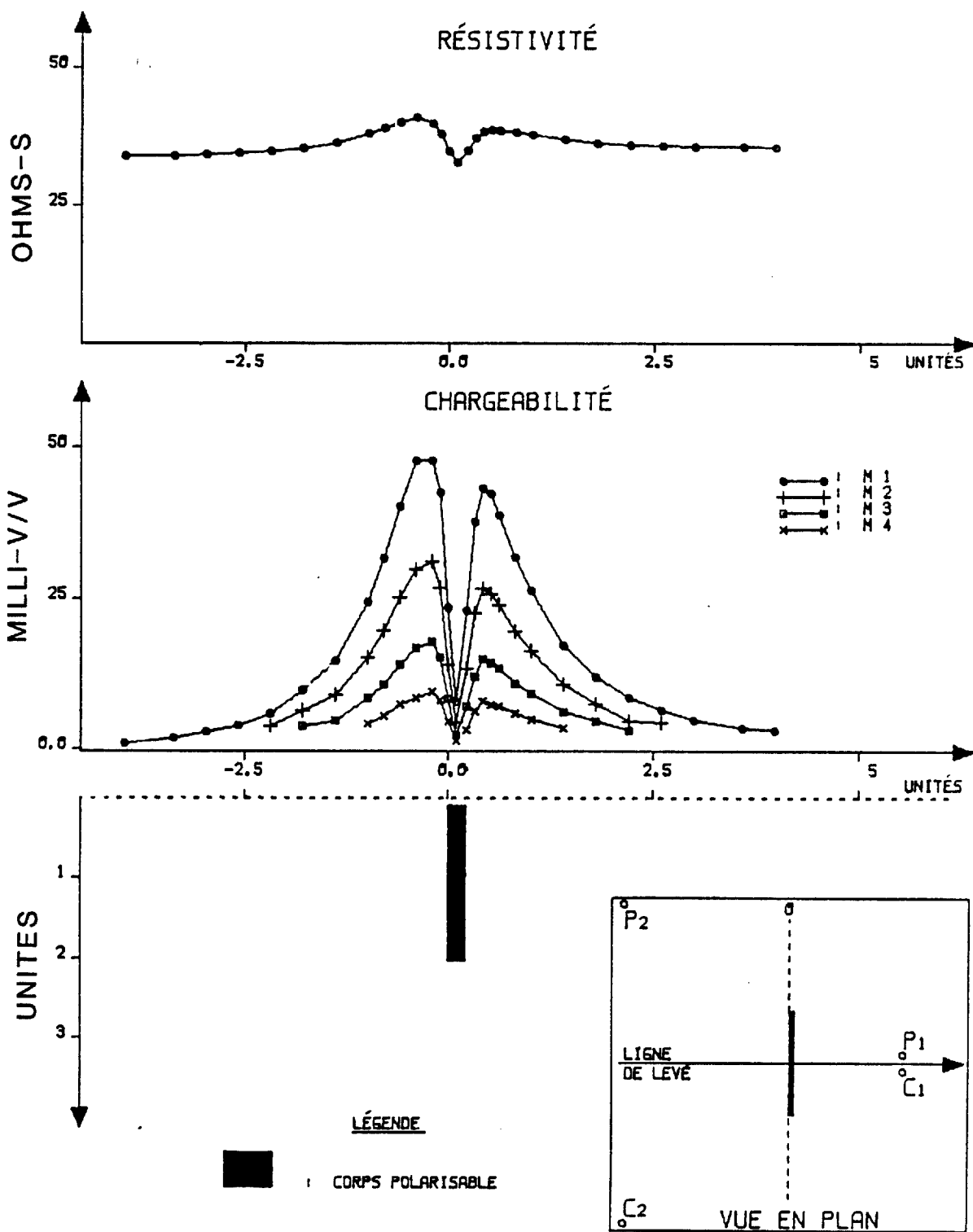
Des travaux de modélisation entrepris par Mayrand (1984) ont permis de démontrer qu'un corps étroit, peu profond et très allongé donne une anomalie PPL<sup>MD</sup> double semblable à celle qu'on avait observées sur le terrain. Les figures 3.4 et 3.5 montrent les résultats qu'a obtenus Mayrand pour des modèles semblables à la géologie du site expérimental. On constate aisément la similitude de ces résultats avec les profils de terrain de la figure 3.3.

On a donc pu conclure que l'axe conducteur n'est pas bordé de bandes polarisables, ce qui a d'ailleurs été confirmé par forage.

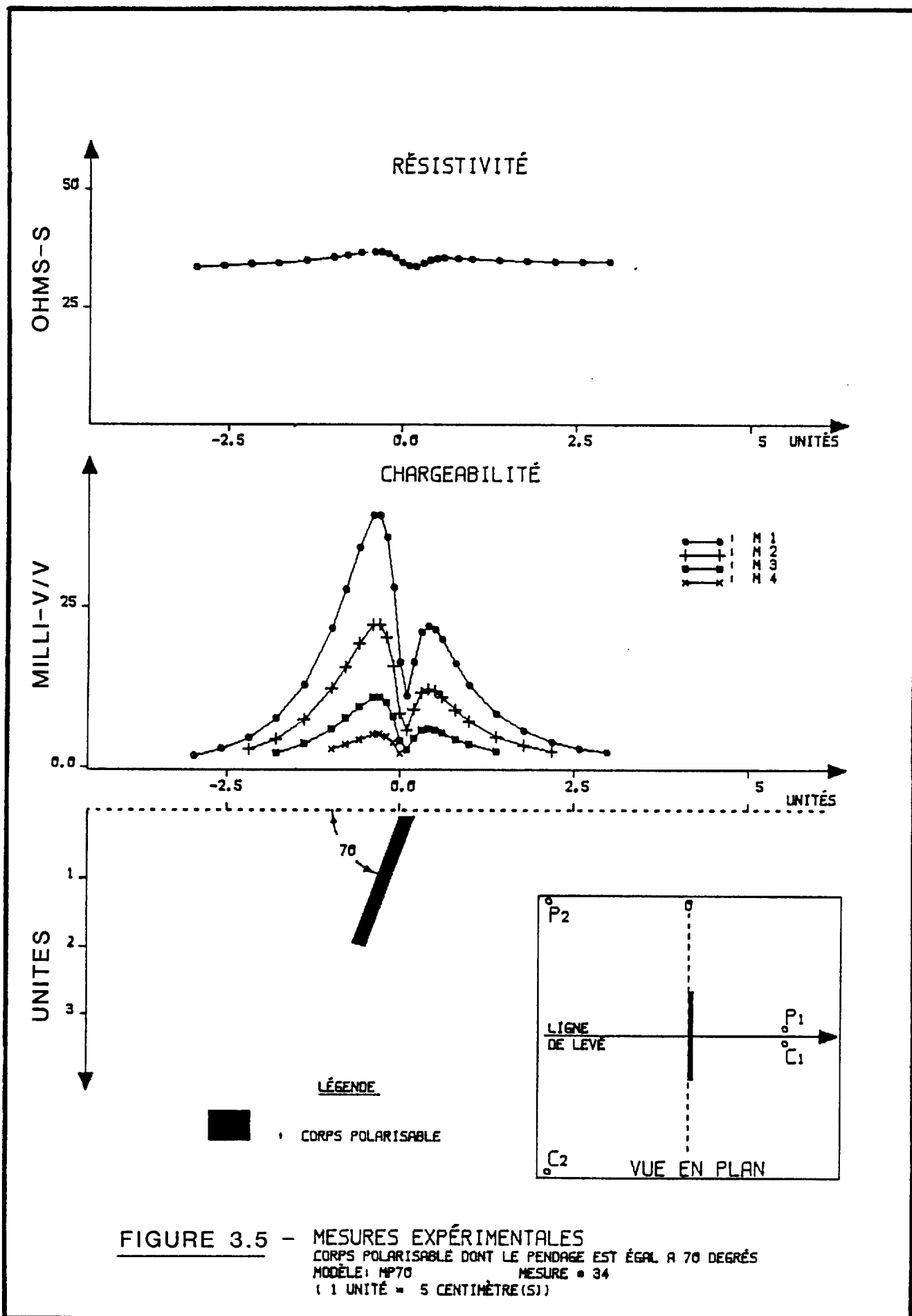
En conclusion, nous ne croyons pas que la polarisation provoquée devrait être substituée aux levés électromagnétiques lors de l'étude d'un grand axe conducteur. Les levés électromagnétiques sont moins coûteux et plus faciles à interpréter. Par contre, la PP a un intérêt certain si, en plus de s'intéresser à l'axe conducteur principal, on recherche aussi des gisements polarisables, comme certains gisements d'or, dans le voisinage du conducteur. Dans ce dernier cas, la PP peut se substituer avantageusement aux levés électromagnétiques.

### 3.4 Levés conventionnels

Nous regroupons sous le vocable "levés conventionnels" des levés qui, bien que pratiqués assez fréquemment, sont beaucoup plus coûteux que les techniques que nous avons discutées aux paragraphes précédents. Par conséquent, leur usage est plus limité. Il s'agit,



**FIGURE 3.4** - MESURES EXPÉRIMENTALES  
 CORPS POLARISABLE VERTICAL  
 MODÈLE: MP90 MESURE # 16  
 ( 1 UNITÉ = 5 CENTIMÈTRE(S) )



dans notre cas, de la gravimétrie accompagnée ici de sismique réfraction et de la géochimie de roches et de sol. Comme les résultats de ces levés n'ont aucunement été utilisés dans la description géologique des sites, nous présenterons aussi en détail les résultats obtenus sur chaque site.

### 3.4.1 Gravimétrie

La gravimétrie semble, à prime abord, une technique prometteuse pour localiser un amas substantiel de minéralisation associé à un axe conducteur régional. En effet, un tel amas de minéralisation produit nécessairement un excès de masse responsable d'une anomalie gravimétrique.

Des essais en ce sens ont été réalisés par Soquem dans les années 1970. Ils ont connu peu de succès. Nous croyons que le manque de rigueur dans l'exécution des levés était responsable de cet échec.

En particulier, très peu de gens appliquent une correction pour les variations d'épaisseur de mort-terrain. C'est pourtant excessivement important: pour un mort-terrain montrant un contraste de densité de 0.5 par rapport au socle, les variations d'épaisseur produisent une anomalie gravitationnelle de 0.023 mgal par mètre, ce qui est loin d'être négligeable en région glaciaire. Malheureusement, cette correction est coûteuse parce qu'on doit mesurer l'épaisseur de mort-terrain, soit par forage, soit par sismique réfraction.

Pour vérifier le bien fondé de cette méthode, nous avons réalisé, sur chacun des sites expérimentaux, quelques profils combinés de gravité et de sismique réfraction. De plus, le site Richardson a été couvert systématiquement en 1983 par un levé de gravité conventionnel sans sismique.

Les résultats, présentés dans les prochaines lignes montrent clairement que la correction de mort-terrain s'impose et qu'avec cette correction, la gravité est capable de détecter les amas de minéralisation.

#### 3.4.1.1 Umex

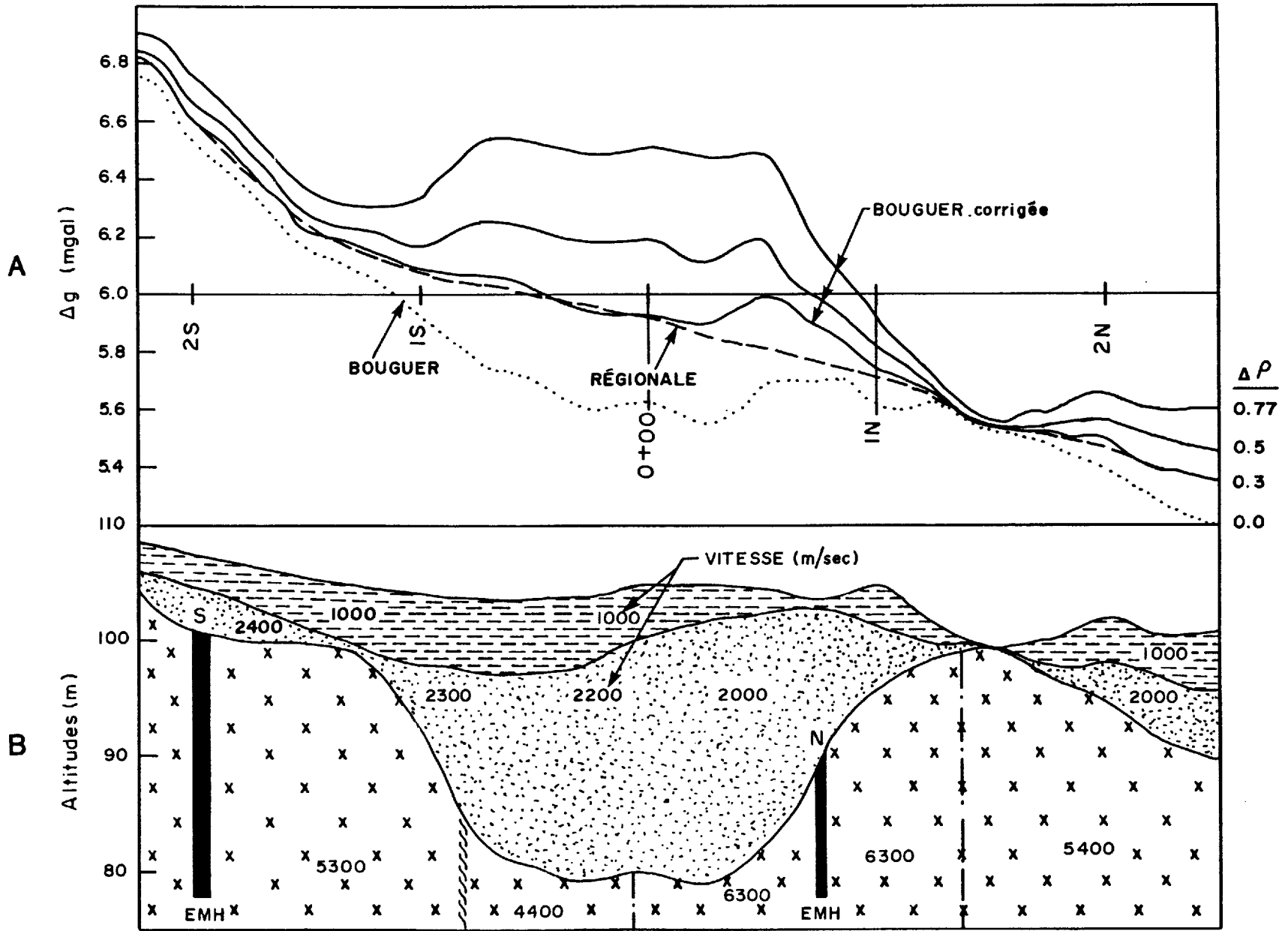
Trois profils gravité-sismique ont été complétés sur le site Umex. Il s'agit de la ligne 2W située au-dessus du centre de l'amas de minéralisation, de la ligne 0 et de la ligne 1E au-dessous de laquelle il n'y a presque plus de minéralisation.

##### Ligne 2W (figure 3.6)

##### Conducteur N

La figure 3.6A présente l'anomalie de Bouguer en ligne pointillée. Ces données n'ont pas encore été corrigées pour les variations d'épaisseur du mort-terrain. Celui-ci est illustré sur la coupe de la figure 3.6B qui est, en fait, l'interprétation finale du levé sismique réfraction. Ce levé nous a permis de définir en surface une couche de sol variant de 0 à 6.5 m d'épaisseur où la vitesse de propagation des ondes sismiques est faible (1000 m/sec). Ce sol plus ou moins meuble, non-saturé d'eau repose sur une deuxième couche plus compacte où la vitesse varie entre 2000 et 2400 m/sec. Il s'agit probablement de till glaciaire très compact. Finalement sous cette deuxième couche on retrouve le socle avec ses variations topographiques assez importantes. La vitesse de propagation des ondes sismiques dans le socle même est très variable (4400 à 6300 m/sec). Cette vitesse est caractéristique des différentes unités géologiques présentes ou de leur degré de fracturation. La section du socle présentant une vitesse de propagation de 4400 m/sec correspond probablement à un socle assez fracturé ou même à

Figure 3.6. GRAVITE-SISMIQUE: UMEX Ligne 2W



C. St-H.



une zone de cisaillement. Le mort-terrain imposant à cet endroit (près de 25 m) a introduit de fortes corrections sur nos données gravimétriques.

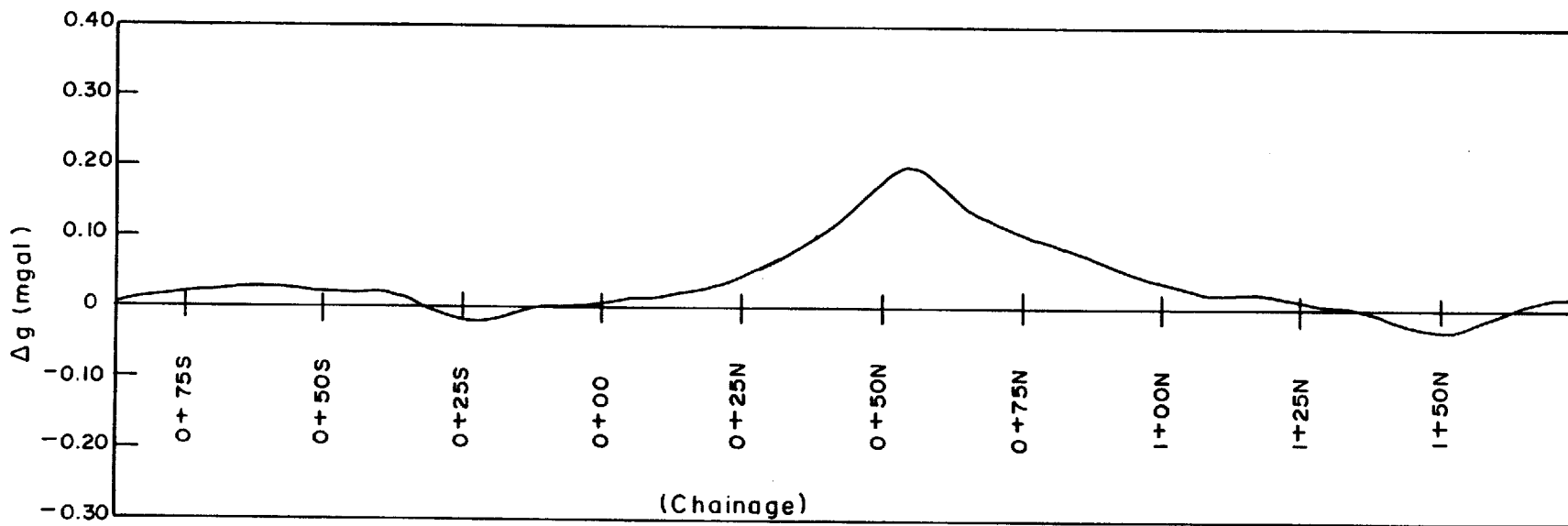
Les profils gravimétriques corrigés pour différents contrastes de densité entre le socle et le mort-terrain, apparaissent à la figure 3.6A. Le profil noté 0.77 représente des données gravimétriques corrigées en prenant un contraste de densité de  $0.77 \text{ gr/cm}^3$ . Il est évident que ce contraste de densité est trop élevé puisque le profil ainsi obtenu suit exactement l'inverse de la topographie du socle. Le profil  $0.5 \text{ gr/cm}^3$  présente lui aussi, mais à un degré plus faible, le même patron inverse. Le profil  $0.3 \text{ gr/cm}^3$ , par contre, nous indique clairement que c'est ce contraste de densité qui doit être utilisé. En effet, nous ne retrouvons plus de ressemblance entre la topographie du socle et le profil corrigé. De plus, l'allure du profil devient beaucoup plus lisse.

Une fois l'effet du mort-terrain corrigé, il est possible d'évaluer la régionale. Celle-ci apparaît en ligne tiretée sur la figure 3.6A.

La figure 3.7 représente la résiduelle. Nous retrouvons alors exactement à l'aplomb du conducteur EMH, une anomalie gravimétrique de  $0.20 \text{ mgal}$ . Si l'on interprète cette anomalie en fonction d'un modèle à deux dimensions nous trouvons alors qu'une plaque mince située à 11 mètres de profondeur et ayant un contraste de densité de  $1.2 \text{ gr/cm}^3$  correspond à l'anomalie obtenue.

La sismique réfraction nous avait donné à l'emplacement du conducteur, une épaisseur de mort-terrain de 13 m tandis que le EMH nous avait fourni une profondeur, pour l'axe de courant de Foucault, de 15 m. La correspondance est donc excellente.

Figure 3.7. RESIDUELLE: UMAX Ligne 2W



C. St-H.

### Conducteur S

Aucune signature gravimétrique particulière (baisse ou élévation) n'a été observée sur le conducteur sud formé de graphite et de petites quantités de sulfures.

### Ligne 0 + 00 et 1E

Les figures 3.8 et 3.9 présentent les résultats gravimétrique et sismique obtenus sur les lignes 0 + 00 et 1E.

Nous retrouvons encore le même bassin de mort-terrain observé déjà sur la ligne 2W. Ce bassin atteint son maximum de développement sur la ligne 1E où nous retrouvons une épaisseur de mort-terrain de plus de 40 m (figure 3.9b).

La ligne 1E, une fois que les données gravimétriques ont été corrigées des variations de mort-terrain, ne présente aucune signature particulière au niveau des conducteurs N et S (figure 3.9a). Pour le conducteur N, nous nous trouvons alors carrément à l'extérieur de la zone sub-économique. Un contraste de densité de  $0.3 \text{ gr/cm}^3$  a été utilisé pour réaliser les corrections de mort-terrain.

Pour la ligne 0 + 00, la résiduelle présente une faible anomalie de 0.07 mgal au-dessus du conducteur "N" (figure 3.8). Toutefois le bruit de fond reste assez élevé sur cette ligne. Le conducteur S n'a pas présenté encore une fois de signature sur cette ligne.

#### 3.4.1.2 Caopatina

Un seul profil gravimétrique a été réalisé sur ce site. Il s'agit de la ligne 5E qui recoupe au moins quatre conducteurs qui, d'après les travaux statutaires, seraient majoritairement graphitiques.

Figure 3.8

GRAVITE-SISMIQUE. UMEX Ligne 0+00

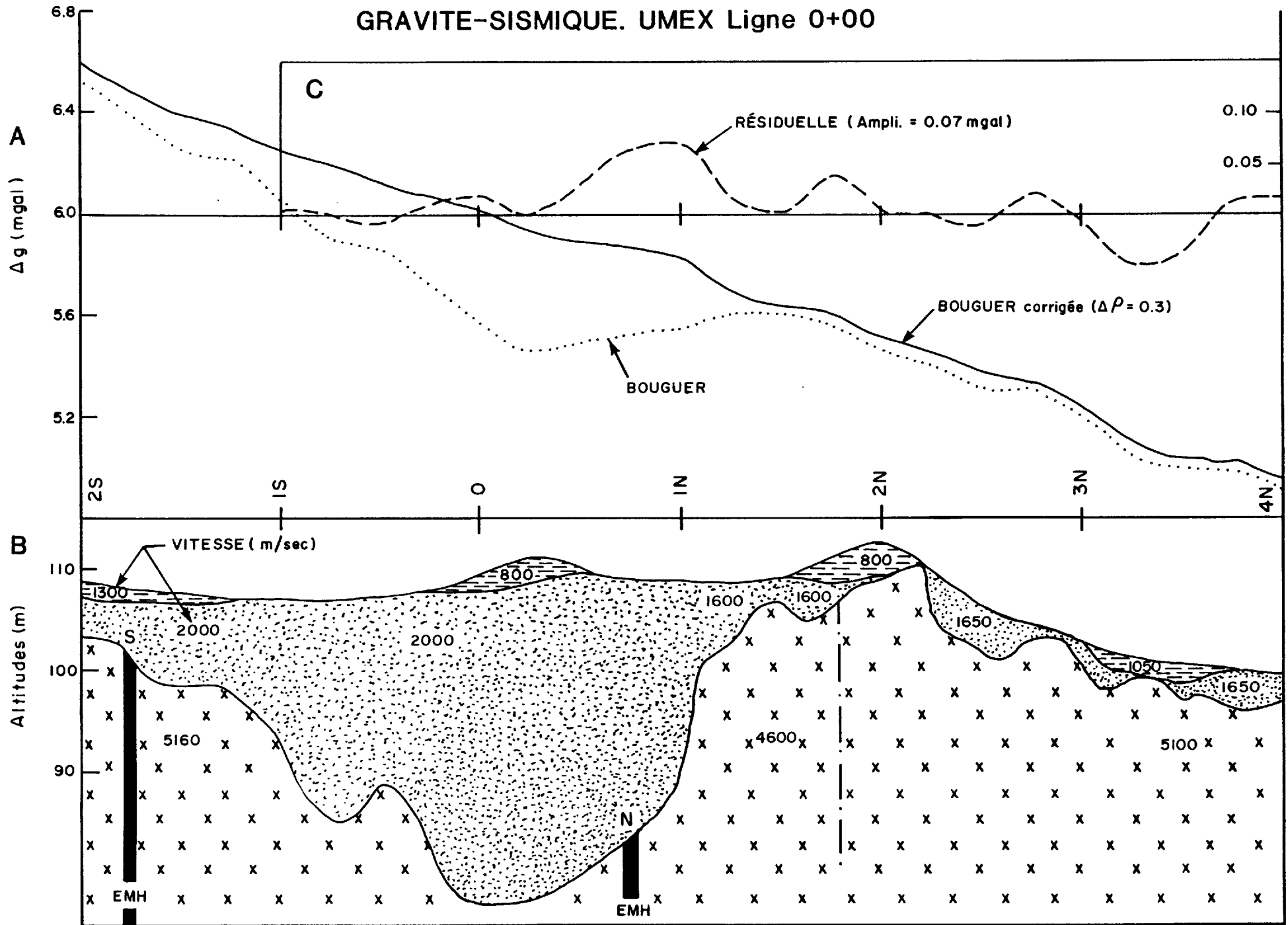
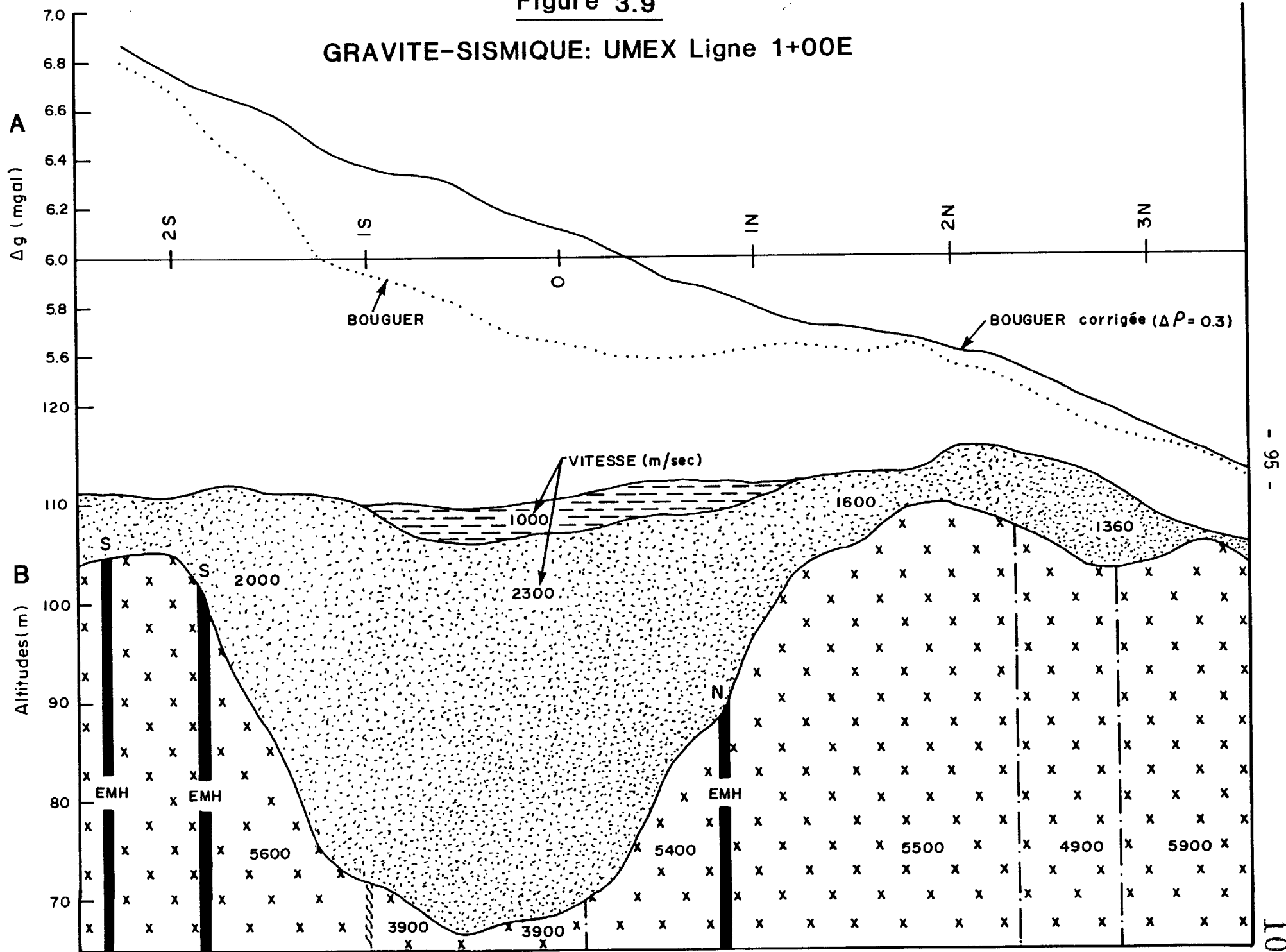


Figure 3.9

GRAVITE-SISMIQUE: UMEX Ligne 1+00E



- 96 -

104

Les résultats, présentés à la figure 3.10, indiquent que le mort-terrain y est très limité ce qui explique les nombreux affleurements rencontrés sur cette ligne.

On n'y observe aucune anomalie gravimétrique au-dessus des conducteurs.

#### 3.4.1.3 Richardson

Comme nous l'avons mentionné plus haut, le site de Richardson a été complètement couvert par un levé gravimétrique effectué en 1983. L'interprétation géologique de ce levé a déjà été donnée à la section 2.4.4.3. Un élément particulièrement intéressant ressortait de ce levé: il y avait une anomalie positive assez forte sur la ligne 52E au voisinage de la station 1N.

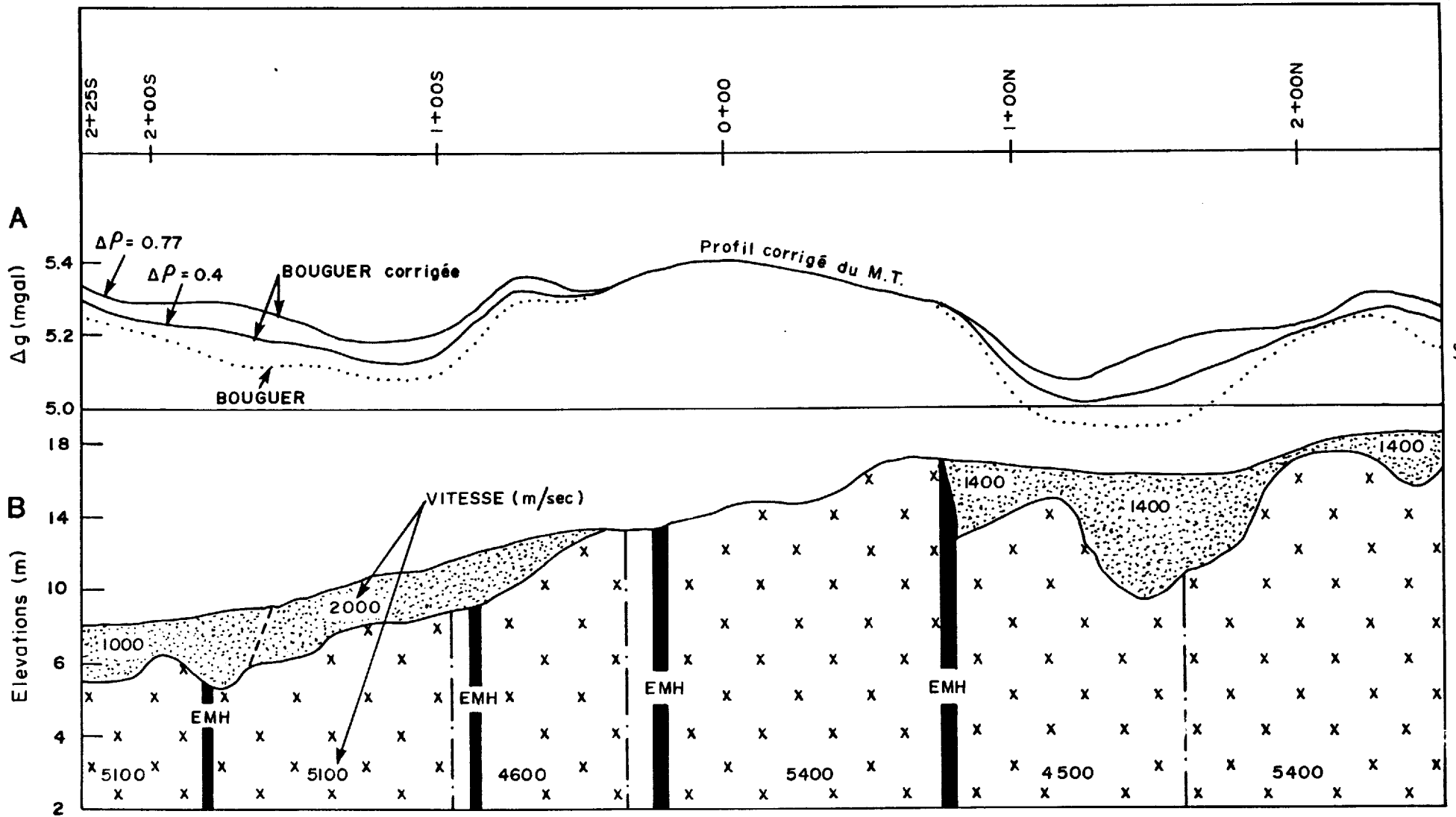
Ce profil a été repris en 1985, avec sismique, afin de corriger les effets de mort-terrain.

Les résultats qui apparaissent à la figure 3.11 montrent que le mort-terrain est peu développé (7 m et moins) et semble peu compact puisque la vitesse de propagation des ondes sismiques y est très faible: de 400 à 600 m/sec.

Les corrections gravimétriques pour l'épaisseur du mort-terrain ont été réalisées en prenant un contraste de densité de 0.4 gr/cm<sup>3</sup>. Vu le faible développement du mort-terrain, la correction est ici de faible importance.

Figure 3.10

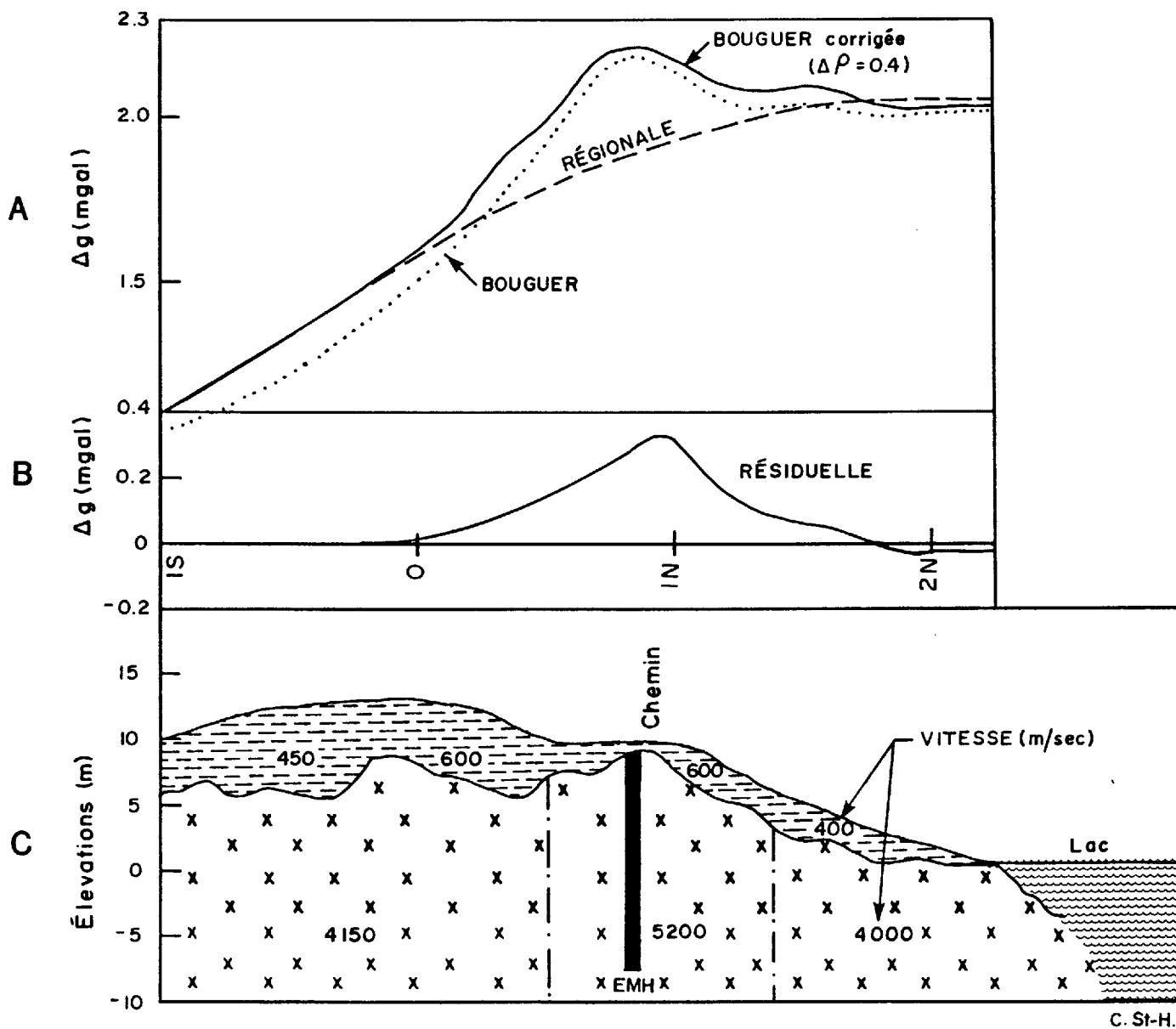
GRAVITE-SISMIQUE: CAOPATINA Ligne 5E



C. St-H.

Figure 3.11

GRAVITE-SISMIQUE: RICHARDSON Ligne 52E





L'anomalie résiduelle de 0.33 mgal peut être interprétée comme provenant d'une plaque mince située à 5 m de profondeur. Cette interprétation reste cependant discutable parce que le modèle "plaque mince" n'est pas réellement applicable, le corps étant relativement large.

Enfin, on a constaté par forage que cette anomalie gravimétrique positive correspond effectivement à un accroissement local de la quantité de minéralisation sous-jacentes. Les teneurs sont malheureusement encore trop basses pour que cette minéralisation soit économique.

#### 3.4.1.4 Conclusion

Il ressort clairement que la gravimétrie, appliquée avec soin, est capable de détecter les gisements associés aux grands axes conducteurs. En effet, le gisement UMEX, seul amas considérable de minéralisation de tous les sites étudiés, apparaît clairement malgré sa grande profondeur. Les autres conducteurs stériles rencontrés sur ce même site ne produisent pas d'anomalie gravimétrique.

De même, à Richardson, la seule autre anomalie gravimétrique associée aux conducteurs sur l'ensemble des trois sites est aussi produite par une masse de minéralisation. L'amplitude relativement forte de l'anomalie par rapport à la quantité de minéralisation présente est due au très faible enfouissement de la cible.

Nous avons aussi démontré que la correction pour l'épaisseur du mort-terrain est essentielle. Le gisement UMEX n'apparaît pas sans cette correction. Évidemment, il y a des cas, comme à Richardson, où on peut s'en abstenir mais il est impossible d'identifier ces cas au préalable.

Enfin, bien que nous ne l'ayons pas fait ici, il serait relativement facile, connaissant la profondeur à laquelle est enfouie la cible, d'évaluer par gravité le tonnage de minéralisation responsable de chaque anomalie.

La gravité est donc, associée à la sismique, une méthode de choix pour la recherche des gisements situés le long des axes conducteurs. Seul le coût élevé de l'exercice constitue une contre-indication.

### 3.4.2 Géochimie de sols

#### 3.4.2.1 Généralités

Bien que fort contestée et d'un usage encore limité en prospection minière, la géochimie de sol a, selon certains auteurs (Lalonde et Baumier, 1984; Ermengen, 1957), un potentiel intéressant comme outil d'exploration en terrain glaciaire.

Le principal avantage anticipé de la pédogéochimie était, dans le cas qui nous occupe, la possibilité de distinguer facilement les conducteurs graphitiques des conducteurs minéralisés.

Deux campagnes de géochimie de sols ont été complétées: la première en 1983 et la deuxième en 1985. Ces deux campagnes ont, comme on le verra plus loin, fait appel à des méthodologies différentes. La campagne de 1983 était limitée au site Richardson alors que celle de 1985 a couvert des régions limitées à l'intérieur des trois périmètres expérimentaux.

Enfin, la campagne de 1985 comprenait, comme le proposent Govett et al. (1976), des mesures de pH et de conductivité électrique de solutions aqueuses des échantillons de sol.

### 3.4.2.2 Méthodologie

#### 3.4.2.2.1 Échantillonnage

La grille des points à échantillonner a été établie à partir de la localisation des conducteurs identifiés à partir des levés électromagnétiques. Alors qu'en 1983 on a échantillonné le long de l'axe conducteur, la campagne de 1985 a porté sur les variations de teneurs perpendiculairement aux axes conducteurs. Nous avons aussi voulu lors de cette dernière campagne, nous assurer contre le sous-échantillonnage toujours possible. Ceci nous a conduit à prélever des échantillons aux 5 mètres.

Les figures 3.12 à 3.15 situent la position des différents échantillons alors que le tableau 3.1 répertorie l'ensemble des échantillons prélevés.

Tableau 3.1: Répertoire des échantillons de sol prélevés dans l'horizon A et B sur les trois sites étudiés

Échantillons par horizon	Horizon	Horizon	TOTAL
Site	A	B	
Umex	429	118	547
Caopatina	299	46	345
Richardson été 83	528	Nil	528
Richardson été 85	278	49	327

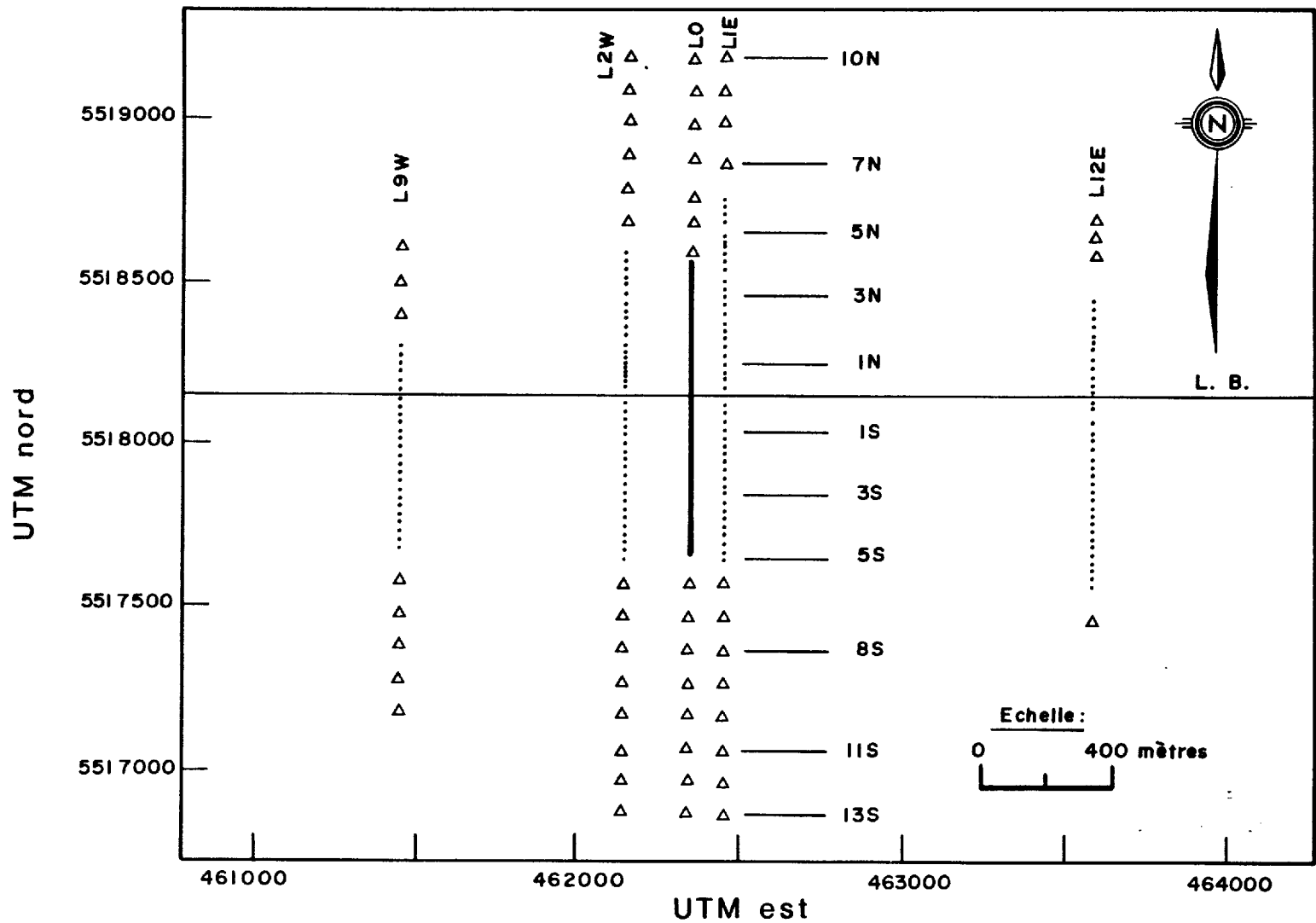


Fig.3.12 -Localisation des échantillons de sol prélevés sur le site UMEX  
 LO : horizon Aet B

- échantillons aux 5 mètres
- ..... échantillons aux 25 mètres
- △ △ △ échantillons aux 100 mètres

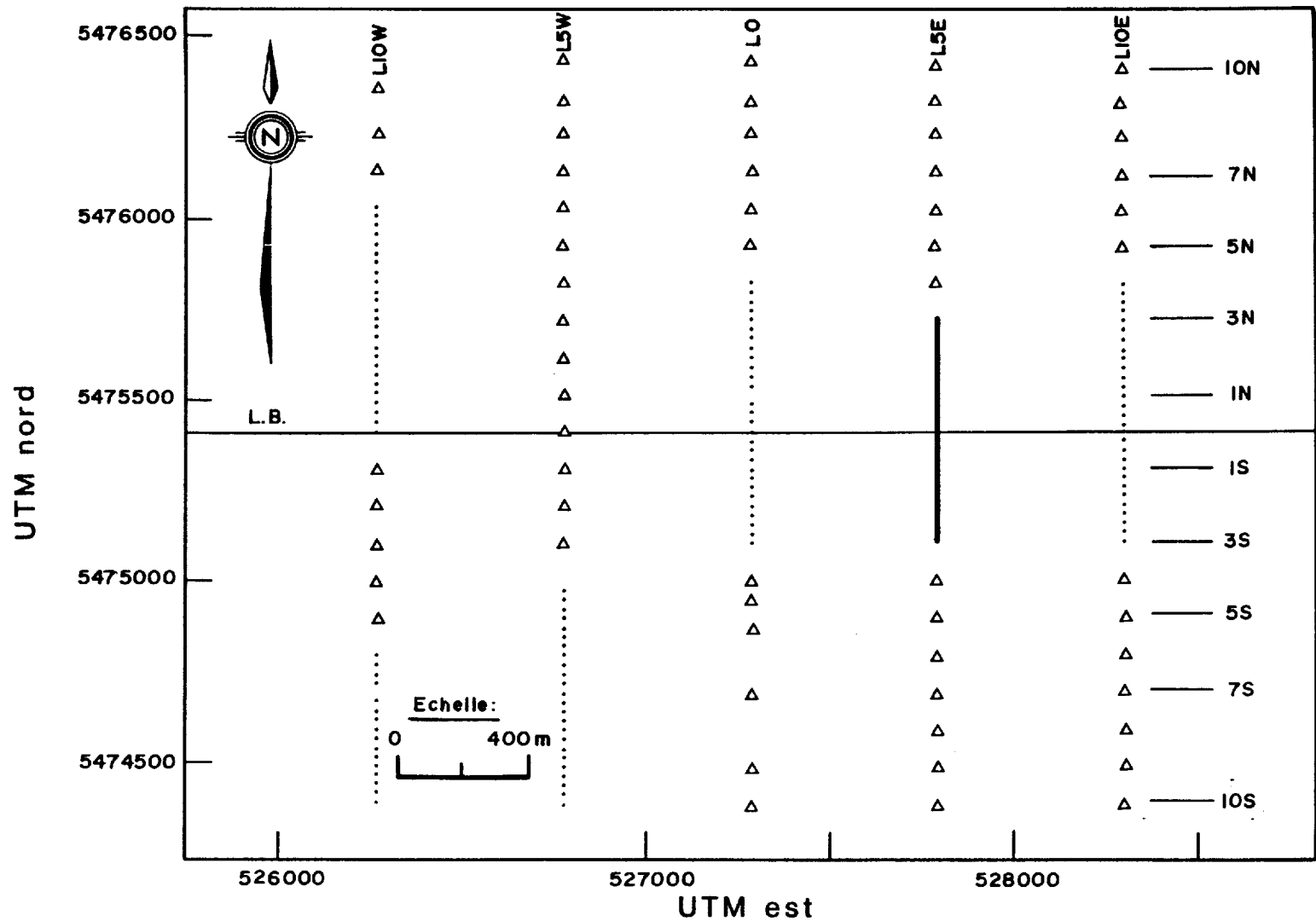


Fig.3.13 Localisation des échantillons de sol prélevés sur le site Caopatina L5 E: horizon A et B

- échantillons aux 5 mètres
- ..... échantillons aux 25 mètres
- △ △ △ échantillons aux 100 mètres

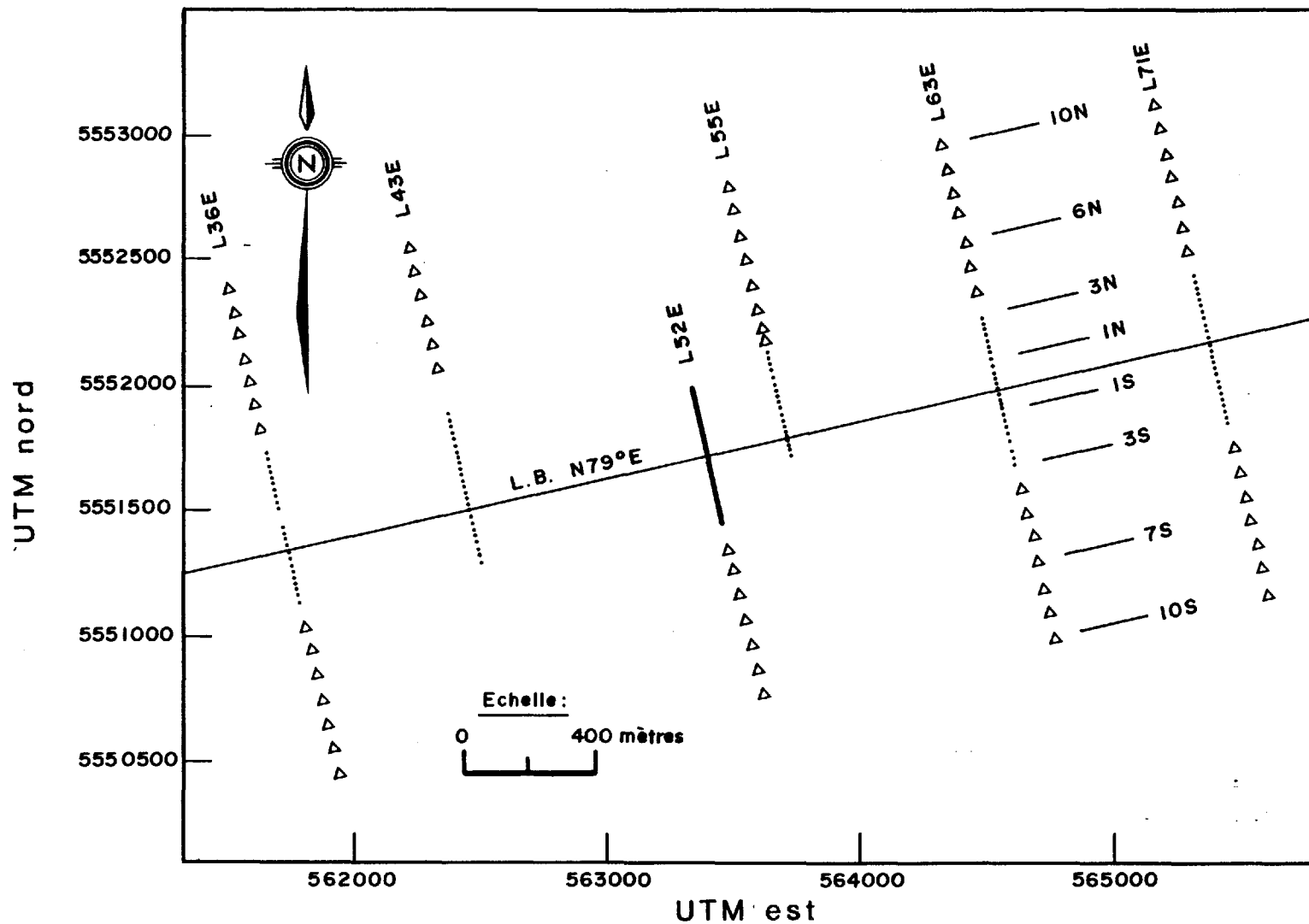
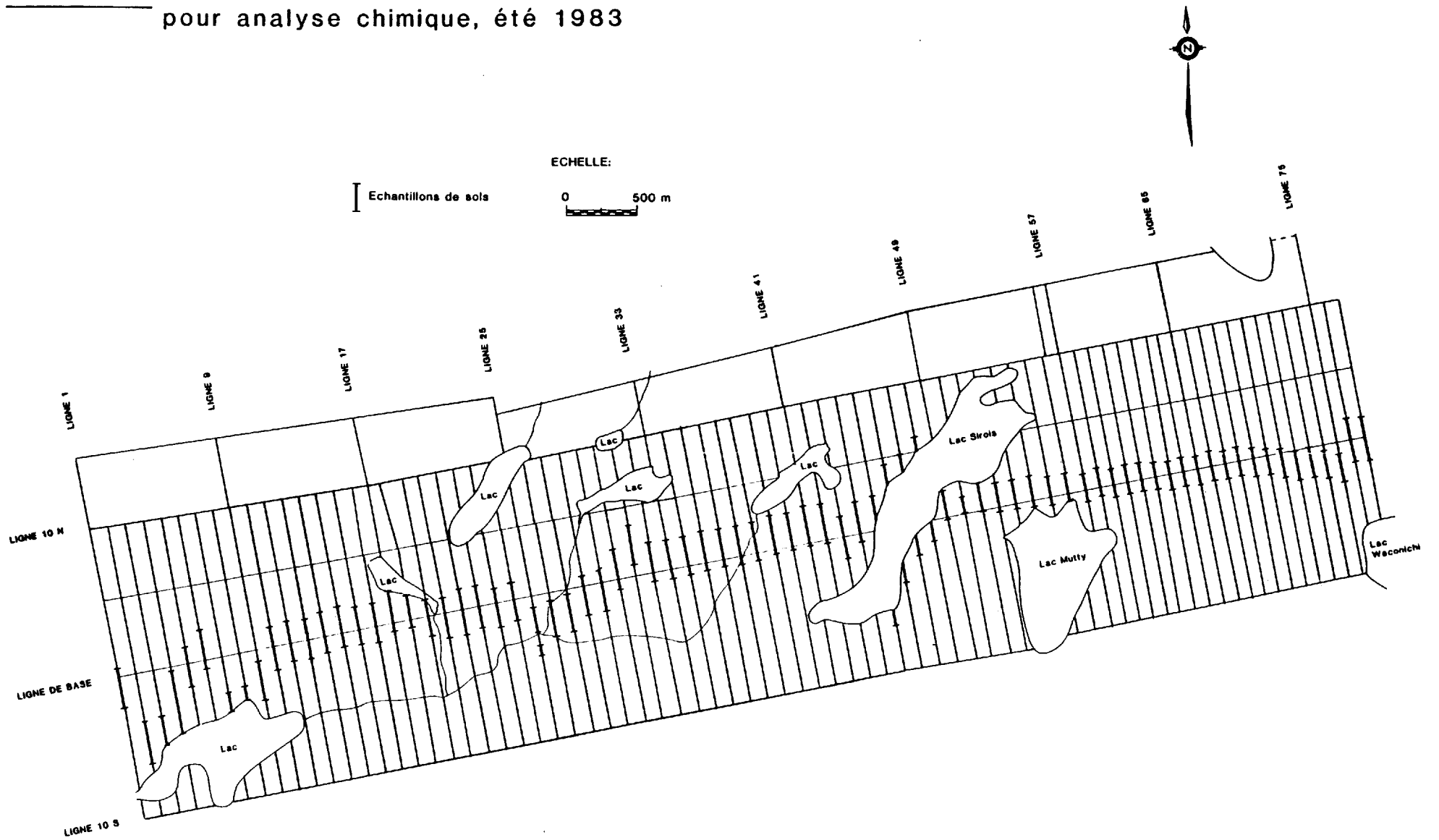


Fig.3.14 Localisation des échantillons de sol prélevés sur le site Richardson L52 E: horizon A et B

- échantillons aux 5 mètres
- ..... échantillons aux 25 mètres
- △ △ △ échantillons aux 100 mètres

Figure 3.15 Localisation des échantillons de sols prélevés pour analyse chimique, été 1983



Comme le montre le tableau 3.1, nous avons échantillonné à la fois les horizons pédologiques A et B. La comparaison des concentrations dans ces deux horizons nous semblait intéressante étant donné que chaque horizon est sensé être enrichi en un groupe particulier d'éléments. L'horizon A (humus) s'enrichit, entre autres, en Ag, Co, Cu, Ni, Pb, Zn alors que l'horizon B tend à concentrer les éléments précipités par les oxydes de fer et de manganèse.

#### 3.4.2.2 Techniques analytiques

La fraction granulométrique inférieure à 80 mailles (<.32 mm) des échantillons séchés et tamisés a été analysée au Centre de Recherche Minérale par émission atomique à l'aide d'un appareil au plasma pour les éléments suivants:

Ag, Al, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce Co, Cr, Cu, Eu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sc Sm, Sr, Th, Ti, V, Y, Zn.

Les teneurs en arsenic, or et tungstène ont été obtenues par activation neutronique, celles en uranium par fluorométrie et, enfin, le soufre a été déterminé à l'aide d'un appareil Leco SC-132.

Le pH, la conductivité et la teneur en fluor ont été déterminés à l'aide d'électrodes appropriées plongées dans 100 ml d'eau déionisée dans laquelle 1 gramme de sol séché avait été ajouté et agité pendant 2 minutes.

La technique de mise en solution des échantillons a été modifiée entre la campagne de 1983 et celle de 1985. On doit donc noter que les résultats de ces deux campagnes ne sont pas directement comparables.



Alors que les échantillons prélevés en 1983 ont été mis en solution de manière conventionnelle à l'aide d'acides forts, nous avons voulu utiliser, en 1985, une nouvelle approche plus apte à mettre en évidence les anomalies recherchées.

Il apparaît que seule la composante hydromorphique de l'anomalie géochimique présente un intérêt dans le cas qui nous occupe. En effet, on désire détecter les éléments qui ont diffusé du conducteur cible vers la surface du sol et ce, au voisinage immédiat du conducteur. La composante détritique formée, entre autres, de grains de sulfures transportés par les glaciers, ne présente ici aucun intérêt. Une attaque faible semble donc s'imposer. La mise en solution a donc été faite par EDTA ce qui a l'avantage de solubiliser les ions adsorbés à la surface des grains de sol sans pour autant dissoudre les grains eux-mêmes.

#### 3.4.2.3 Site Richardson, été 1983

La campagne géochimique de 1983 sur le site Richardson, a permis de recueillir 528 échantillons d'humus. Ces échantillons ont été analysés au Centre de recherche minérale de Québec (CRM), à l'aide d'un spectromètre d'émission atomique à plasma, pour 31 éléments, soit: Ag, Al, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Eu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sc, Sm, Sr, Th, Ti, V, Y et Zn. L'arsenic, le mercure et l'étain ont été dosés par spectrométrie d'absorption atomique alors que la teneur en uranium a été déterminée par fluorimétrie.

La mise en solution de l'échantillon a été réalisée par la méthode usuelle du CRM, soit dans l'acide nitrique chaud.



L'interprétation des résultats des analyses d'humus a déjà été présentée par Trudel et al. (1985). Cette interprétation fait usage des courbes gaussio-logarithmiques car il est généralement reconnu que les éléments traces possèdent une distribution naturelle log-normale.

Sur un papier à échelle gaussio-logarithmique, une telle distribution sera représentée par une droite. Dans le cas le plus général, la courbe de distribution pour l'ensemble des analyses d'un élément sera une ligne brisée formée de trois segments de droite: celui correspondant aux valeurs les plus faibles représente la population principale (ou bruit de fond), celui correspondant aux valeurs les plus élevées représente la population anormale, tandis que le segment de droite situé entre ces deux extrêmes représente un mélange des deux populations précédentes, soit une population intermédiaire constituée en partie d'échantillons appartenant à la population principale et à la population anormale.

Le tableau 3.2 donne, pour chacun des 35 éléments analysés, les teneurs limites (minimum et maximum), le seuil d'anomalie tel que défini à l'aide des courbes gaussio-logarithmiques, la teneur moyenne et l'écart-type.

Dans un premier temps, les anomalies pour chaque élément ont été localisées sur une carte distincte.

Différentes cotes ou valeurs ont été attribuées aux différents éléments, selon leur importance. Pour l'argent (Ag) la cote 5 lui a été accordée. Pour le Cu et le Zn, une cote 3. Pour 2 points, cette classe regroupe les éléments suivants: As, B, Cd, Co, Cr, Li, Ni, Pb, Sc, Th, U, Y, Ce, Eu, La, Sm; et pour 1 point: Al, Ba, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Sr, Ti et V.

Tableau 3.2: Teneurs minimum et maximum, seuil d'anomalie, teneur moyenne et écart-type pour les 35 éléments analysés dans l'humus sur le terrain du canton Richardson, été 1983

Élément	Teneur minimum	Teneur maximum	Seuil d'anomalie	Moyenne	Écart type
Ag (ppm)	0.4	3.9	2.6	0.49	0.33
Al ( % )	0.02	3.2	1.50	2.55	2.67
As (ppm)	0.4	25.8	1.5	1.19	2.12
B (ppm)	4	22	19	7.7	3.8
Ba (ppm)	5	581	140	91.5	66.1
Be (ppm)	2	2	N.D.	2	nil
Ca ( % )	0.11	4.09	2.40	1.05	0.93
Cd (ppm)	0.2	6.3	1.6	1.04	0.69
Ce (ppm)	2	165	100	8.9	14.5
Co (ppm)	2	157	100	4.5	12.3
Cr (ppm)	2	85	9	3.5	5.6
Cu (ppm)	1	1978	25	18.7	97.3
Eu (ppm)	0.1	9.0	2	3.1	6.5
Fe ( % )	0.01	4.01	1.00	0.28	0.47
Hg (ppb)	75	500	400	232.4	70.2
K ( % )	0.02	0.23	0.10	0.053	0.027
La (ppm)	3	256	11	6.2	15.2
Li (ppm)	1	12	7	1.2	1.2
Mg ( % )	0.03	0.67	0.30	0.16	0.14
Mn (ppm)	1	12010	3000	502	1023
Mo (ppm)	3	3	N.D.	3	nil
Na (ppm)	1	8	N.D.	2.4	0.74
Ni (ppm)	1	116	20	7.1	10.0
P (ppm)	3	2933	1000	670	286
Pb (ppm)	2	185	60	32.6	22.8
Sc (ppm)	1	18	5	1.2	1.0
Sm (ppm)	1	33	3	1.5	2.1
Sn (ppm)	2	2	N.D.	2	nil
Sr (ppm)	1	75	50	18.1	10.7
Th (ppm)	2	20	7	2.7	1.7
Ti ( % )	0.01	0.05	0.04	0.01	0.004
U (ppm)	0.1	3.5	0.9	2.49	0.41
V (ppm)	2	34	20	4.2	3.5
Y (ppm)	1	103	9	2.2	6.1
Zn (ppm)	3	405	150	66.2	40.6



- 110 -

La cote attribuée à chaque élément a ensuite été multipliée par un facteur de 0.0 si l'analyse se situe dans le bruit de fond, de 0.5 si elle appartient à la population intermédiaire et de 1.0 si elle appartient à la population anormale. Finalement, pour chaque échantillon analysé, les produits (cote x facteur) de chaque élément ont été additionnés. Les valeurs ainsi obtenues ont été mises en plan pour former la carte-synthèse.

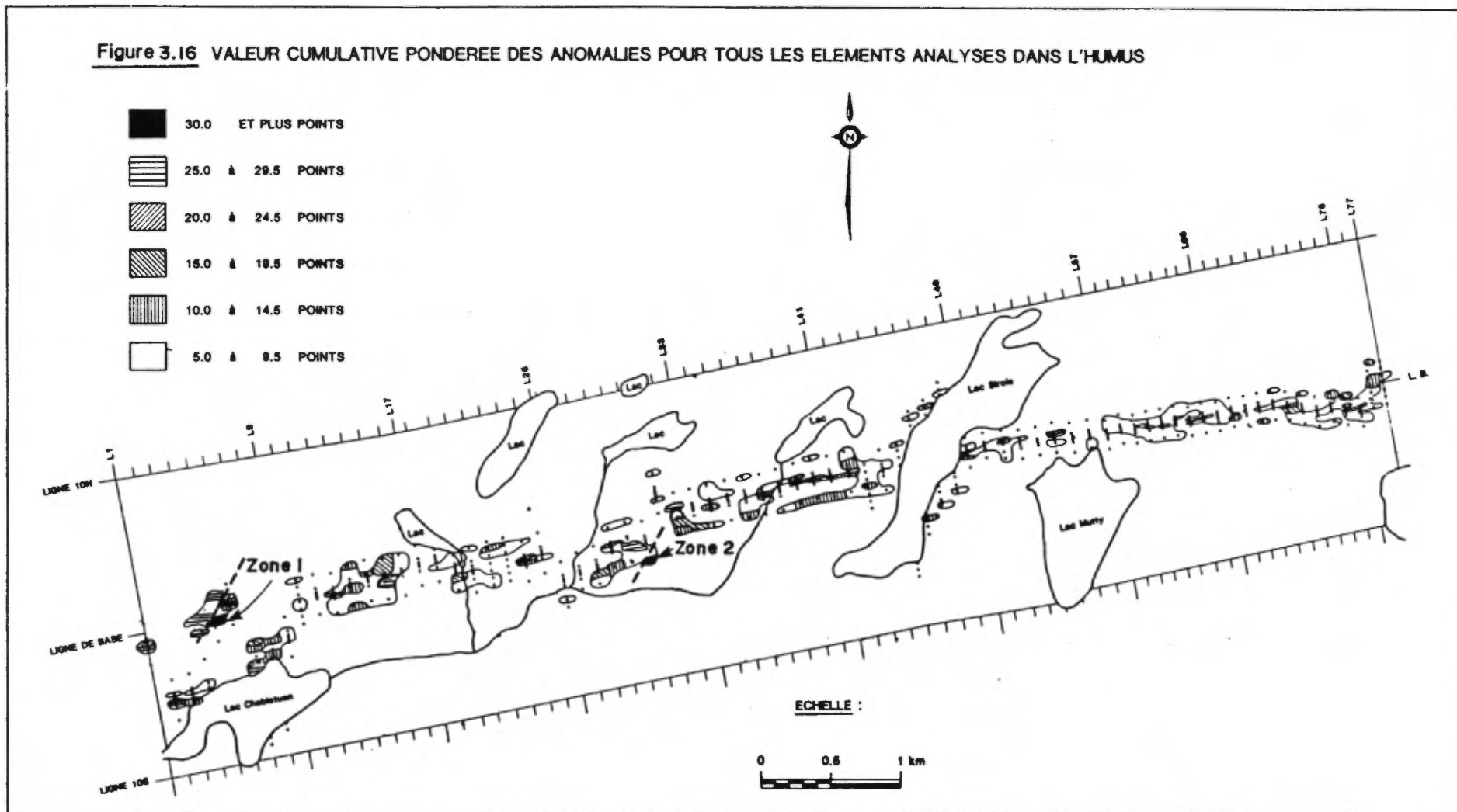
Cette carte présente dans Trudel et al. (1985) et reproduite ici (figure 3.16) révèle la présence de deux zones d'intérêt. La zone 1 est située sur les lignes 5 et 6, à environ 500 mètres au nord du ruisseau se déversant dans le lac Chebistuan. Elle est définie par trois échantillons pour lesquels on observe des teneurs très élevées en Cu (jusqu'à 1978 ppm) accompagnées d'anomalies en As, Cd, Co, La, Ni, P, Sc, Sm, Th, U et Y.

La zone 2 contient deux échantillons situés à environ 200 mètres au nord du ruisseau se déversant dans le lac Chebistuan. Pour ces échantillons une forte teneur en Zn (289 ppm) et une autre plus faible en Cu (25 ppm) sont corrélées avec des anomalies en Cd, Co, La, Ni, P, Sc, Th, et Y ainsi que Al, Ce, Cr, Fe, K, Li, Ti et V.

### Discussion

Bien que les analyses d'humus réalisées au cours de cette campagne aient mis en évidence des variations évidentes des teneurs de plusieurs éléments dont Cu, Zn, Pb, Ag et Hg, la signification des "anomalies" n'est pas établie.

Figure 3.16 VALEUR CUMULATIVE PONDEREE DES ANOMALIES POUR TOUS LES ELEMENTS ANALYSES DANS L'HUMUS





En effet, le forage de la ligne 5 qui se trouve directement sous la zone anomalique no 1 ne montre aucune concentration minéralogique particulière qui pourrait expliquer cette importante anomalie multi-éléments.

L'anomalie de la zone 2 est située dans le même contexte géologique que celle de la zone 1. Elle se situe exactement sur la trace de failles de direction N30E. La roche-hôte est, dans les deux cas, le gabbro de Ventures.

Encore ici, nous ne disposons d'aucune explication valable pour cette anomalie mais nous devons reconnaître que notre contrôle géologique est inférieur à celui de la zone 1.

En conclusion, il apparaît maintenant probable que ces anomalies sont causées par des phénomènes de concentration superficielle sans aucun lien évident avec la géologie sous-jacente.

La campagne de 1985 réalisée en grande partie dans le but de vérifier ce point tend à le confirmer.

#### 3.4.2.4 Campagne 1985

##### 3.4.2.4.1 Contrôle de qualité

Suite à certains doutes exprimés au sujet de la campagne de 1983 et au sujet des possibilités de la géochimie des sols dans son ensemble, nous avons utilisé en 1985 différentes mesures destinées à évaluer la performance réelle de la méthode et à nous assurer de la qualité des mesures effectuées.

### Perte au feu

L'évaluation systématique de la perte au feu constitue la première mesure de contrôle que nous avons appliquée.

Plus l'échantillon est riche en humus, plus la perte au feu sera élevée. On s'attend à ce qu'un bon échantillon d'humus présente une perte au feu supérieure à 30% alors qu'un échantillon de l'horizon B devrait avoir moins de 15% de perte au feu (M. Baumier, communication personnelle).

La figure 3.17 présente les résultats de ces essais. L'ensemble des échantillons du site Richardson sont d'excellente qualité puisque 97% des échantillons d'humus montrent une perte au feu supérieure à 30% alors que ceux de l'horizon B présentent de faibles pertes.

L'ensemble des échantillons d'humus prélevés sur le site UMEX est un peu moins bon. 9% des échantillons ont une perte au feu inférieure à 30%, donc un faible contenu en matière organique. Par contre, pour la même raison, l'horizon B fournit d'excellents échantillons minéraux.

Enfin, on observe le phénomène contraire au site de Caopatina. Les échantillons d'humus sont excellents alors que les échantillons de l'horizon B sont médiocres. Ceci s'explique par la très faible couverture de mort-terrain et le peu de développement de l'horizon B.

### Échantillons de contrôle

Afin d'avoir une évaluation du niveau de bruit de la méthode, nous avons subdivisé en 20 parties un échantillon important et fait analyser chacun des sous-échantillons. Cette procédure a été utilisée

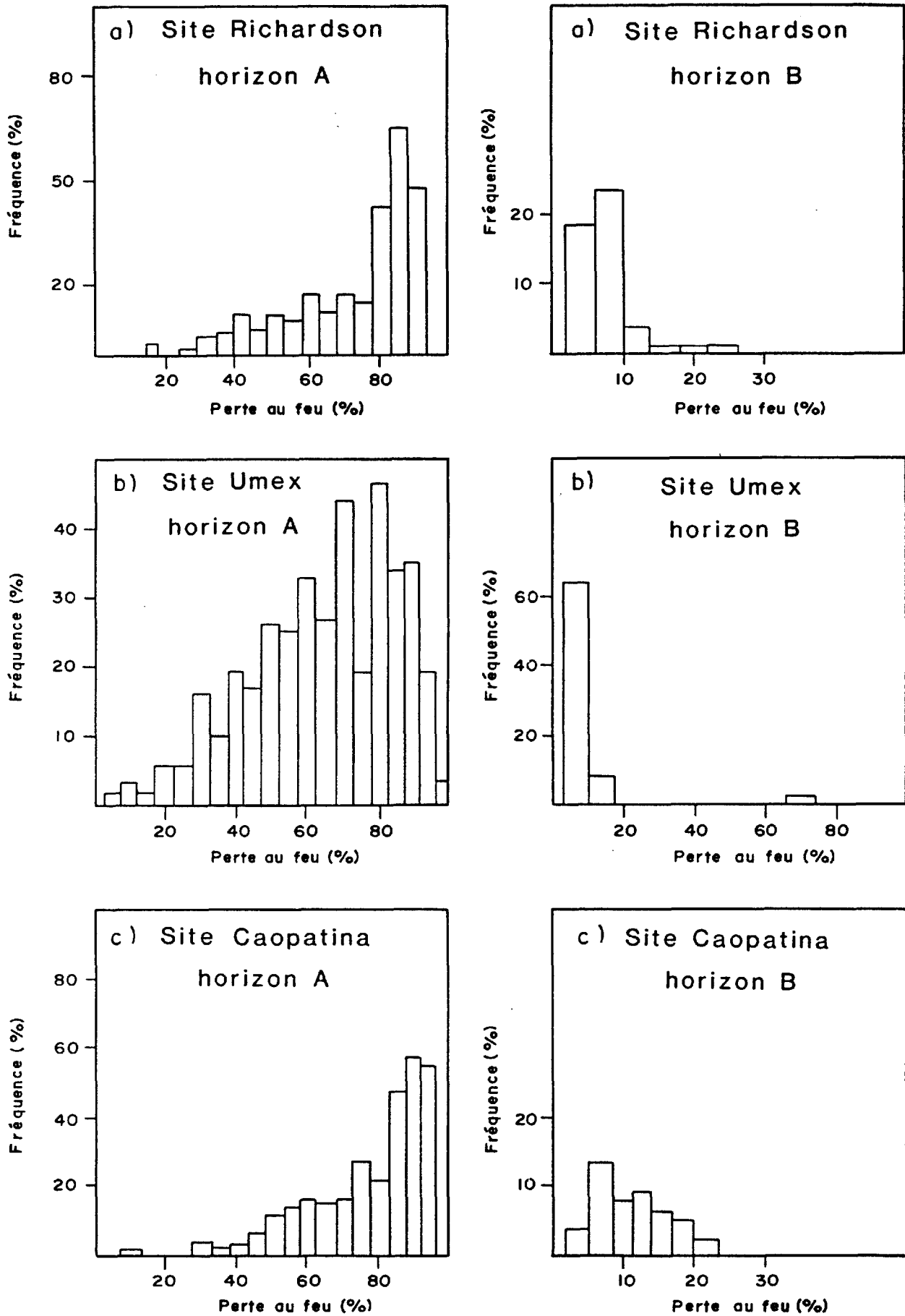


Fig. 3.17 — Histogrammes des pertes au feu pour les horizons A et B (1985).





- 115 -

tant pour l'humus que pour l'horizon B. Elle permet évidemment de déterminer la variabilité minimum des analyses géochimiques tenant compte à fois des erreurs d'échantillonnage, de l'irrégularité de la distribution des éléments recherchés dans le sol et des erreurs analytiques.

Les tableaux 3.3 et 3.4 indiquent les statistiques des résultats obtenus respectivement dans l'humus et dans l'horizon B.

On constate malheureusement que le niveau de bruit est très élevé pour plusieurs éléments. Il va de soi que cette variabilité doit être prise en ligne de compte lors de l'établissement d'un seuil d'anomalie. Le seuil doit nécessairement être sensiblement plus élevé que le bruit observé sur ces échantillons de contrôle.

#### Analyse spectrale

Nous avons aussi procédé à l'analyse spectrale de l'ensemble des échantillons prélevés. Cette technique, plus utilisée en géophysique qu'en géochimie, permet principalement de faire ressortir des tendances systématiques dans la distribution spatiale des observations. Elle permet aussi, le cas échéant, de faire ressortir des erreurs systématiques d'échantillonnage. Elle fera apparaître les dimensions et les directions d'anomalies importantes. Des anomalies mineures n'ont cependant que très peu d'effet sur les spectres produits.

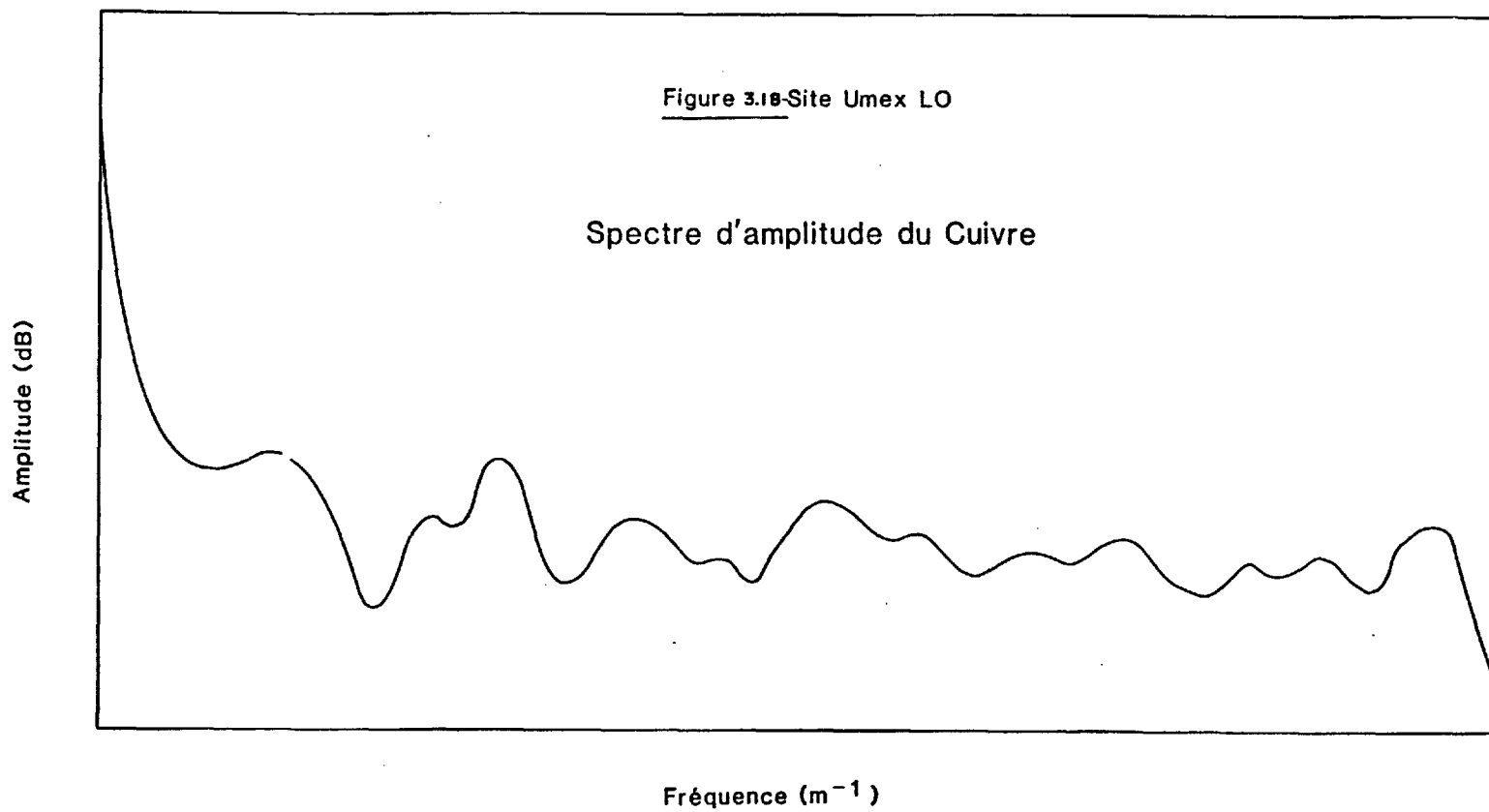
Les spectres de fréquence spatiale du cuivre sur les sites Umex et Richardson (figures 3.18 et 3.19) sont représentatifs de l'ensemble des résultats obtenus. L'"énergie" y est distribuée approximativement uniformément avec la fréquence spatiale. Ceci signifie que les valeurs des échantillons sont distribuées aléatoirement, phénomène dont on peut tirer les trois conclusions suivantes:

Tableau 3.3: Statistiques de base pour les 41 éléments analysés dans l'humus (horizon A) sur le site de contrôle (site Umex; LW; station 0+00)

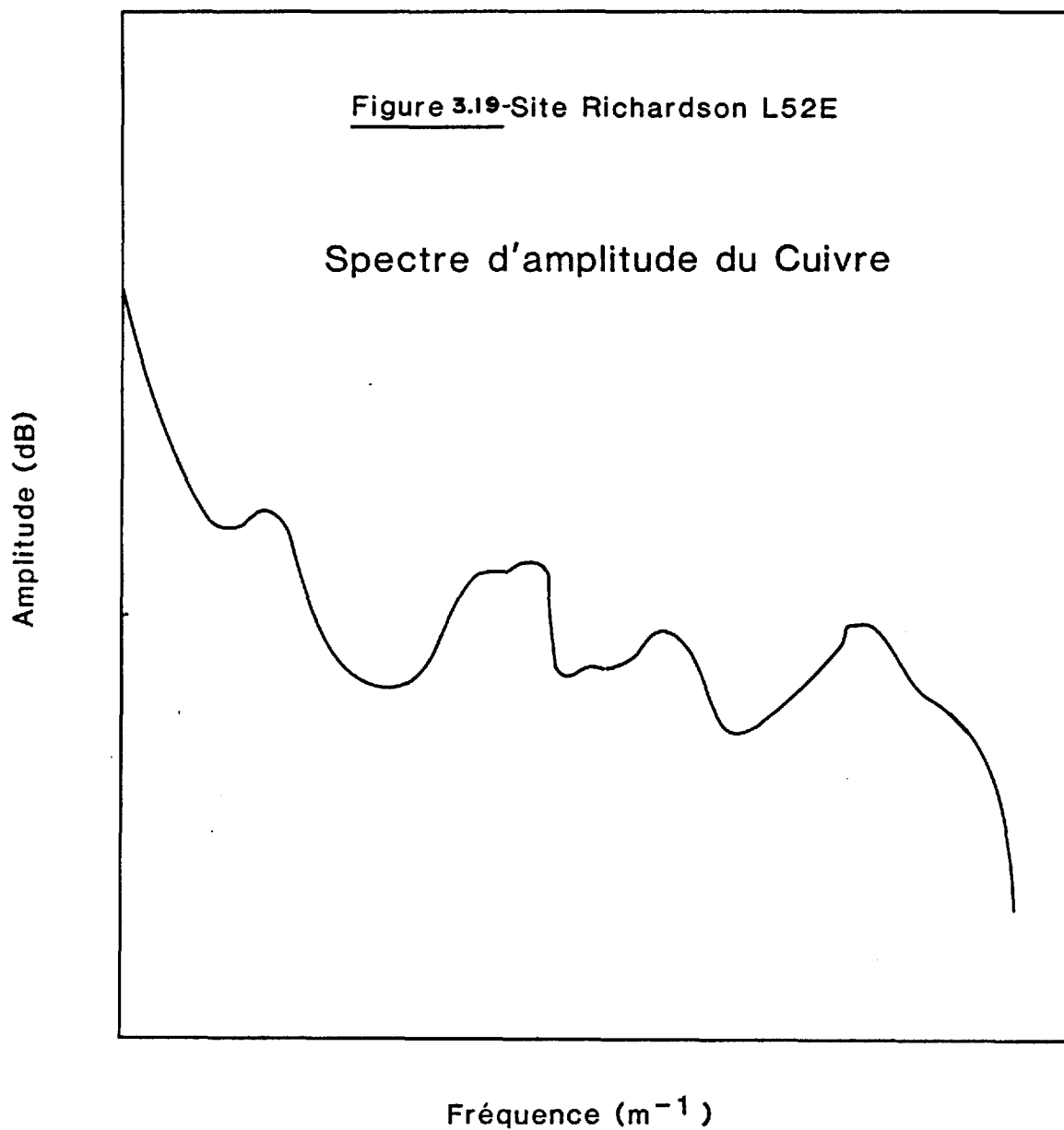
Élément	Teneur minimum	Teneur maximum	Moyenne	Écart type
Ag (ppm)	0.4	0.4	0.4	0.00
Al ( % )	0.02	0.13	0.07	0.03
As (ppm)	1.8	4.5	3.2	0.87
Au (ppb)	5.0	35.0	11.6	10.92
B (ppm)	4.0	4.0	4.0	0.0
Ba (ppm)	1.0	7.0	2.35	1.87
Be (ppm)	2.0	2.0	2.0	0.0
Ca ( % )	0.02	0.02	0.02	0.0
Cd (ppm)	0.2	1.1	0.67	0.29
Ce (ppm)	2.0	2.0	2.0	0.0
Co (ppm)	2.0	2.0	2.0	0.0
Cond (siem)	17.4	42.9	29.77	6.34
Cr (ppm)	1.0	1.0	1.0	0.0
Cu (ppm)	1.0	7.0	3.90	1.45
Eu (ppm)	0.1	0.1	0.1	0.0
F (ppm)	0.0	1.60	0.28	0.57
Fe ( % )	0.01	0.10	0.66	0.24
Hg (ppb)	50.0	150.0	88.5	21.28
K ( % )	0.02	0.02	0.02	0.0
La (ppm)	3.0	3.0	3.0	0.0
Li (ppm)	1.0	1.0	1.0	0.0
Mg ( % )	0.01	0.01	0.01	0.0
Mn (ppm)	4.0	35.0	13.6	6.61
Mo (ppm)	3.0	3.0	3.0	0.0
Na ( % )	0.01	0.01	0.01	0.0
Ni (ppm)	1.0	3.0	1.80	0.77
P (ppm)	21.0	175.0	98.8	36.26
Pb (ppm)	5.0	57.0	22.45	17.87
PF ( % )	40.0	72.0	53.0	9.46
pH	3.47	4.0	3.72	0.18
S ( % )	0.04	0.09	0.06	0.01
Sc (ppm)	1.0	1.0	1.0	0.0
Sm (ppm)	1.0	1.0	1.0	0.0
Sr (ppm)	1.0	1.0	1.0	0.0
Th (ppm)	2.0	2.0	2.0	0.0
Ti ( % )	0.01	0.81	0.01	0.0
U (ppm)	0.3	0.8	0.52	0.14
V (ppm)	2.0	2.0	2.0	0.0
W (ppm)	2.0	2.0	2.0	0.0
Y (ppm)	1.0	1.0	1.0	0.0
Zn (ppm)	4.0	31.0	20.65	7.01

Tableau 3.4: Statistiques de base pour les 41 éléments analysés dans l'horizon B sur le site de contrôle (site Umex; LIW; station 0+00)

Élément	Teneur minimum	Teneur maximum	Moyenne	Écart type
Ag (ppm)	0.40	0.40	0.40	0.0
Al ( % )	0.02	0.04	0.03	0.01
As (ppm)	1.60	10.2	3.50	1.96
Au (ppb)	5.0	16.0	5.65	2.48
B (ppm)	4.0	4.0	4.0	0.0
Ba (ppm)	1.0	1.0	1.0	0.0
Be (ppm)	2.0	2.0	2.0	0.0
Ca ( % )	0.02	0.02	0.02	0.0
Cd (ppm)	0.2	0.2	0.2	0.0
Ce (ppm)	2.0	2.0	2.0	0.0
Co (ppm)	2.0	2.0	2.0	0.0
Cond (siem)	6.1	14.9	10.86	1.82
Cr (ppm)	1.0	1.0	1.0	0.0
Cu (ppm)	1.0	2.0	1.05	0.22
Eu (ppm)	0.1	0.1	0.1	0.0
F (ppm)	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe ( % )	0.01	0.05	0.03	0.01
Hg (ppb)	35.0	78.0	46.9	10.37
K ( % )	0.02	0.02	0.02	0.0
La (ppm)	3.0	3.0	3.0	0.0
Li (ppm)	1.0	1.0	1.0	0.0
Mg ( % )	0.01	0.01	0.01	0.0
Mn (ppm)	1.0	2.0	1.20	0.41
Mo (ppm)	3.0	3.0	3.0	0.0
Na ( % )	0.01	0.03	0.02	0.001
Ni (ppm)	1.0	1.0	1.0	0.0
P (ppm)	3.0	5.0	3.8	0.77
Pb (ppm)	2.0	3.0	2.4	0.50
PF ( % )	4.0	14.0	8.6	2.44
pH	4.45	4.76	4.63	0.08
S ( % )	0.02	0.07	0.03	0.02
Sc (ppm)	1.0	1.0	1.0	0.0
Sm (ppm)	1.0	1.0	1.0	0.0
Sr (ppm)	1.0	1.0	1.0	0.0
Th (ppm)	2.0	2.0	2.0	0.0
Ti ( % )	0.01	0.01	0.01	0.0
U (ppm)	0.2	0.8	0.56	0.15
V (ppm)	2.0	2.0	2.0	0.0
W (ppm)	2.0	2.0	2.0	0.0
Y (ppm)	1.0	1.0	1.0	0.0
Zn (ppm)	3.0	3.0	3.0	0.0



- 119 -



- Il n'y a pas d'anomalies importantes sur aucun des sites étudiés (il pourrait cependant y avoir des anomalies ponctuelles).
- Il n'y a pas d'erreur systématique autre que la variabilité aléatoire d'un échantillon à l'autre reliée aux procédures d'échantillonnage.
- Les techniques statistiques conventionnelles s'appliquent parfaitement puisque la distribution des échantillons est aléatoire.

#### 3.4.2.4.2 Résultats

Les tableaux 3.5 et 3.6 présentent une compilation statistique de l'ensemble des mesures réalisées en 1985 sur les trois sites. Le tableau 3.5 se rapporte à l'horizon A alors que le tableau 3.6 donne les résultats de l'horizon B. On y retrouve la moyenne, l'écart type, les teneurs minimale et maximale ainsi qu'un seuil d'anomalie défini comme étant la moyenne plus 3 écarts-types.

Une zone sera dite anomalique uniquement si elle contient au moins deux valeurs contiguës supérieures au seuil d'anomalie ainsi défini. Cette procédure tient compte du niveau de bruit élevé que nous avons rencontré.

Il est important de noter que les statistiques de chacun des sites, pris individuellement, sont essentiellement identiques à celles de l'ensemble des échantillons des trois sites. De plus, ces statistiques sont très comparables à celles obtenues sur les mesures de contrôle provenant de l'échantillon subdivisé.

Tableau 3.5: Statistiques de base pour les 41 éléments analysés dans l'humus (horizon A) sur les trois sites étudiés

Élément	Moyenne	Écart type	Teneur minimum	Teneur maximum	Seuil d'anomalie
Ag (ppm)	.40	0.04	0.40	1.10	0.52
Al ( % )	.09	.07	0.02	0.35	0.30
As (ppm)	3.52	9.76	0.50	280.80	32.80
Au (ppb)	7.61	12.81	5.00	221.00	46.03
B (ppm)	4.00	0.00	4.00	4.00	N.D.
Ba (ppm)	3.93	9.35	1.00	187.00	31.99
Be (ppm)	2.00	0.00	2.00	2.00	N.D.
Ca ( % )	0.11	0.15	0.02	0.82	0.56
Cd (ppm)	0.73	0.55	0.02	0.45	2.38
Ce (ppm)	4.29	5.76	2.00	97.00	21.58
Co (ppm)	3.18	4.54	2.00	64.00	16.80
Cond (siem)	52.46	28.79	4.30	300.00	138.83
Cr (ppm)	1.03	0.27	1.00	8.00	1.84
Cu (ppm)	5.55	5.48	1.00	73.00	22.00
Eu (ppm)	0.16	0.14	0.10	1.50	0.58
F (ppm)	3.20	3.27	0.00	32.00	13.01
Fe ( % )	0.17	0.18	0.01	0.88	0.71
Hg (ppb)	115.19	56.19	10.00	350.00	283.76
K ( % )	0.02	0.01	0.02	0.09	0.04
La (ppm)	3.48	1.90	3.00	19.00	9.16
Li (ppm)	1.00	0.00	1.00	1.00	N.D.
Mg ( % )	0.02	0.02	0.01	0.16	0.08
Mn (ppm)	293.22	844.76	1.00	7678.00	2827.48
Mo (ppm)	3.00	0.03	3.00	4.00	3.10
Na ( % )	0.01	0.03	0.01	0.87	0.10
Ni (ppm)	3.85	9.86	1.00	270.00	33.43
P (ppm)	130.26	83.60	5.00	609.00	381.06
Pb (ppm)	15.77	15.62	2.00	109.00	62.63
PF ( % )	72.19	19.79	2.00	98.00	131.55
pH	3.90	0.80	2.31	6.58	6.29
S ( % )	0.05	0.10	0.00	0.63	0.35
Sc (ppm)	1.03	0.23	1.00	4.00	1.72
Sm (ppm)	1.15	0.57	1.00	7.00	2.86
Sr (ppm)	2.13	2.17	1.00	33.00	8.63
Th (ppm)	2.04	0.31	2.00	7.00	2.96
Ti ( % )	1.00	0.00	1.00	1.00	N.D.
U (ppm)	0.72	1.17	0.30	30.80	4.23
V (ppm)	2.44	1.40	2.00	20.00	6.63
W (ppm)	2.03	0.77	2.00	26.00	4.35
Y (ppm)	1.79	2.01	1.00	27.00	7.83
Zn (ppm)	66.31	315.48	3.00	7424.00	1012.76

Tableau 3.6: Statistiques de base pour les 41 éléments analysés dans l'horizon B sur les trois sites étudiés

Élément	Teneur minimum	Teneur maximum	Moyenne	Écart type	Seuil d'anomalie
Ag (ppm)	0.40	0.40	0.40	0.00	N.D.
Al ( % )	0.02	0.30	0.06	0.06	0.26
As (ppm)	0.50	287.60	3.89	18.35	58.94
Au (ppb)	5.00	41.00	6.78	5.26	22.56
B (ppm)	4.00	13.00	4.05	0.69	6.12
Ba (ppm)	1.00	31.00	2.32	4.77	16.63
Be (ppm)	2.00	2.00	2.00	0.00	N.D.
Ca ( % )	0.02	0.24	0.03	0.02	0.09
Cd (ppm)	0.20	1.00	0.21	0.07	0.42
Ce (ppm)	2.00	8.00	2.25	0.95	5.10
Co (ppm)	2.00	2.00	2.00	0.00	N.D.
Cond(siem)	2.10	66.40	11.89	9.62	40.75
Cr (ppm)	1.00	7.00	1.27	0.81	3.70
Cu (ppm)	1.00	6.00	1.41	0.88	4.05
Eu (ppm)	0.10	0.20	0.10	0.02	0.14
F (ppm)	0.00	4.50	0.43	0.84	2.95
Fe ( % )	0.01	0.41	0.07	0.09	0.35
Hg (ppb)	10.00	190.00	53.17	31.07	146.38
K ( % )	0.02	0.02	0.02	0.0	N.D.
La (ppm)	3.00	6.00	3.18	0.48	4.62
Li (ppm)	1.00	1.00	1.00	0.0	N.D.
Mg ( % )	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01
Mn (ppm)	1.00	142.00	7.13	15.41	53.36
Mo (ppm)	3.00	3.00	3.00	0.0	N.D.
Na ( % )	0.01	0.05	0.01	0.01	0.04
Ni (ppm)	1.00	5.00	1.03	0.32	1.99
P (ppm)	3.00	362.00	20.56	41.76	145.84
Pb (ppm)	2.00	40.00	3.08	3.14	12.50
PF ( % )	2.00	68.00	9.15	6.39	28.32
pH	2.95	6.20	4.20	0.56	5.88
S ( % )	0	0.15	0.02	0.02	0.08
Sc (ppm)	1.00	1.00	1.00	0.00	N.D.
Sm (ppm)	1.00	1.00	1.00	0.00	N.D.
Sr (ppm)	1.00	2.00	1.01	0.08	1.24
Th (ppm)	2.00	2.00	2.00	0.00	N.D.
Ti ( % )	0.01	0.01	0.01	0.00	N.D.
U (ppm)	0.30	1.50	0.72	0.24	1.44
V (ppm)	2.00	8.00	2.32	0.98	5.26
W (ppm)	2.00	3.00	2.02	0.15	2.47
Y (ppm)	1.00	2.00	1.02	0.13	1.41
Zn (ppm)	3.00	300.00	6.28	24.66	80.26



Nous sommes donc convaincus que ces tableaux représentent la variation statistique normale des mesures géochimiques prises dans cet environnement.

Les levés futurs devraient tenir compte de ce niveau de bruit élevé pour établir ce qu'est une anomalie. Le seuil anomalique de  $3\sigma$  au-dessus de la moyenne régionale est un minimum qui devrait être respecté dans tout autre levé. On ne peut pas raisonnablement se croire en présence d'anomalies avec des valeurs inférieures et ce, même si ces valeurs sont plus élevées que la moyenne du profil.

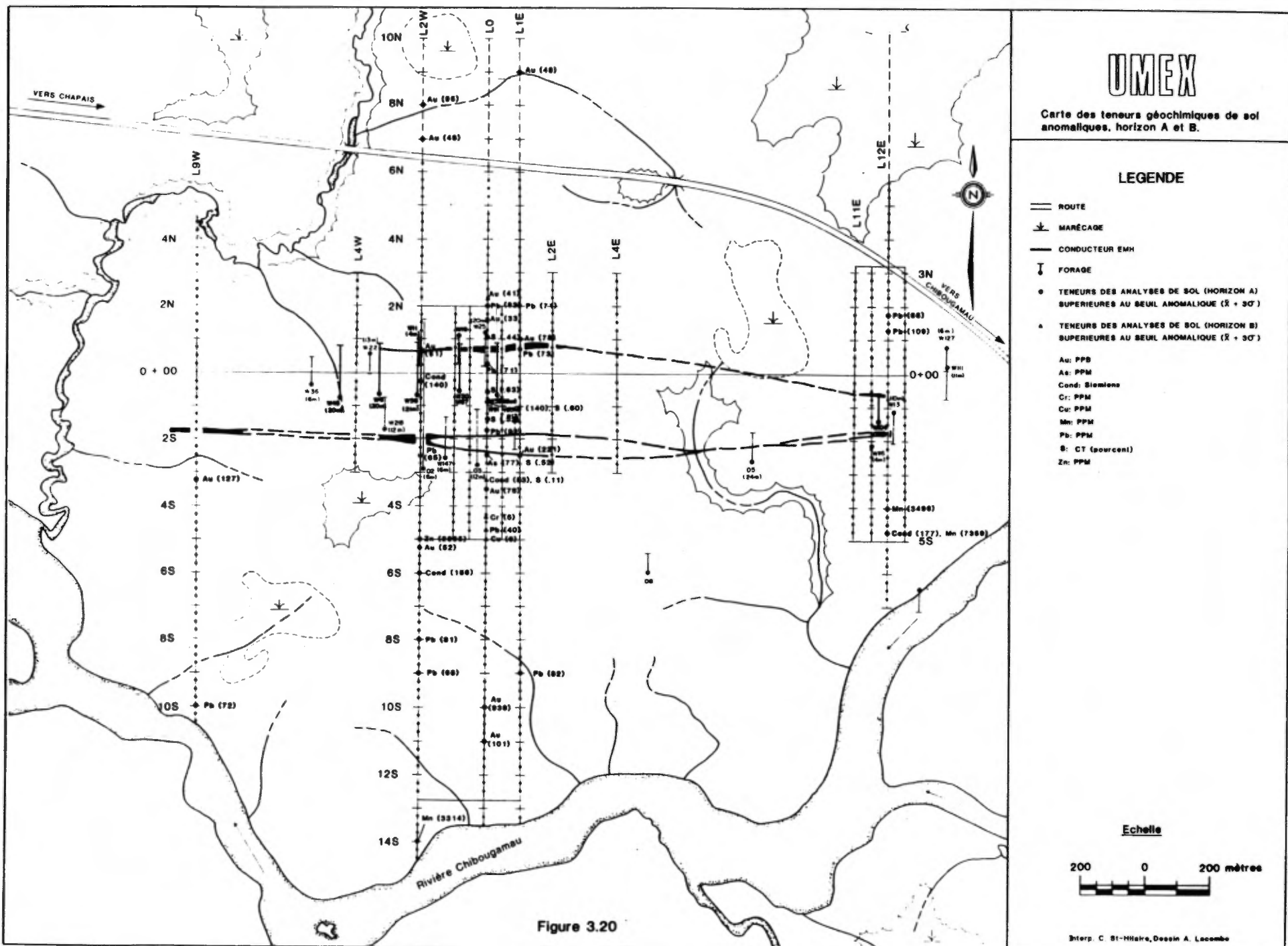
### Analyse détaillée des résultats

#### Umex

##### a) Horizon A

Malgré que quelques valeurs soient supérieures aux seuils anomaliques, ces valeurs ne sont jamais regroupées et ne constituent donc pas de véritables anomalies.

Nous n'avons pas obtenu de patron géochimique anomalique au-dessus du conducteur bien que quelques valeurs anomaliques puissent y être associées (figure 3.20). On remarque certaines valeurs de Pb et Au qui, au-dessus du conducteur nord (dépôt de cuivre et de zinc), dépassent le seuil anomalique. De même, quelques valeurs anomaliques en Au, As, Pb et S se retrouvent au-dessus du conducteur sud (sulfures stériles et graphite). On peut noter, en particulier, une teneur en or de 221 ppb à la station 2+50S de la ligne 1E ainsi qu'une teneur en zinc de 2965 ppm au point 5+00S de la ligne 2W.





b) Horizon\_B

Quelques éléments ont des teneurs anormales dans l'horizon B. Aux environs de la station 2N sur L0, on retrouve quelques points anormaux d'or (Au); également aux environs de la stations 5S, on retrouve Cu, Pb et Cr.

Caopatina

a) Horizon\_A

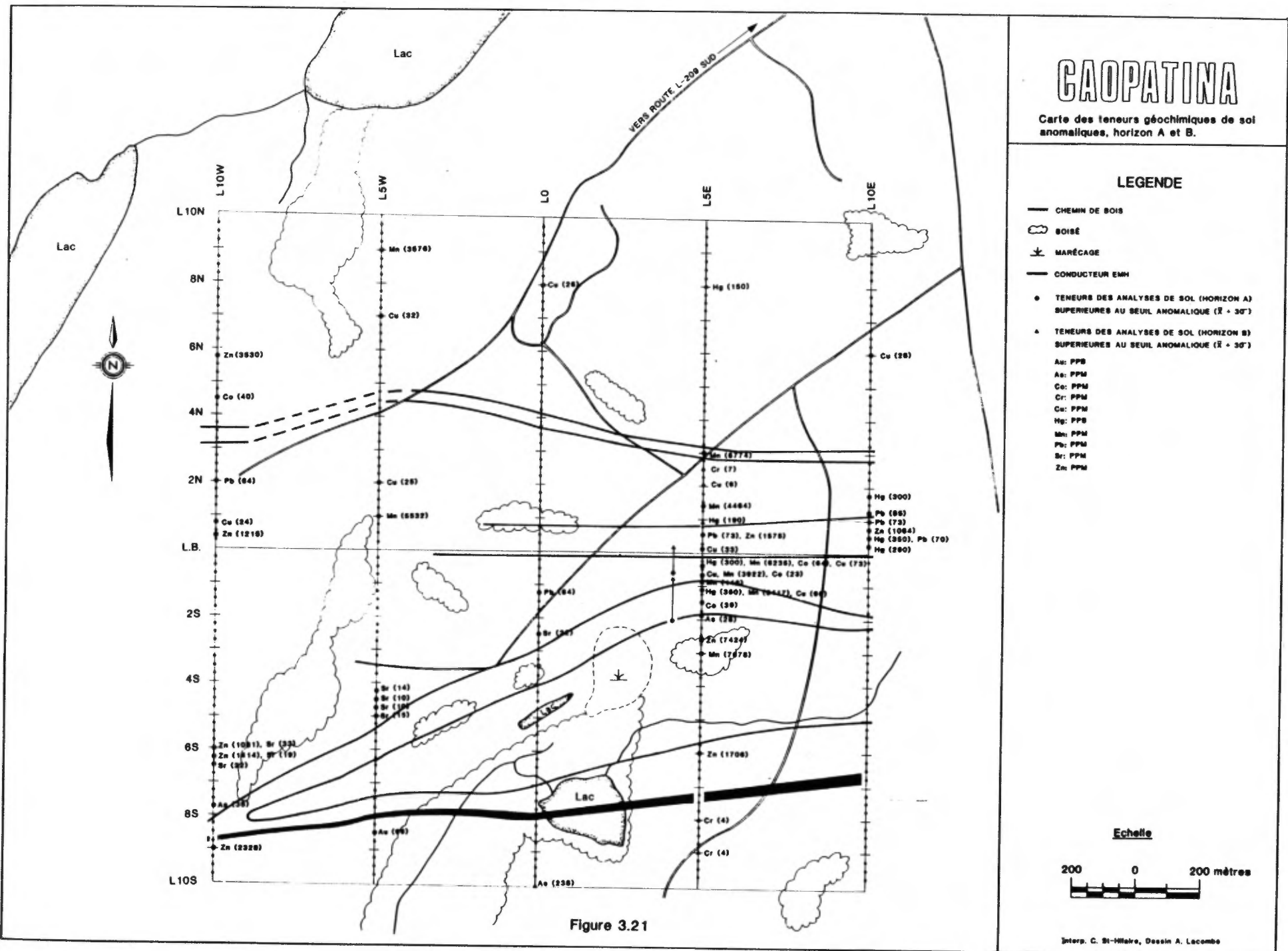
Une véritable anomalie se dessine sur plusieurs points consécutifs sur la ligne 5E un peu au sud de la ligne de base (figure 3.21). On observe, au voisinage des stations 0+25S à 0+50S des teneurs, de 73 ppm de Cu, 300 ppb de Hg et 6235 ppm de Mn. De plus, il y a une teneur en As de 28 ppm à 1+85S ainsi qu'une teneur Zn de 7424 ppm à 2+65S.

Cette anomalie est associée à un conducteur déjà foré (Simoneau, 1978) dans lequel on avait répertorié des indices de cuivre et d'or.

Aucune autre réponse géochimique ne peut être associée aux autres conducteurs, présumés graphitiques, de ce périmètre.

b) Horizon\_B

On retrouve des teneurs anormales en certains éléments dispersées le long de la ligne 5E. Près de la station 2+25N, on retrouve des teneurs en Cr (7 ppm) et en Cu (6 ppm). Aucune zone anormale n'a cependant été observée sur ce site.



Richardson

a) Horizon\_A

Seules deux petites zones avec quelques éléments anomaux ressortent sur ce site (figure 3.22). On observe des teneurs anomaux en Ni (270 ppm), Cu, Hg et Au sur la ligne 52E au voisinage du conducteur (1+25N). L'autre zone anormale, sur la même ligne, se trouve à la station 2+30S. On y remarque surtout une concentration en or (135 ppb) et mercure (300 ppb) avec des traces de soufre et de manganèse.

Les résultats de la campagne 1985 ne concordent pas avec ceux de la campagne 1983. L'anomalie la plus au nord mentionnée ci-haut n'a pas été repérée en 1983, ce qui s'explique toutefois par la densité d'échantillonnage fortement accrue en 1985. Tant qu'à la zone au sud, elle n'a pas été échantillonnée en 1983.

De même, les deux méthodes de mise en solution utilisées, acides forts en 1983 et acides faibles en 1985, ont donné des valeurs moyennes différentes. Comme on peut s'y attendre, l'attaque aux acides forts donne, en général, des teneurs plus fortes.

b) Horizon\_B

Aux environs de IN, nous retrouvons quelques éléments à teneurs anormales dont le Cu (5 ppm), le Zn (105 ppm), Hg (165 ppb) et le S (15%). Ces teneurs anormales se regroupent avec celles rencontrées dans l'horizon A pour certains éléments.



### 3.4.2.4.3 Analyse statistique

L'ensemble des résultats géochimiques de la campagne 1985 a aussi été soumise à une analyse statistique poussée par Denis Marcotte de notre section géostatistique. Les résultats font l'objet des paragraphes suivants.

#### 3.4.2.4.3.1 Variogrammes

Le variogramme est un outil statistique qui quantifie la continuité spatiale d'un ensemble de mesure. Le variogramme consiste en un graphique de la moyenne des différences au carré en fonction de la distance entre les échantillons.

Les figures 3.23 et 3.24 présentent quelques variogrammes représentatifs. Pour plusieurs éléments, la portée, ou continuité spatiale, s'exprime sur plusieurs dizaines de mètres, comme en fait foi la liste suivante:

Fe: 60 m	Ca: 40 m
Mn: 60 m	Co: 40 m
Ni: 60 m	Sr: 40 m
As: 50 m	Zn: 10 m

D'autre part, les composantes erratiques, bruit et effet de pépite, des variogrammes varient sensiblement en fonction des éléments:

<u>Comp. erratiques</u>	<u>Éléments</u>
0-30%	Ca, Fe, Zn, Mn
30-50%	Al, Ba, Ni, Pb, Sr, As
50-80%	Co, Cu, P, Hg, U
80-100%	Mg, Au

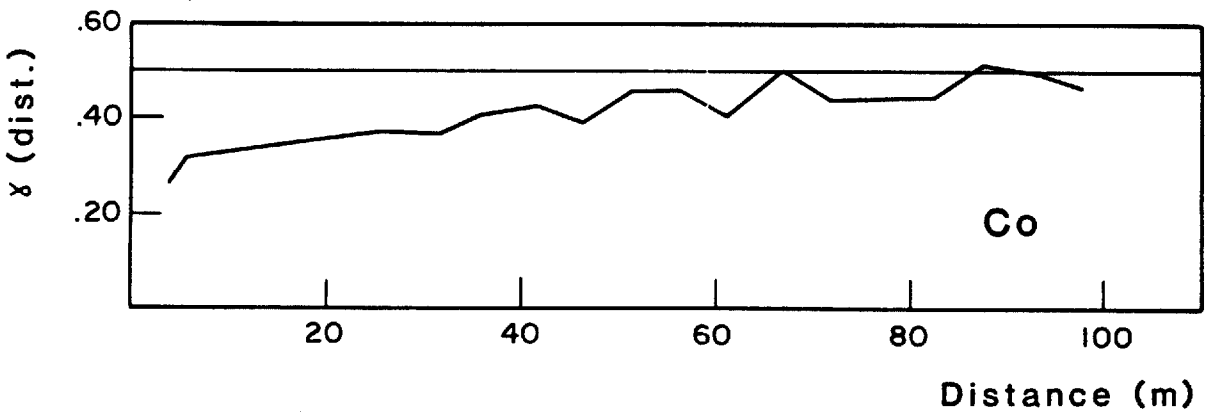
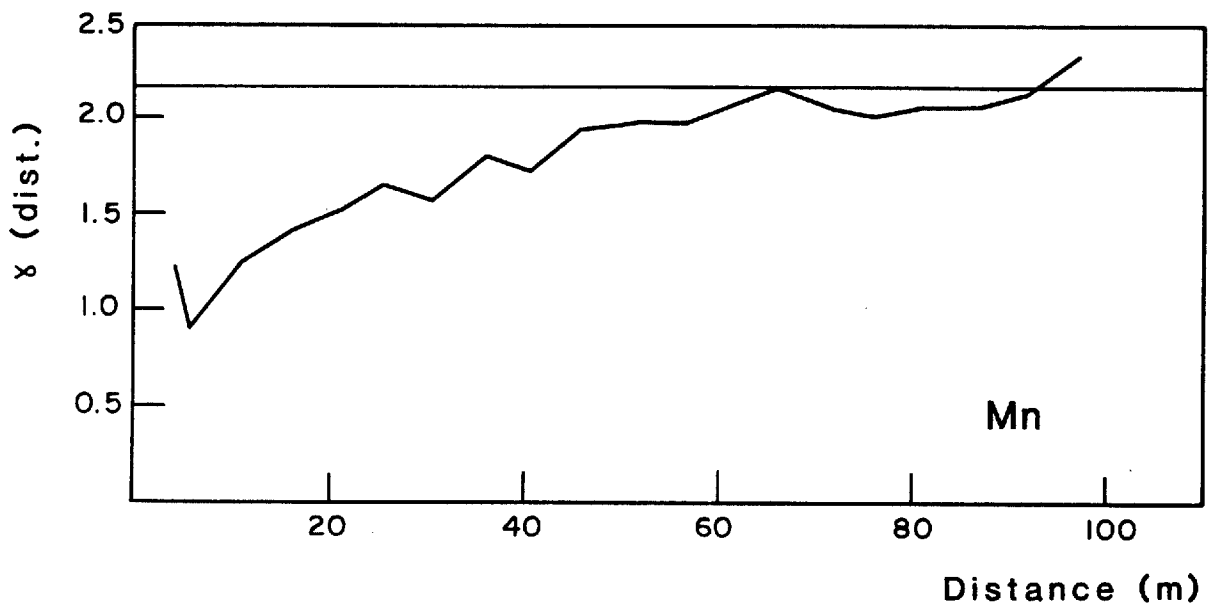
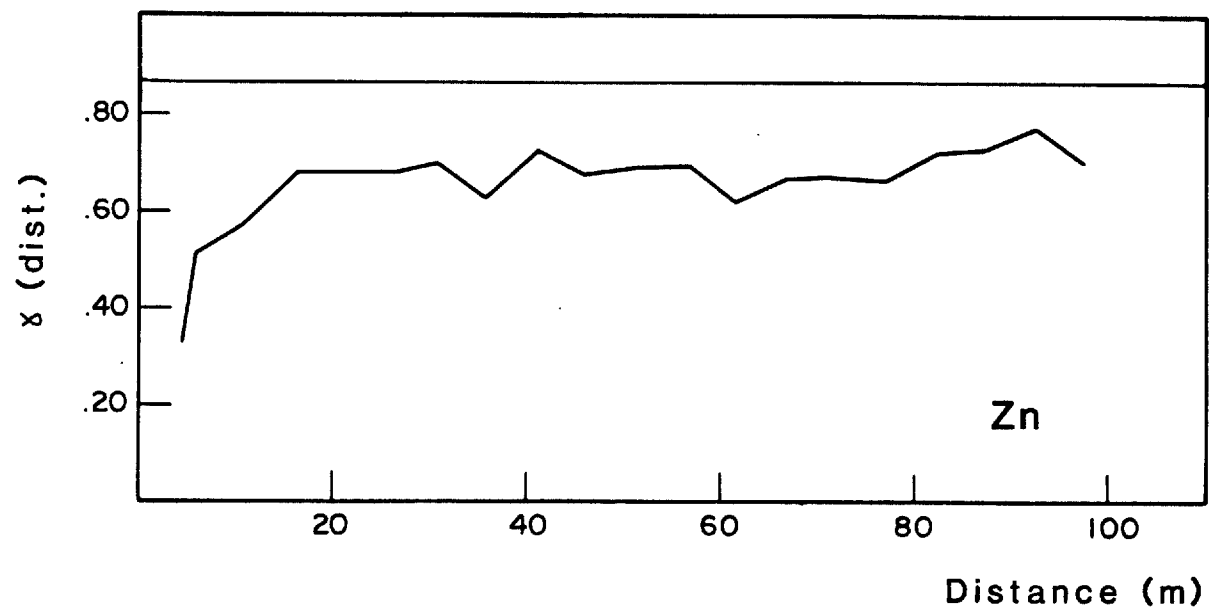


Figure 3.23 Variogrammes du Zn, Mn, Co



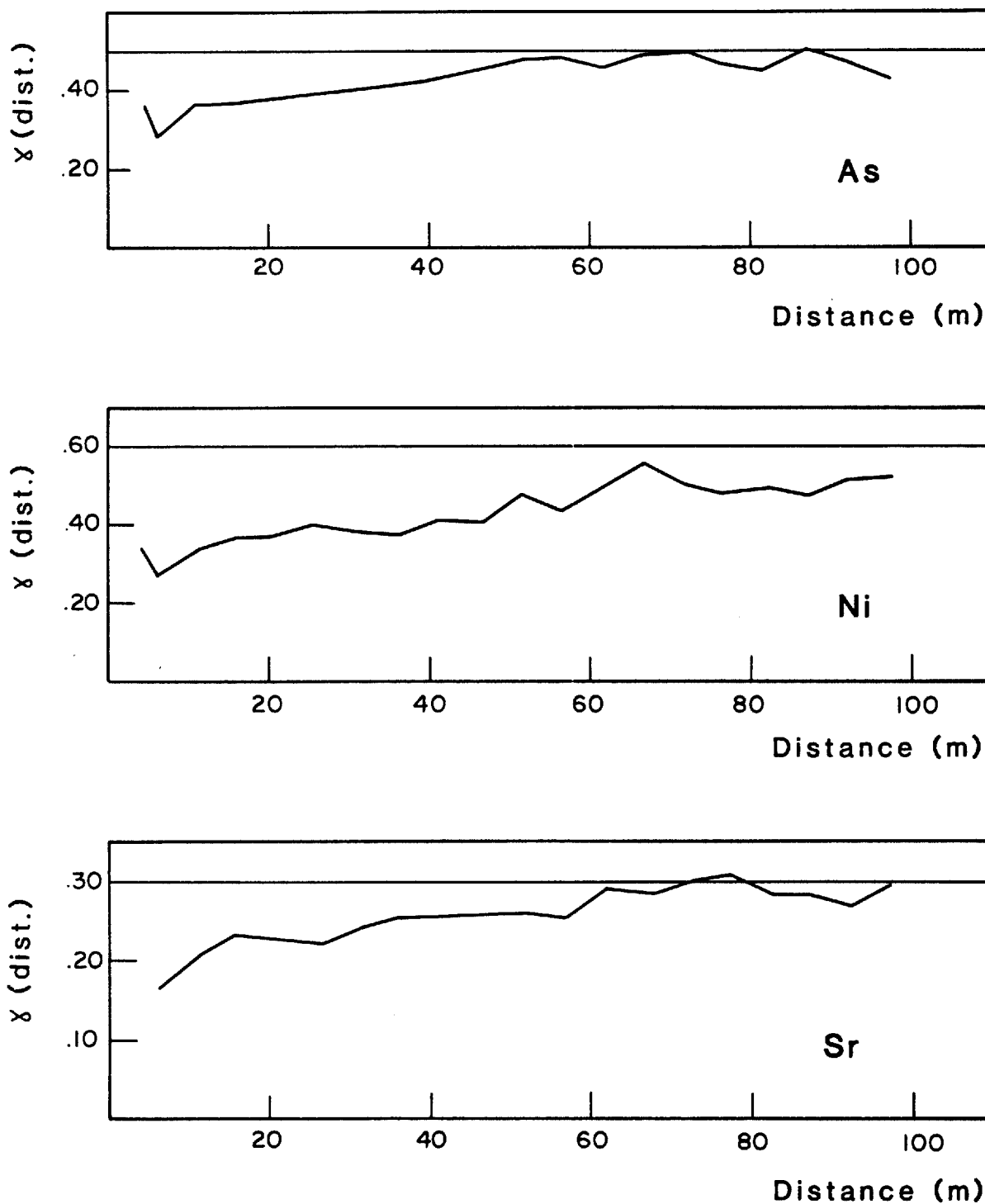


Figure 3.24 -Variogrammes de As, Ni, Sr



Les portées évaluées ici montrent que l'échantillonnage aux 5 mètres est amplement suffisant. Les problèmes proviennent clairement du bruit ou de la variabilité naturelle des mesures.

#### 3.4.2.4.3.2 Analyse discriminante

L'analyse discriminante est une technique qui permet de distinguer statistiquement deux groupes de données. Le but de l'exercice était tout d'abord de voir s'il existe une signature géochimique commune aux conducteurs. On essayait aussi de distinguer les différents conducteurs entre eux.

Dans un premier temps, les sites Umex et Richardson ont été considérés individuellement afin de tenter de distinguer les conducteurs. Seules les lignes échantillonnées au 5 mètres ont été considérées (Umex: L0, Richardson: L52).

L'équation discriminante formée à partir des observations réalisées au-dessus du gisement Umex (conducteur nord) ne permet pas de reconnaître ni le conducteur sud de ce même site, ni le conducteur de Richardson. Malheureusement, les observations sont trop peu nombreuses pour obtenir une évaluation robuste.

Les deux conducteurs stériles au sud du site peuvent toutefois être reconnus. Malgré la faible épaisseur de mort-terrain, il n'est pas possible de distinguer la signature géochimique du conducteur de Richardson.

Dans un deuxième temps, les données provenant de Umex et de Richardson ont été analysées conjointement. Ce travail montre qu'il est possible de distinguer les conducteurs mais ce, seulement, avec des efforts considérables.



Plusieurs essais ont permis d'établir une équation qui fournissait à la fois des anomalies pour les conducteurs sud de Umex et pour le conducteur Richardson:

$$\text{SCORE} = -3.65 + 1.10 * \ln \text{As} - 0.5 * \ln \text{Ni} + 1.39 * \ln \text{Sr}$$

Cette équation donne 85% d'échantillons bien classés, ce qui est raisonnable sans être excellent.

Le variogramme (figure 3.25) de la variable synthétique score est très continu (portée de 80 m) et montre une faible composante erratique, de l'ordre de 25%.

Le profil de la variable score sur la ligne L0 du site Umex est présenté à la figure 3.26. On y observe effectivement des valeurs supérieures à la moyenne au-dessus du conducteur sud mais de telles valeurs se retrouvent aussi loin des conducteurs comme en 0+60S. Rien ne permet de distinguer le gisement en 0+75N.

La même équation appliquée au profil géochimique de Caopatina (figure 3.27) montre une anomalie distincte immédiatement au sud du conducteur situé à 1+85S. Les autres conducteurs ne sont pas reconnus.

Il est intéressant de noter que l'anomalie se retrouve au voisinage de l'endroit où des forages ont déjà montré quelques teneurs intéressantes en cuivre, zinc et or.

Finalement, le profil de Richardson (figure 3.28) montre que, bien que les mesures situées au-dessus du conducteur soient supérieures à la moyenne, il est virtuellement impossible de le reconnaître. On considère qu'il y a une anomalie à cause du regroupement de plusieurs valeurs élevées. Par contre, une autre zone anomalique se trouve au voisinage de 0+50S, en l'absence de tout conducteur.

- 134 -

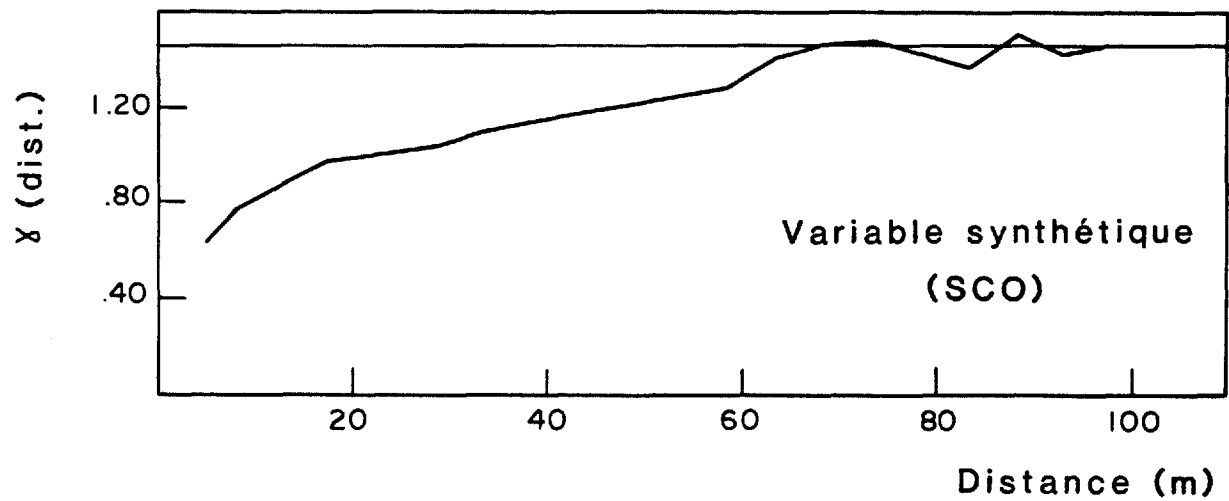


Figure 3.25 -Variogramme de la variable synthétique  
( $SCO = -3.65 + 1.10 \ln As - 0.5 \ln Ni + 1.39 \ln Sr$ )

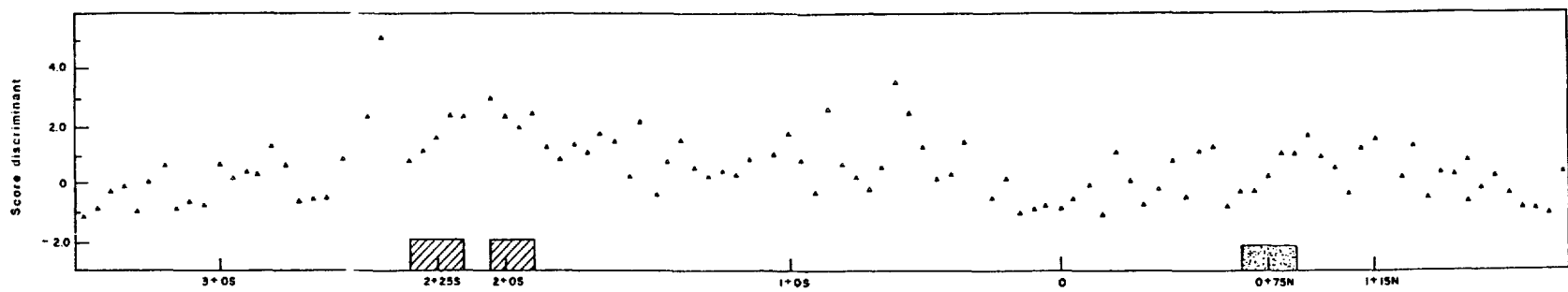


Fig. 3.26 - Profil du score discriminant, site Umex LO

- ▨ Conducteur sulfureux (Cu, Zn, Pb)
- ▩ Conducteur graphitique et/ou sulfures disséminés

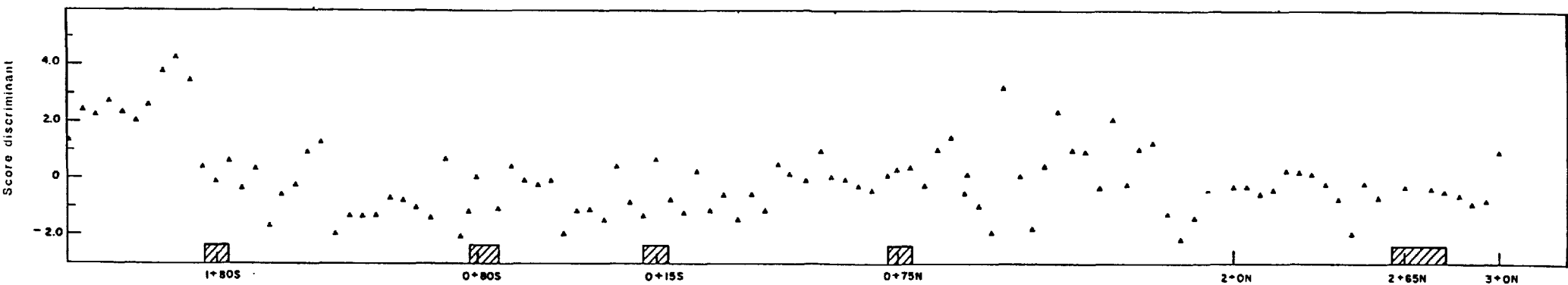
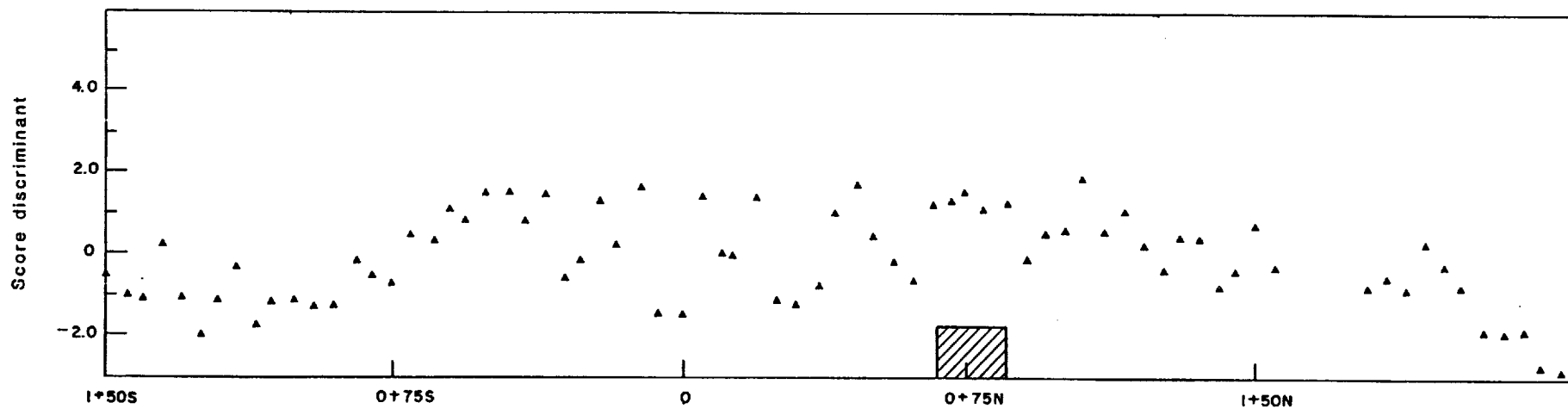


Fig. 3.27 - Profil du score discriminant, site Caopatina L5E

▨ Conducteur graphitique





Comme dernière épreuve, nous avons appliqué l'équation discriminante à toutes les lignes disponibles sur chacun des sites. Les figures 3.29 à 3.33 présentent ces résultats.

Malheureusement, les résultats sont très négatifs. Aucun conducteur ne ressort clairement et rien n'est cohérent d'une ligne à l'autre.

Une forte anomalie de score apparaît sur la ligne 55E de Richardson à environ 150 m au nord du conducteur (figure 3.29). Une zone appauvrie se situe entre cette anomalie et le conducteur. Cette anomalie pourrait provenir du conducteur ayant été déplacée spatialement par l'effet de la topographie. Elle pourrait aussi être uniquement un effet du bruit de mesure qui ne paraîtrait pas parce que l'intervalle d'échantillonnage est trop grand.

À Caopatina, les conducteurs graphitiques présentent un score faible. Les très fortes valeurs des figures 3.30 et 3.31 correspondent à des zones marécageuses.

Les profils obtenus sur Umex (figures 3.32 et 3.33) ne permettent pas de reconnaître quoi que ce soit. Ils sont parfaitement représentatifs d'une distribution aléatoire des mesures.

#### 3.4.2.4.4 Conclusions

Les résultats de la géochimie de sol sont décevants. Ils sont dominés par le bruit ou, si on veut, par les variations aléatoires entre les mesures.



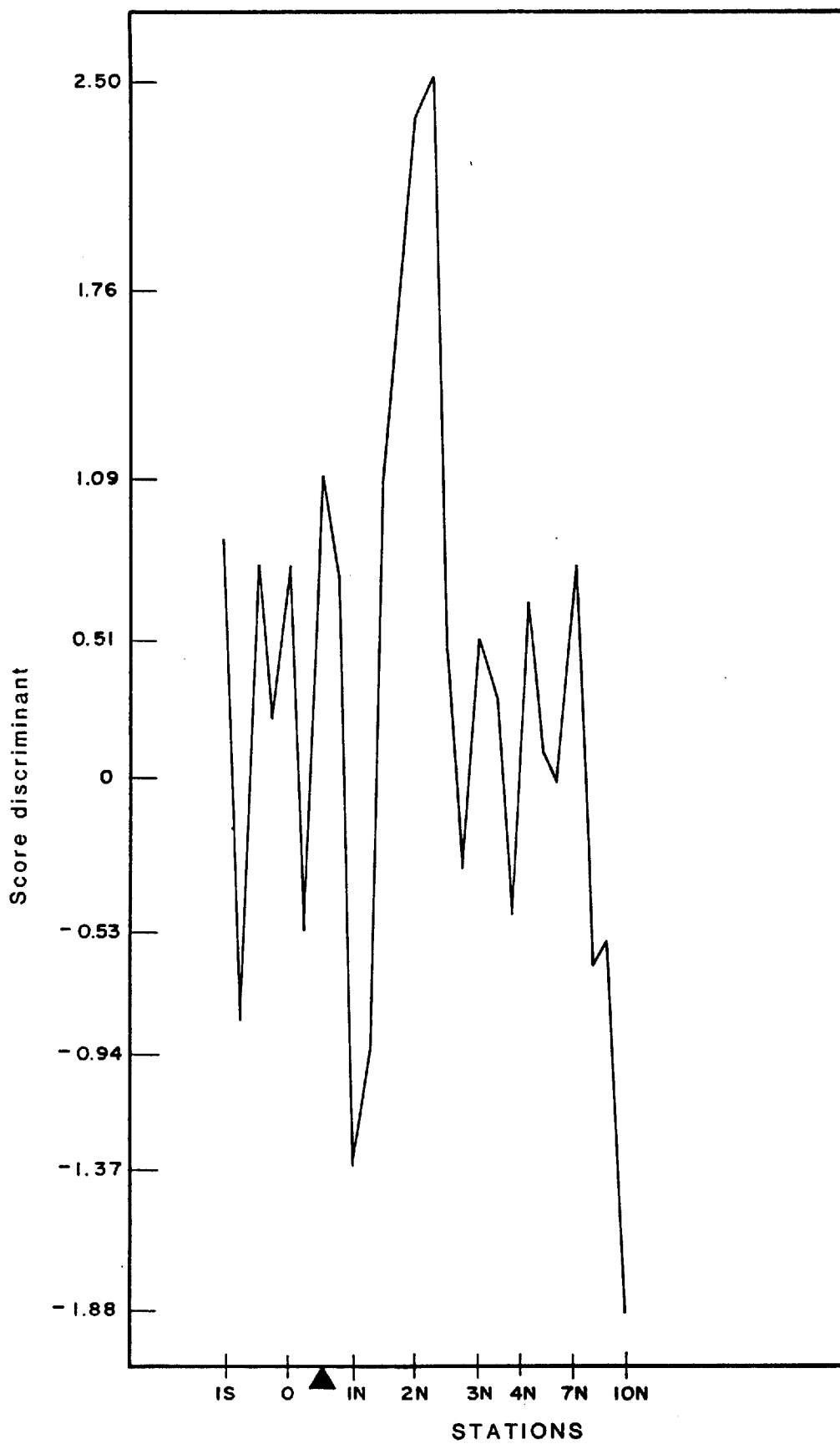


Fig. 3.29 - Profil du score discriminant, site Richardson L55E

▲ Conducteur graphitique et/ou sulfures disséminés

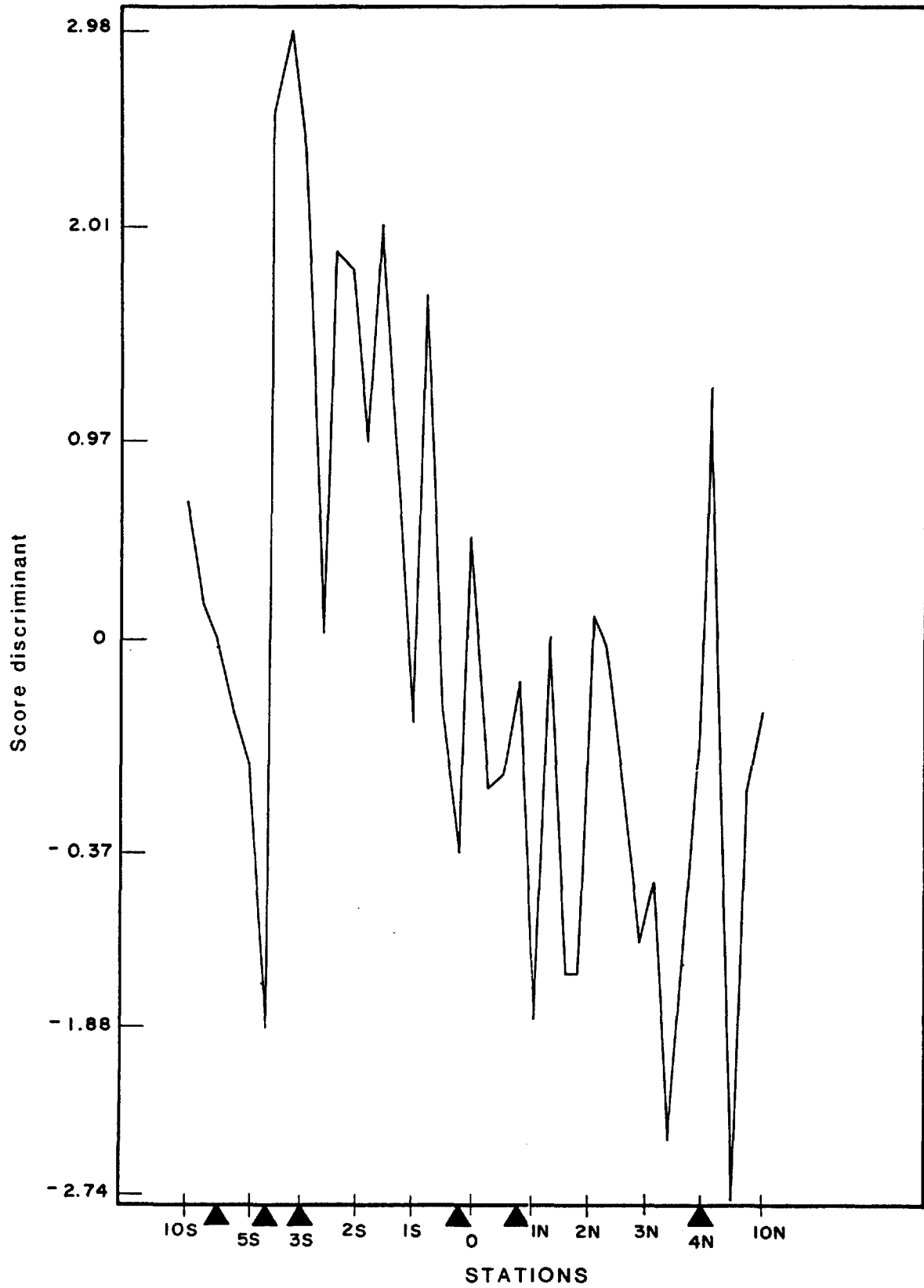


Fig. 3.30 - Profil du score discriminant, site Caopatina LO

▲ Conducteur graphitique

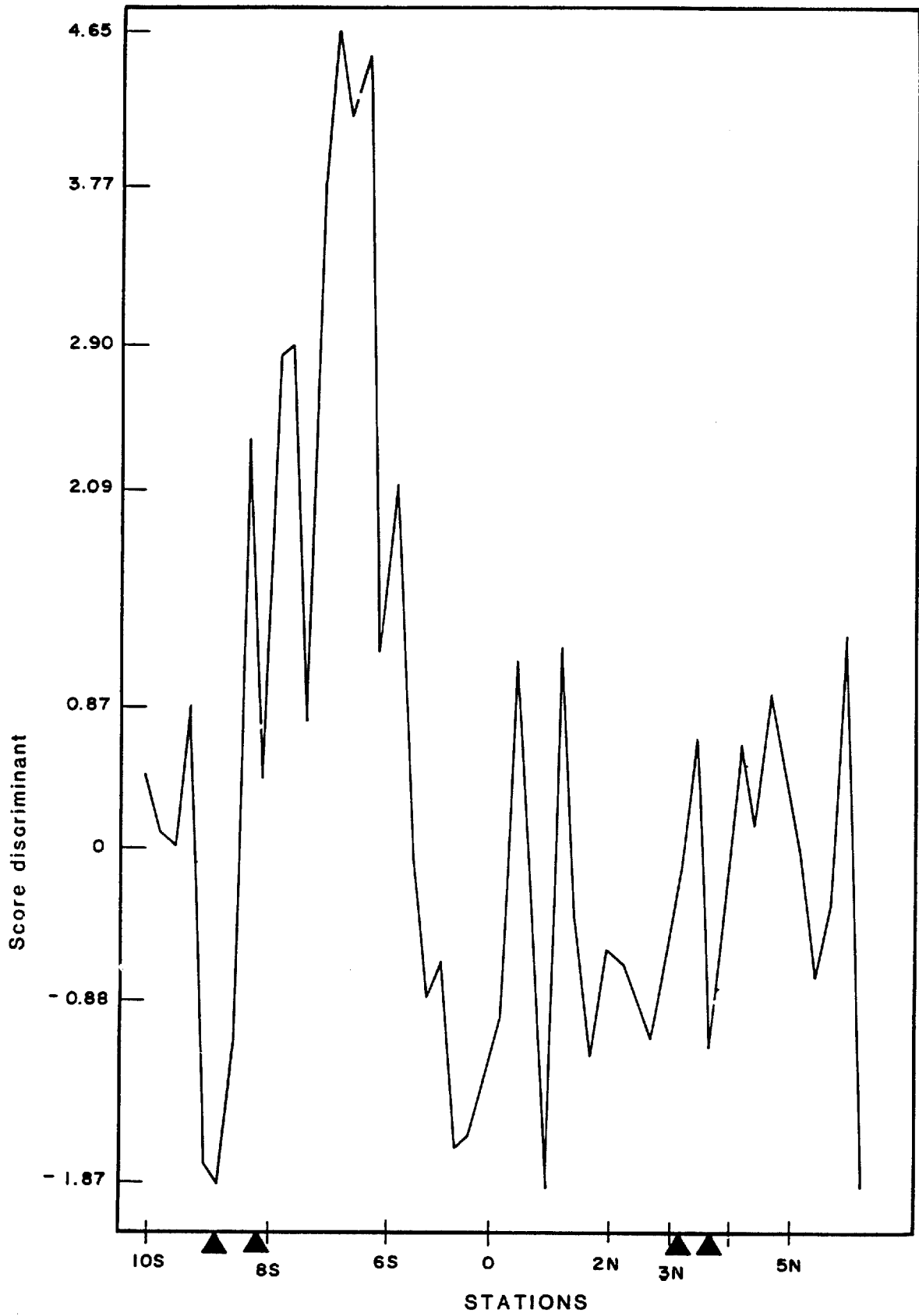


Fig. 3.31 Profil du score discriminant, site Caopatina L10W

▲ Conducteur graphitique

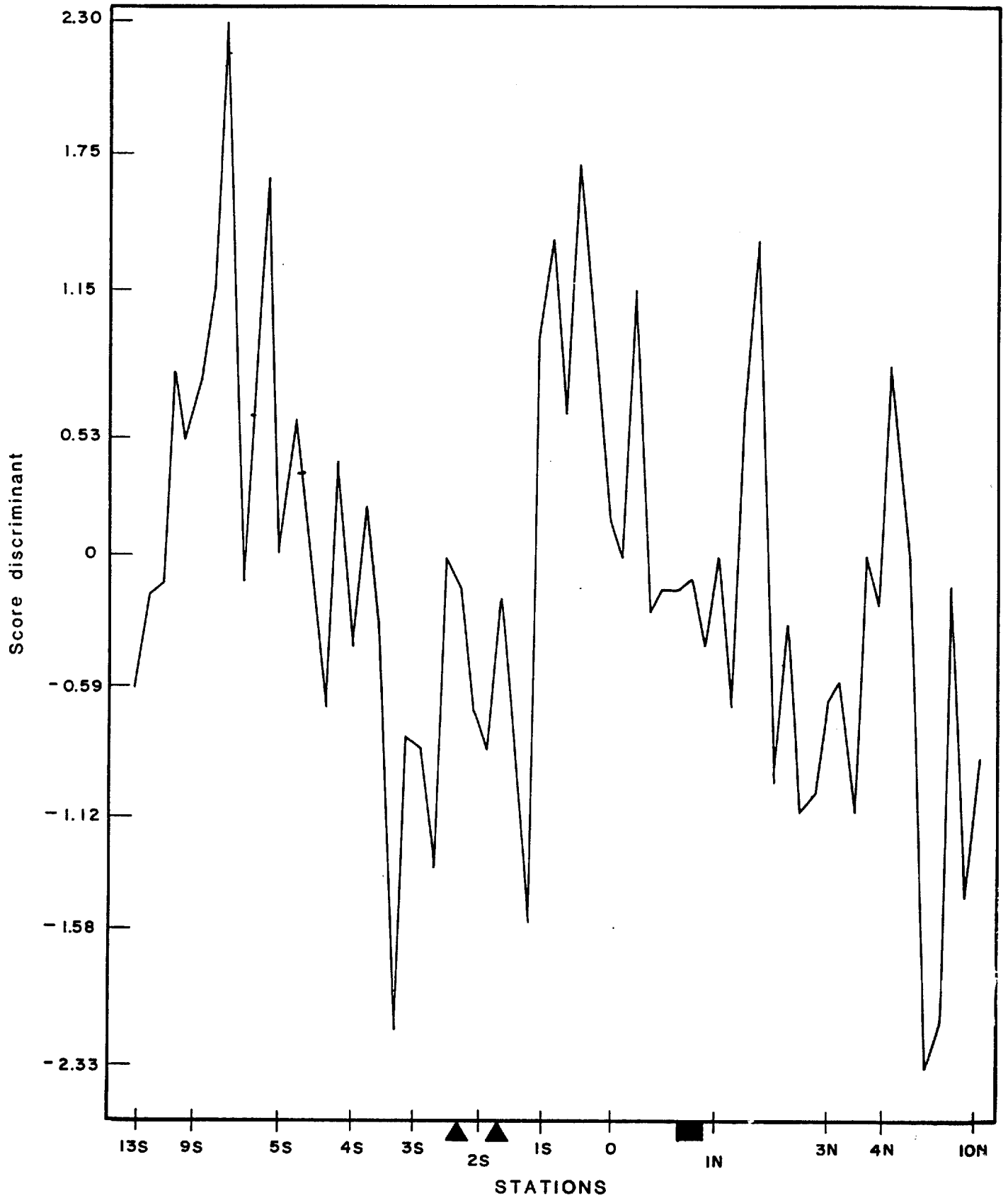


Fig. 3.32 - Profil du score discriminant, site Umex L2W

- Conducteur sulfureux
- ▲ Conducteur graphitique et/ou sulfures disséminés

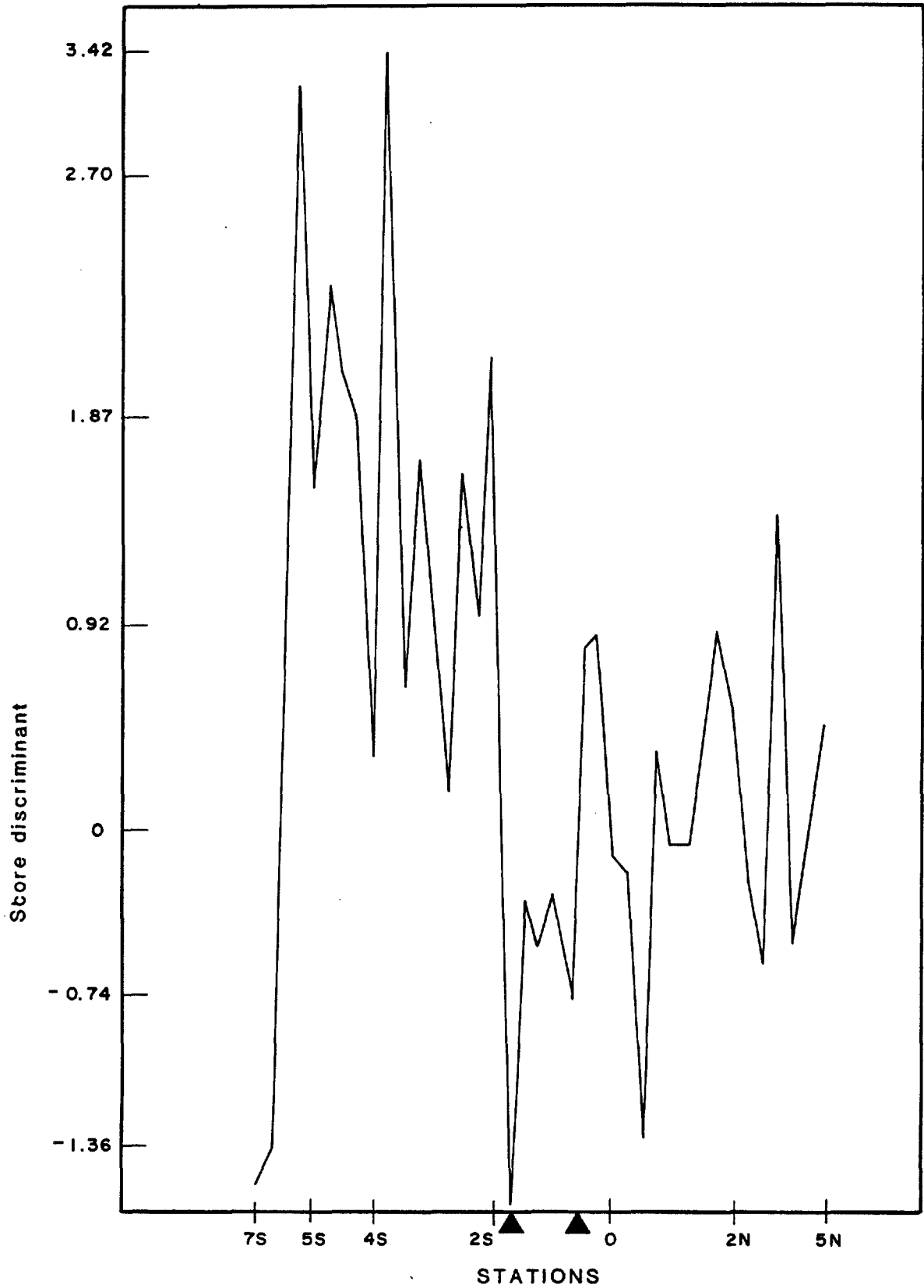


Fig. 3.33 - Profil du score discriminant, site Umex L12E

▲ Conducteur graphitique et/ou sulfures disséminés

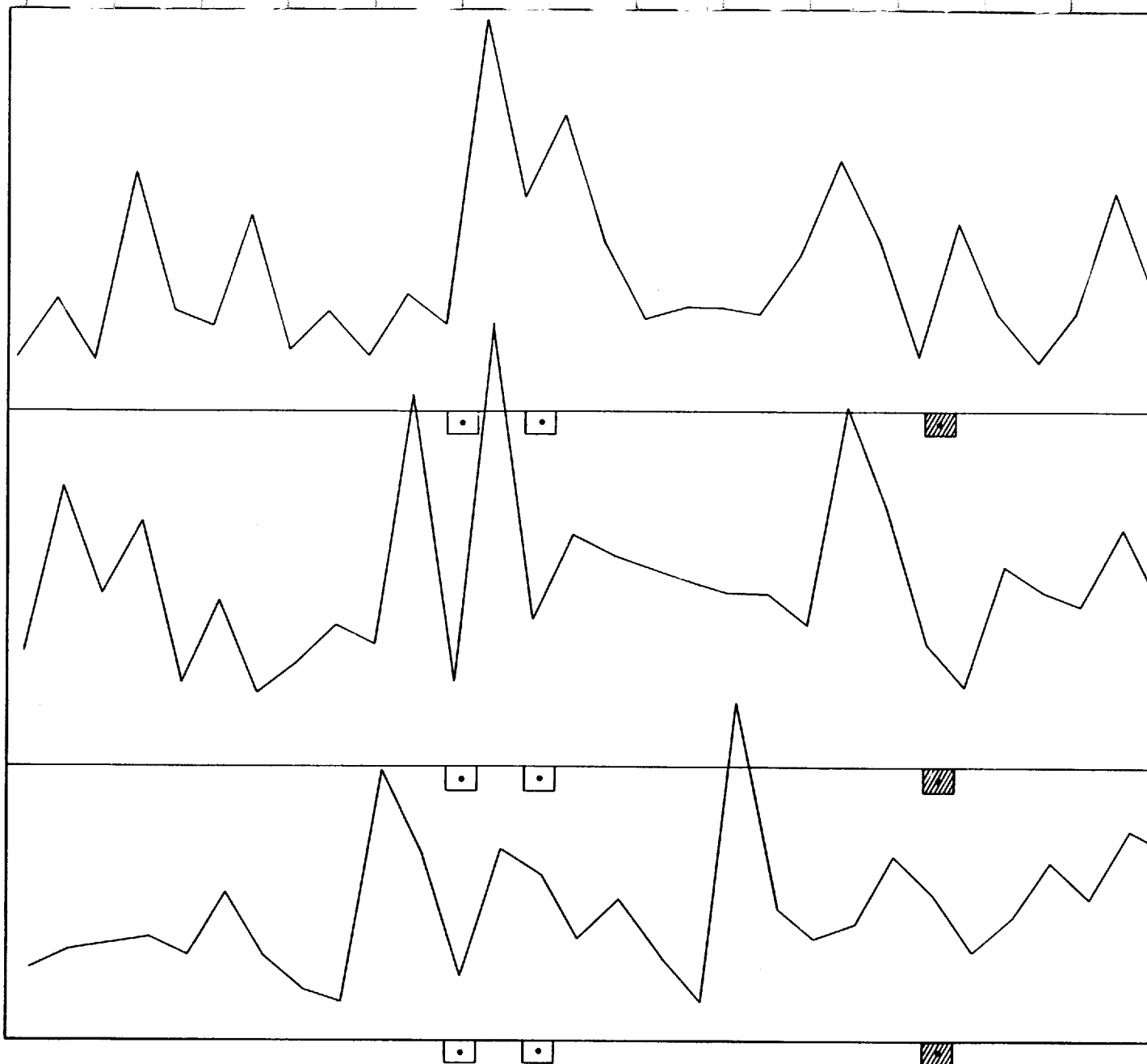


Le niveau de bruit est comme on l'a vu, beaucoup plus élevé que ce qu'on supposait généralement. Il est par contre essentiellement constant dans la région comme le montrent les statistiques presque identiques qu'on obtient quelle que soit la provenance des échantillons: ensemble de tous les échantillons, site expérimental pris individuellement ou échantillon de contrôle subdivisé.

Le fait que le bruit observé dans le groupe d'échantillons de contrôle, provenant du même prélèvement, soit identique à celui qu'on observe sur les lignes de levé démontre que ce bruit est intrinsèque à la méthode. Il ne dépend pas de l'aspect spatial de l'échantillonnage. Il est composé de l'ensemble des erreurs de la méthode analytique additionné à la variabilité naturelle de l'échantillon. Bien que ceci reste à démontrer, nous croyons que, malheureusement, le dernier élément est le plus important.

Le suréchantillonnage que nous avons pratiqué permet de s'assurer de la fiabilité des mesures. On doit particulièrement se méfier, en présence de tels niveaux de bruit, d'anomalies observées sur des profils échantillonnés de manière plus conventionnelle. Pour démontrer le point, nous pouvons considérer les profils de la figure 3.34, réalisés à partir de la ligne L0 de Umex en ne présentant que des échantillons au 25 mètres mais en démarrant chaque profil avec un décalage de 5 mètres. Il est intéressant de voir comment les "anomalies" apparaissent et disparaissent.

On ne doit donc considérer comme étant une anomalie qu'un groupe de valeurs contiguës sensiblement plus fortes que les seuils anomaliques définis pour la région et non pour le terrain étudié. Les valeurs des tableaux 3.5 et 3.6 sont sans doute une bonne base de départ pour la région de Chibougamau.



- 145 -

**Figure 3.34** - Profils géochimiques générés aux 25 mètres avec des points de départ différents (décalés aux 5 mètres)

Site Umex; L0 Variable: ZINC

◻• sulfures disséminés et/ou graphite

▨ sulfures massifs



Il est apparu qu'il y a excessivement peu d'anomalies qui répondent à ces critères et ce même quand la couverture est excessivement faible.

On peut contester la méthode d'analyse par attaque aux acides faibles que nous avons employée et avancer que les résultats seraient totalement différents avec une attaque aux acides forts.

Bien que nous ne pouvons évidemment pas l'affirmer formellement, nous croyons que les résultats seraient, bien sûr, différents mais ne seraient pas plus intéressants. L'attaque aux acides forts ajouterait la contribution des grains minéralisés présents dans le sol et déplacés par les phénomènes glaciaires. Nous croyons que cette composante, qui ne peut provenir de corps sous-jacents à moins que la cible soit presque affleurante, ne ferait que perturber encore plus la situation. Évidemment on aurait une forte anomalie, comme à Richardson en 1983, immédiatement au-dessus de conducteurs sub-affleurants mais ceci n'a aucun intérêt puisque d'autres méthodes plus économiques permettent d'obtenir les résultats désirés.

Nous ne contestons pas l'intérêt de la géochimie des sols comme outil d'exploration régional mais nous sommes obligés de conclure que cette méthode n'est pas une technique efficace d'exploration de détail dans la région de Chibougamau et ce, en particulier, en ce qui concerne l'évaluation des grands axes conducteurs.

Les résultats aléatoires de cette méthode, même si on emploie des techniques d'analyse sophistiquées comme l'analyse discriminante, joints aux coûts très élevés de sa mise en application, en font malheureusement une technique sans intérêt dans le contexte qui nous occupe.





### 3.4.3 Géochimie de roches

Comme nous l'avons vu à la section 2.4.3.3, une étude litho-géochimique du terrain Richardson a servi à tirer des conclusions importantes sur la pétrologie et la géochimie des roches des formations stratigraphiques de la région.

Toutefois, elle n'a pas permis de définir des zones d'altération hydrothermale qui soient utiles pour la prospection à l'échelle régionale.

## 3.5 Levés expérimentaux

### 3.5.1 Généralités

Nous avons regroupé sous le vocable "levés expérimentaux" quelques techniques géophysiques et géochimiques qui, bien que n'étant pas utilisées de manière courante au Québec pour l'exploration minière, nous semblaient avoir un potentiel intéressant. L'UTEM, le cadre vertical multifréquence, la polarisation spontanée et les mesures de pH et de la conductivité des sels constituent cet ensemble.

Nous devons aussi mentionner que 10 sondages magnétotelluriques ont été effectués en 1983 sur le site expérimental du canton de Richardson. Comme ces sondages n'ont que peu d'intérêt pour l'exploration minière et que leur interprétation n'a toujours pas été complétée, nous n'en ferons pas mention ici. L'interprétation de la géologie profonde qui sera tirée de ces sondages fera l'objet d'une publication future.



CDT  
Centre de  
Développement  
Technologique  
École Polytechnique  
de Montréal

- 148 -

### 3.5.2 Levé UTEM

Il nous est apparu, dès le début, que le problème d'exploration auquel nous nous attaquons, c'est-à-dire la localisation d'un gisement minéralisé associé au grand axe conducteur pouvait, du moins en théorie, être résolu par un levé électromagnétique. En effet, toute augmentation de la masse de minéralisation est nécessairement associée à une augmentation locale de la conductance de l'axe conducteur. Un levé électromagnétique capable de distinguer cette anomalie de conductance, le long de l'axe, permettrait donc d'identifier les gisements éventuels.

L'essai de l'UTEM III (University of Toronto Electro Magnetic), fabriqué par Lamontagne Geophysics Ltd. a été entrepris dans ce but. Cet appareil a été choisi parce qu'il était, parmi les systèmes électromagnétiques disponibles, celui qui nous apparaissait le plus performant. Sa fréquence d'opération particulièrement basse, normalement de 31 Hz, mais que nous avons pu abaisser jusqu'à 7.7 Hz constitue un avantage intéressant dans ce contexte.

Étant donné la connaissance restreinte de l'UTEM dans le milieu des sciences de la terre, nous rappellerons ici les principes de fonctionnement de cette méthode. Le lecteur qui désire de plus amples détails pourra se référer à Labrecque (1984) ou à Lamontagne (1975).

L'UTEM emploie un émetteur fixe, constitué d'une grande boucle déposée sur le sol dans lequel circule un courant alternatif de forme triangulaire produit par une source de courant alimentée par une génératrice à essence. Un récepteur mobile, qui se déplace sur un réseau de lignes situé à l'extérieur de la boucle émettrice (figure 3.35). La présence de conducteurs arrondit les coins de l'onde carrée. L'appareil affiche l'amplitude de ces distorsions dans 10 fenêtres divisant logarithmiquement la durée de l'impulsion émise (figure 3.36).

CONFIGURATION D'UN RELEVÉ UTEM

La mesure standard est:  $H_z$

Les mesures supplémentaires sont:  $H_x, H_y, E_x, E_y$

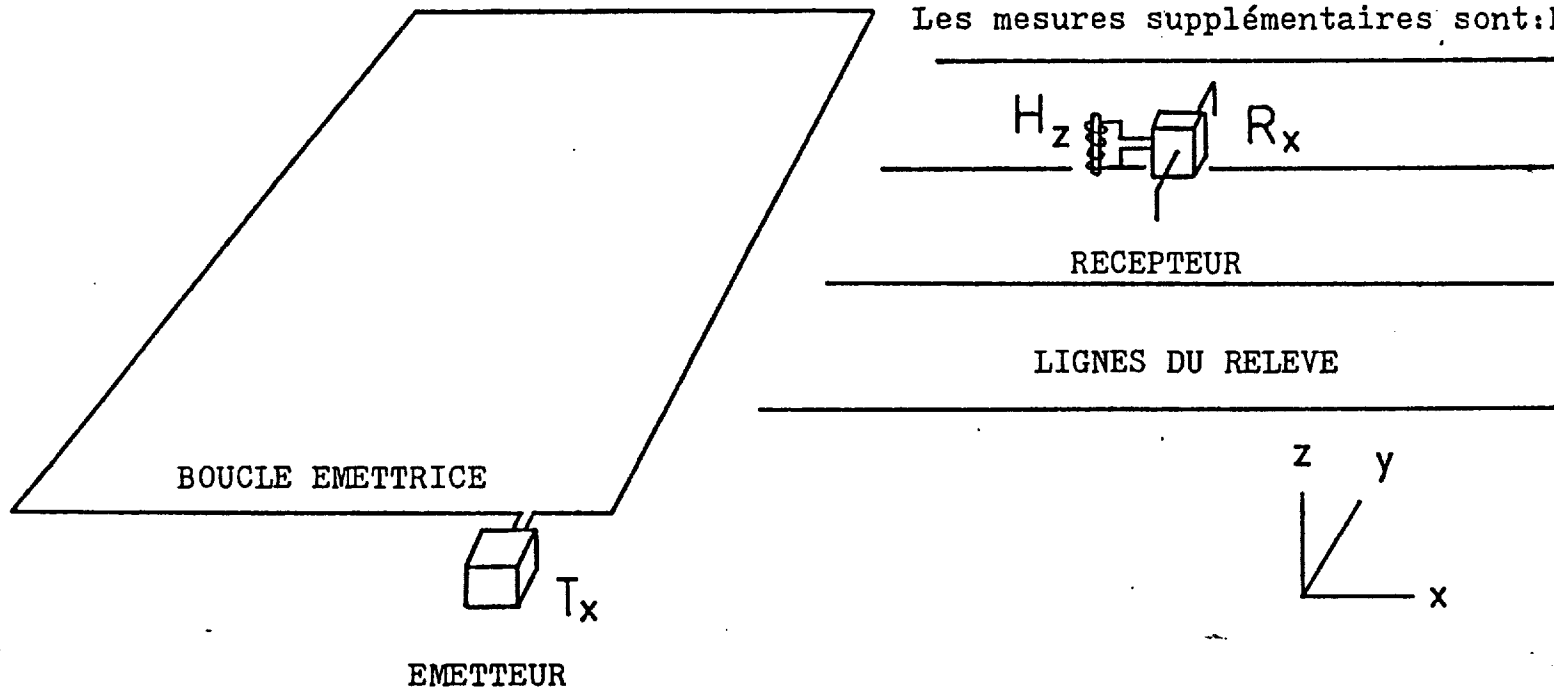


FIGURE 3.35

Configuration géométrique schématique d'un relevé UTEM.

## FORMES D'ONDES UTEM

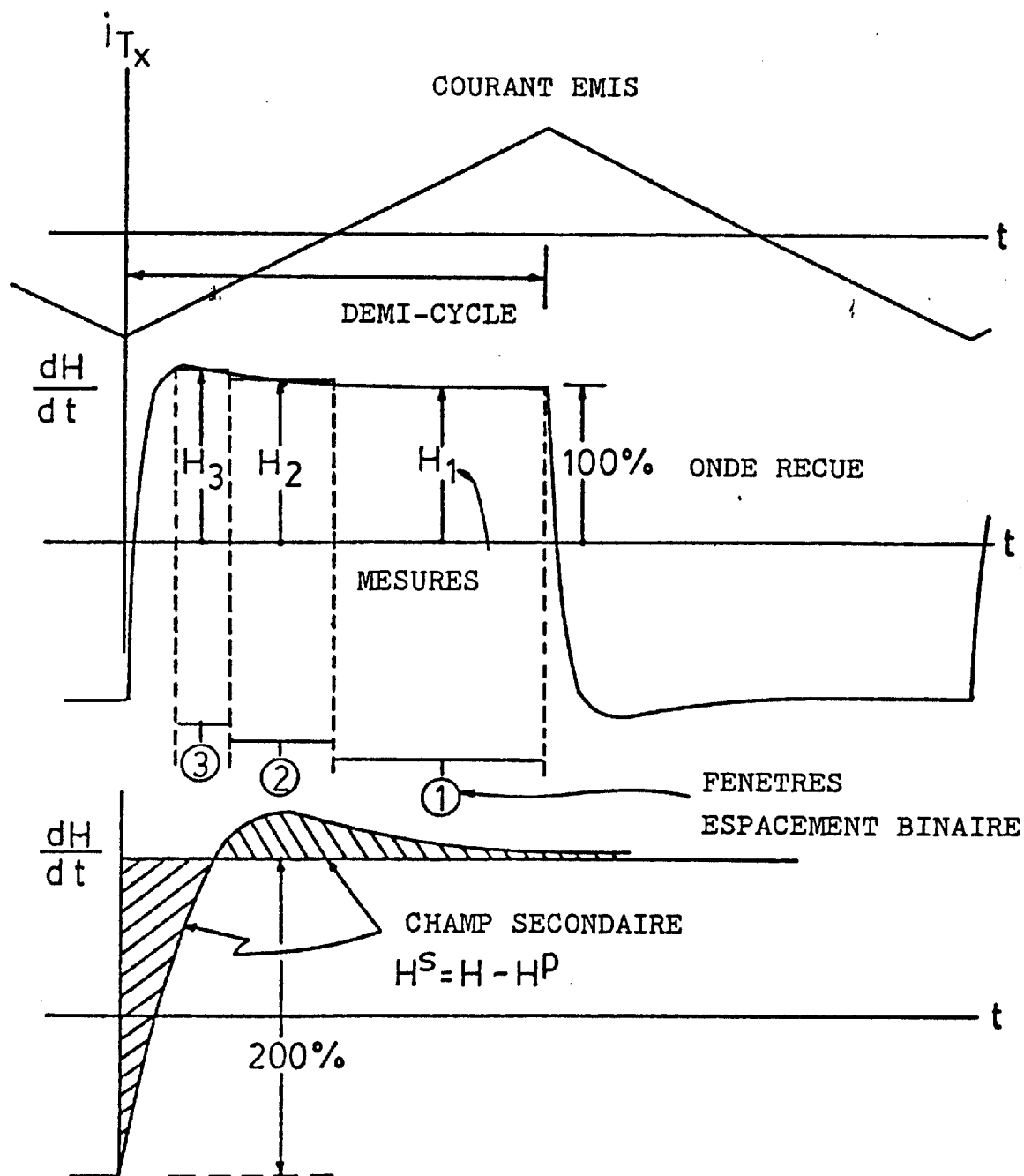


FIGURE 3.36

Ondes UTEM à l'émetteur et au récepteur  
( réf. Macnae, 1980 )



Des techniques d'interprétation sophistiquées, mises au point par Lamontagne, permettent d'obtenir la profondeur, le pendage, la conductance et même parfois la forme géométrique de la cible.

Les avantages de cette méthode ne vont pas sans inconvénients. Les figures 3.37 à 3.40 permettent de se faire une idée de l'encombrement et de la complexité du système.

Le levé test a été réalisé en 1983 à l'intérieur du périmètre de Richardson. Les lectures de la composante verticale du champ magnétique ont été prises sur toutes les lignes à un intervalle de 50 mètres. Cet intervalle était réduit à 25 mètres en présence d'anomalies. La fréquence de base était normalement de 31 Hz mais quelques profils ont été repris à 7.7 Hz. La dimension des boucles émettrices variait de 1 km x .45 km jusqu'à 1 km x 1 km.

Les détails de l'exécution et de la logistique du levé ainsi que l'ensemble des résultats se retrouvent dans Labrecque (1984). Nous nous limiterons ici à une interprétation sommaire des résultats. Les figures 3.41 à 3.45 montrent à la fois la position des boucles émettrices, les lignes de levé et l'interprétation sommaire, utilisant un modèle de demi-plan infini, des résultats. La légende de ces figures se retrouve au tableau 3.7 qui les précède immédiatement.

Comme on pouvait s'y attendre, le levé UTEM indique la trace de l'axe conducteur telle que repérée par cadre horizontal ou par INPUT. On doit noter que les profondeurs obtenues par UTEM sont systématiquement plus grandes que celle que donne le cadre horizontal. Elles se rapprochent beaucoup plus des profondeurs estimées à partir du levé INPUT. Ce phénomène s'explique par les différences de géométrie et de fréquence d'opération entre les différents systèmes. En effet, plus la dimension du système de mesure augmente, plus les courants



Figure 3.37: Emetteur UTEM



Figure 3.38: Récepteur UTEM

Figure 3.39: Poste de traitement de données UTEM



Figure 3.40: Ensemble de l'équipement nécessaire au levé UTEM

Conducteur principal carré: 7,7Hz - cercle: 31Hz	■	●
Conducteur principal affecté par des conducteurs secondaires	□	○
Conducteur principal avec effet d'épaisseur	⊠	⊗
Conducteur principal avec effet d'écran	◻	◌
Conducteur principal avec effet de polarisation	▣	⊖
Conducteur secondaire	◻	○
Zone conductrice	⊙	
Anomalie de magnétisation	x	
A droite du symbole, est spécifiée la conductance en Seimens et la profondeur en mètres		

**TABEAU 3.7**

Légende des figures 3.41 à 3.45



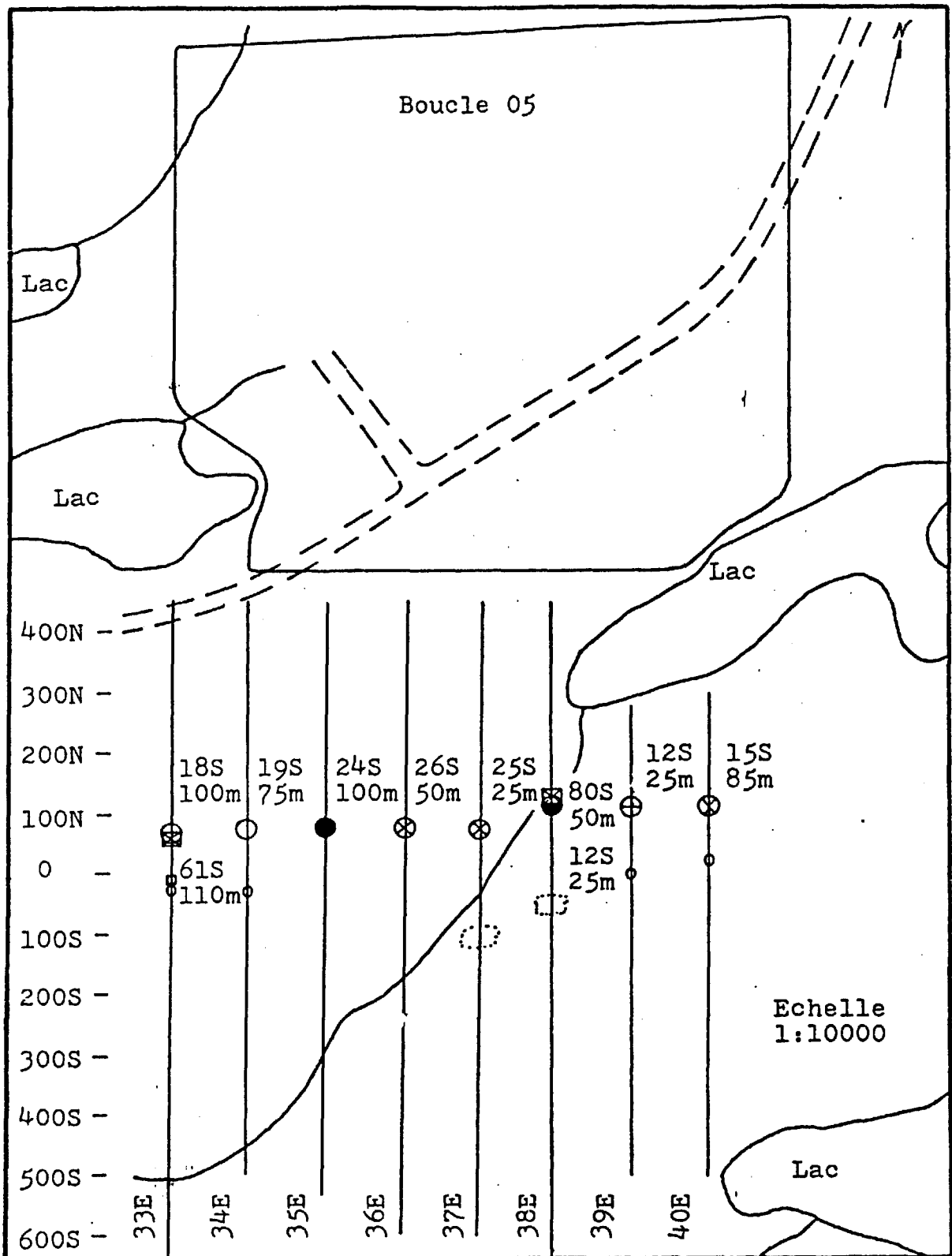


FIGURE 3.41-Interprétation du relevé UTEM de la boucle 05 (explications des symboles au tableau 3.7)

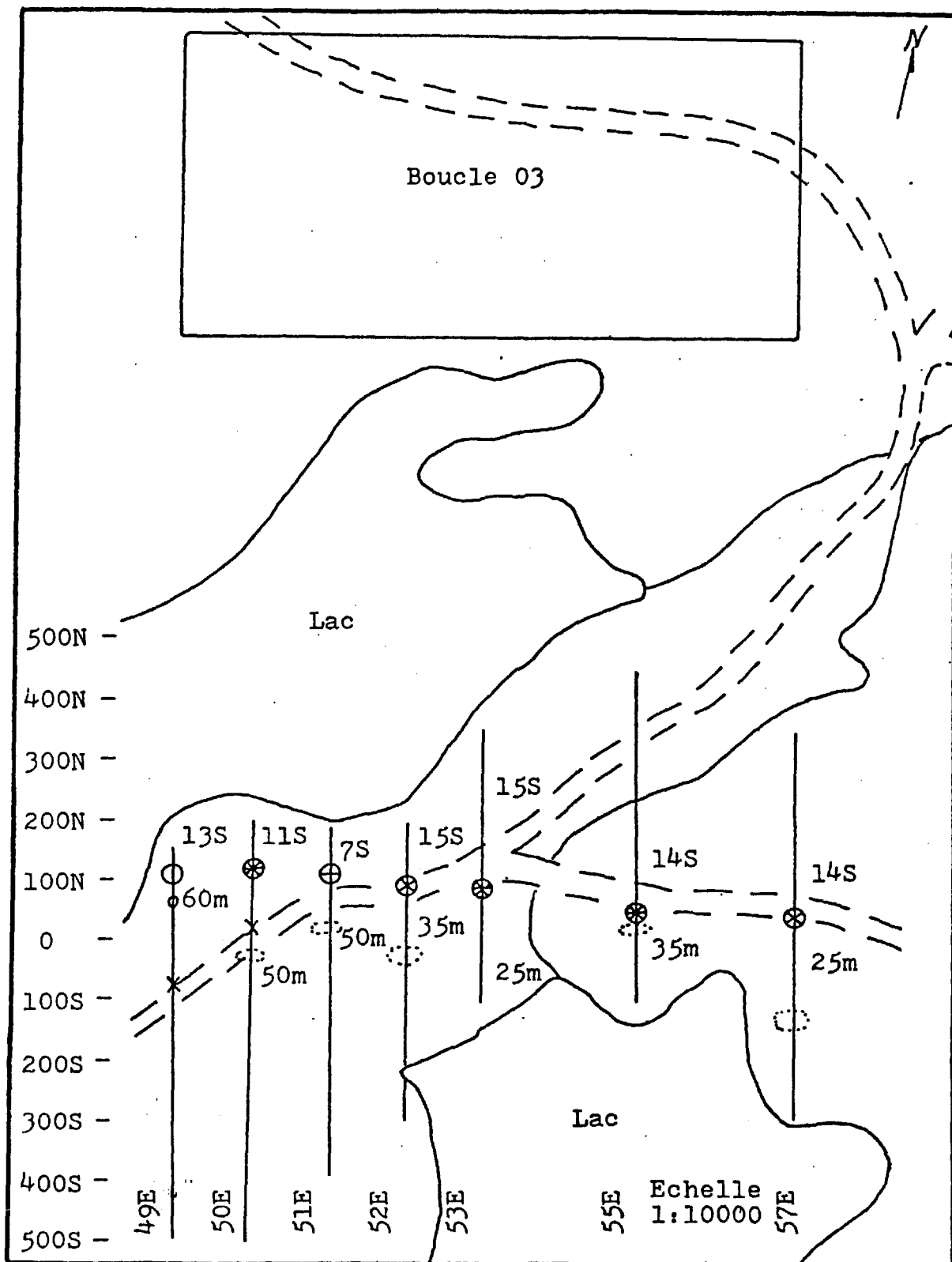


FIGURE 3.42-Interprétation du relevé UTEM de la boucle 03  
(explications des symboles au tableau 3.7)

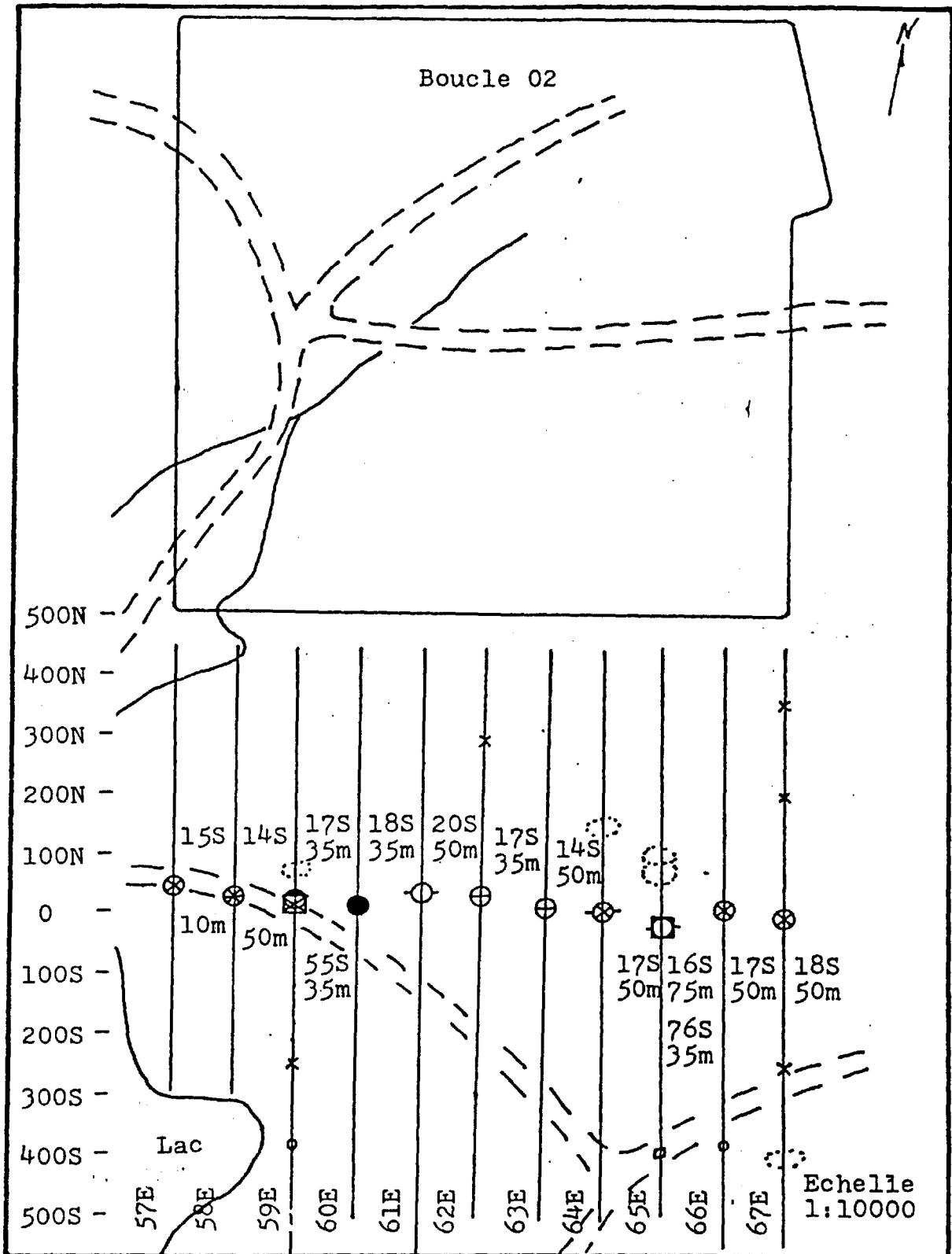


FIGURE 3.43 Interprétation du relevé UTEM de la boucle 02 (explications des symboles au tableau 3.7)

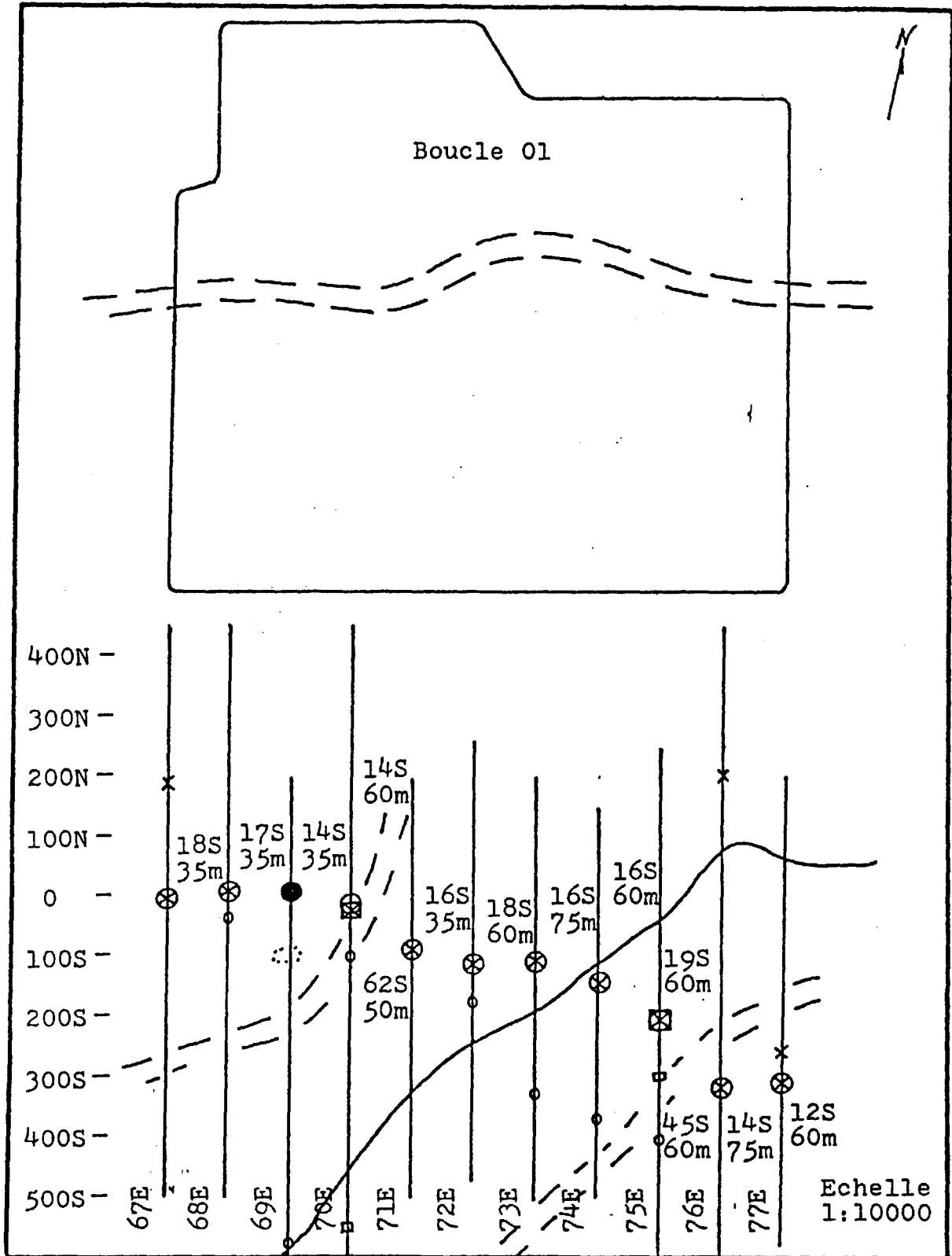
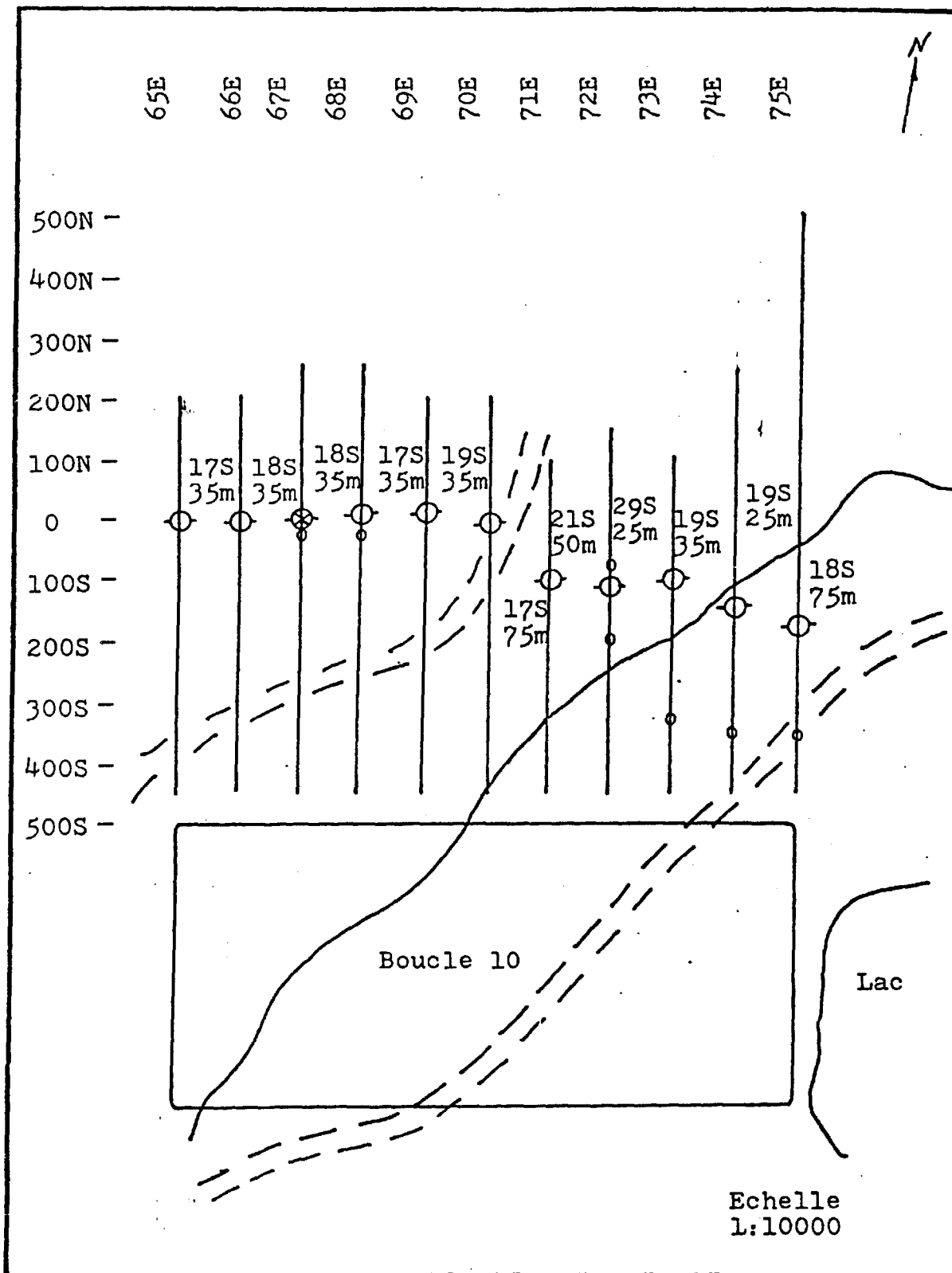


FIGURE 3.44 -Interprétation du relevé UTEM de la boucle 01  
(explications des symboles au tableau 3.7)



**FIGURE 3.45** - Interprétation du relevé UTEM de la boucle 10  
(explications des symboles au tableau 3.7)



- 160 -

induits dans le conducteur circulent profondément. Il s'ensuit que la profondeur apparente est plus grande. La diminution de la fréquence d'opération a le même effet; les systèmes à basse fréquence et de grande dimension (UTEM, INPUT) indiqueront donc des profondeurs plus élevées qu'un appareil de petite dimension opérant à haute fréquence comme le EM-17. Ceci ne pose habituellement pas de problème en exploration minérale. La profondeur que nous estimons est celle de l'axe de courant induit qui circule dans le conducteur. Cet axe étant nécessairement à l'intérieur du conducteur, la profondeur de ce dernier peut être surestimée mais jamais sous-estimée, ce qui serait plus grave. L'usage de plusieurs fréquences permet, si on le désire, des estimations beaucoup plus précises de la profondeur.

Le principal résultat du levé UTEM a été de confirmer, grâce à sa plus grande pénétration, la présence de l'axe conducteur sur les lignes 76 et 77 où le cadre horizontal les perdait.

Du point de vue de la reconnaissance de gisements par analyse des variations locales de conductance, le levé UTEM s'est avéré être un échec.

L'échec fait suite à la réponse beaucoup trop forte du conducteur régional, pris dans son ensemble, qui masque totalement toute anomalie locale de conductance, et ce malgré l'utilisation d'une fréquence excessivement basse.

La figure 3.46 montre un exemple de profil relevé avec une fréquence d'émission de 7.7 Hz. On doit noter l'extrême amplitude de l'anomalie. Selon Lamontagne lui-même (communication personnelle), ce terrain a produit, de loin, les plus fortes anomalies jamais observées avec le système UTEM. De plus, la réponse électromagnétique est

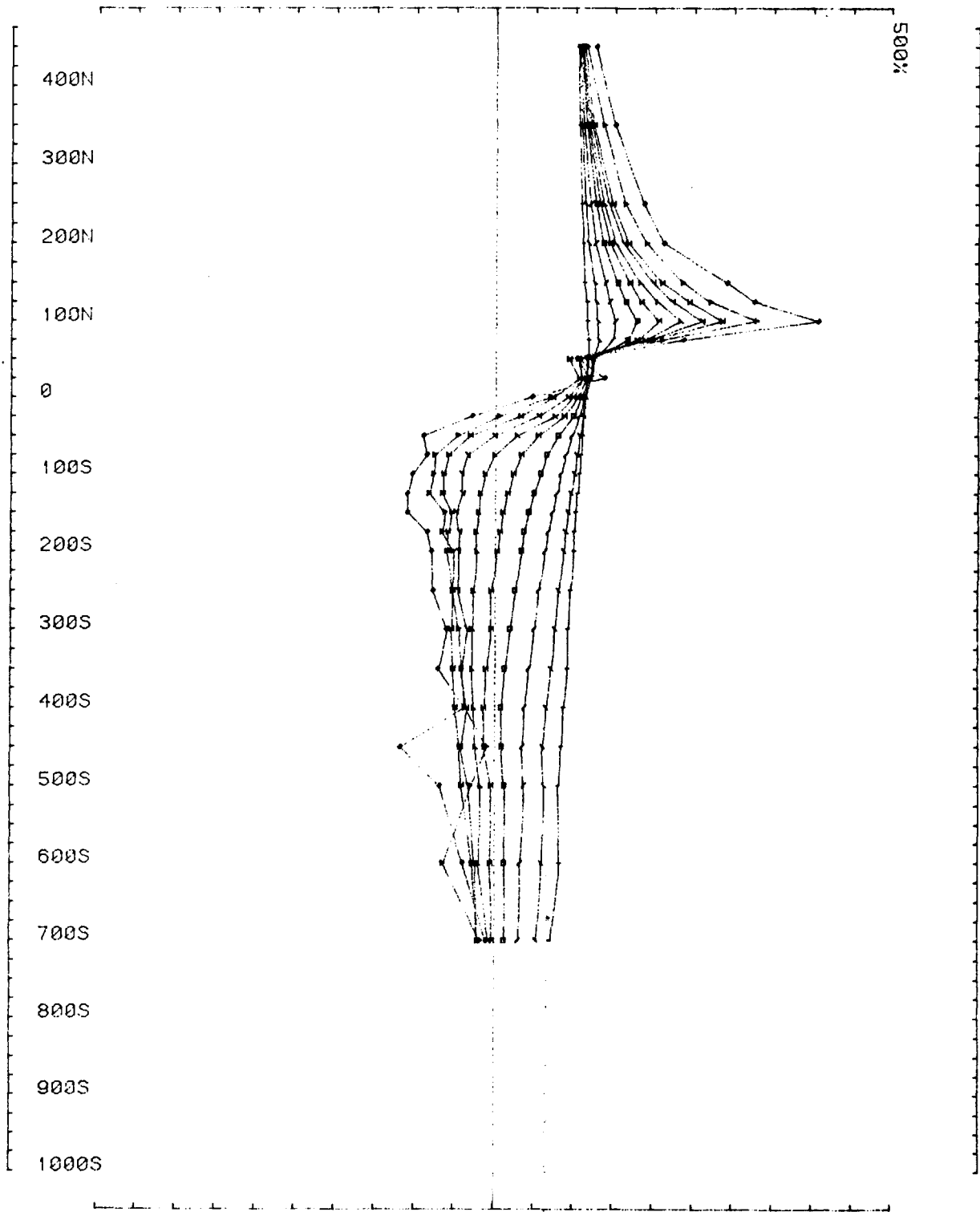


Figure 3.46 Exemple d'un profil relevé avec une fréquence d'émission de 7.7 HZ

UTEM SURVEY conducted by Paul et Daniel, Job 83  
Project Area WACONICHI Survey for M.E.R.Q. freq(hz) 7.751  
Loopno 0507 Line 33E component Hz total



pas réellement estimer correctement les variations de conductance. En effet, en électromagnétisme l'augmentation du paramètre d'induction, qui se trouve à être le produit de la conductance de la cible avec la fréquence utilisée et un facteur géométrique, entraîne une augmentation de la réponse électromagnétique et certaines variations des paramètres du levé. Cependant, au-dessus d'une certaine valeur du paramètre d'induction, l'onde électromagnétique est totalement réfléchiée par la cible, comme par un miroir. La réponse est alors maximum et comme le champ électromagnétique ne pénètre plus le conducteur, on ne peut plus réellement estimer ses propriétés. On dit alors que la réponse est saturée.

Dans le cas du UTEM, la saturation se manifeste par une anomalie sur le canal 1. Ce canal ne devrait pas répondre en absence de saturation.

Nous avons malheureusement observé des réponses immenses sur le canal 1, d'où l'échec du levé.

Cet échec a cependant donné à réfléchir et nous a incité à voir s'il ne serait pas possible de mettre au point une méthode électromagnétique capable de fonctionner malgré le conducteur régional. Les résultats positifs de ces travaux font l'objet des prochains paragraphes.

### 3.5.3 Cadre vertical

L'échec du levé UTEM nous a incités, comme on l'a dit plus haut, à mettre au point une méthode électromagnétique capable de localiser un conducteur local en présence d'un conducteur régional de grande importance.



La détection du conducteur local ne sera possible que si on évite que la réponse électromagnétique du conducteur régional soit suffisamment forte pour saturer l'instrument de mesure. Ceci ne pourra se faire qu'en réduisant le paramètre d'induction du conducteur régional, ce qui réduit sa réponse électromagnétique et permet ainsi à un conducteur local d'apparaître.

Le paramètre d'induction est le produit de plusieurs éléments:

- la conductivité électrique de la cible;
- sa perméabilité magnétique;
- la fréquence d'opération;
- un facteur géométrique dépendant à la fois de la géométrie du système de mesure et de celle de la cible.

La perméabilité magnétique, à toutes fins pratiques constante pour les matériaux géologiques, peut être négligée. Reste, d'une part, des paramètres sur lesquels nous n'avons aucun contrôle, soit la conductivité et la géométrie du conducteur; d'autre part, nous pouvons contrôler la fréquence d'opération et la géométrie du système de mesure.

Réduire la fréquence semble la solution la plus facile mais comporte deux inconvénients techniques importants. À technologie égale, toute réduction de fréquence résulte nécessairement en une augmentation du poids des appareils de mesure et du temps requis pour prendre une lecture. Il en résulte une augmentation substantielle des coûts du levé. D'autre part, ce n'est pas nécessairement suffisant, comme l'a montré le levé UTEM.

Les effets géométriques sont plus complexes mais peuvent tout de même s'expliquer qualitativement. Le facteur géométrique est essentiellement une fonction de la dimension de la boucle de courant induite dans la cible conductrice par le système de mesure.

Si la cible est plus petite que le système, ou si le champ magnétique généré est essentiellement uniforme sur toute la surface de la cible, ce sont les dimensions de cette dernière qui contrôleront le paramètre géométrique. Le système UTEM a été conçu pour cette situation particulière.

Le conducteur régional, par contre, est à toutes fins pratiques infini. Le facteur géométrique du paramètre d'induction est alors contrôlé par la disposition géométrique et par les dimensions du système de mesure. C'est ce qui a fait avorter le levé UTEM. Ce système, avec ses boucles émettrices de grande taille, permet la circulation de courant dans des boucles immenses de plusieurs kilomètres de côté, dans le conducteur régional. Ceci résulte en réponses électromagnétiques saturées, même pour un conducteur somme toute assez mince et de qualité médiocre. La réponse d'un conducteur local de bonne qualité sera alors complètement masquée par la réponse régionale. La solution est donc, en plus d'utiliser de basses fréquences, de diminuer le plus possible la dimension du système de mesure. Les dimensions minimales seront fixées par la pénétration désirée qui est aussi fonction de la taille du système. On aurait aussi avantage, dans la mesure du possible, à favoriser le couplage de l'émetteur avec le conducteur local recherché au détriment du conducteur régional.

La configuration "cadre vertical" de prospection électromagnétique populaire dans les années 1960 mais presque abandonnée depuis, présente des avantages évidents face à ce problème. Nous avons des raisons de croire que cette technique, convenablement modernisée, pourrait être utilisée avec succès.

Un programme extensif de modélisation à l'échelle réduite associé à quelques essais de terrain a prouvé que c'était bien le cas.

Les résultats détaillés se retrouvent dans le mémoire de Labrecque (1986). Nous nous contenterons encore de résumer les principales conclusions.

Il ressort tout d'abord que la configuration classique du cadre vertical "en éventail" à émetteur fixe (figure 3.47) est de loin la disposition la plus efficace du système de prospection. Cette configuration est d'ailleurs reconnue depuis longtemps pour sa discrimination entre des conducteurs très rapprochés latéralement. On installe l'émetteur de petite taille directement au-dessus du conducteur recherché. Les courants induits circuleront alors presque exclusivement dans ce conducteur. Des conducteurs voisins, même très rapprochés, ne seront virtuellement pas excités. D'autre part, le champ électromagnétique diminue très rapidement, comme l'inverse du cube de la distance, à mesure que l'on s'éloigne de la boucle émettrice. Ceci favorise l'induction dans la partie du conducteur qui est immédiatement sous-jacente à l'émetteur et ne permet pas l'excitation de boucles de courant à l'échelle régionale. On sera donc en mesure d'évaluer les variations locales de la conductance en déplaçant l'appareil.

La figure 3.48 montre les résultats de mesures effectuées au-dessus d'un modèle réduit représentant à la fois un conducteur local représentant un gisement et un conducteur régional. L'addition du conducteur local entraîne une variation substantielle de la réponse électromagnétique, démontrant ainsi qu'on peut aisément détecter l'anomalie produite par le gisement. Cette figure montre aussi des courbes d'ellipticité en plus des mesures traditionnelles d'inclinaison. L'addition de la mesure d'ellipticité du champ secondaire, que permet la technologie moderne, s'impose. Ce paramètre est essentiel à une bonne interprétation quantitative.

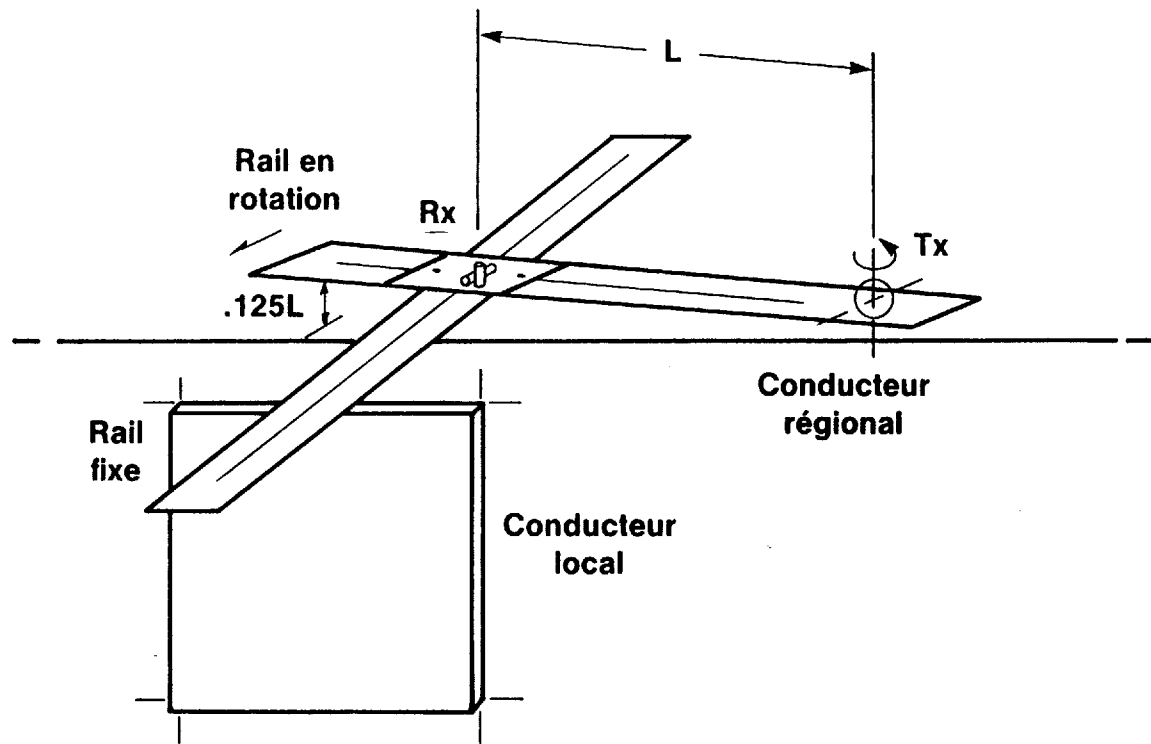


Fig. 3.47 — EMV, configuration en éventail (modèle de laboratoire).

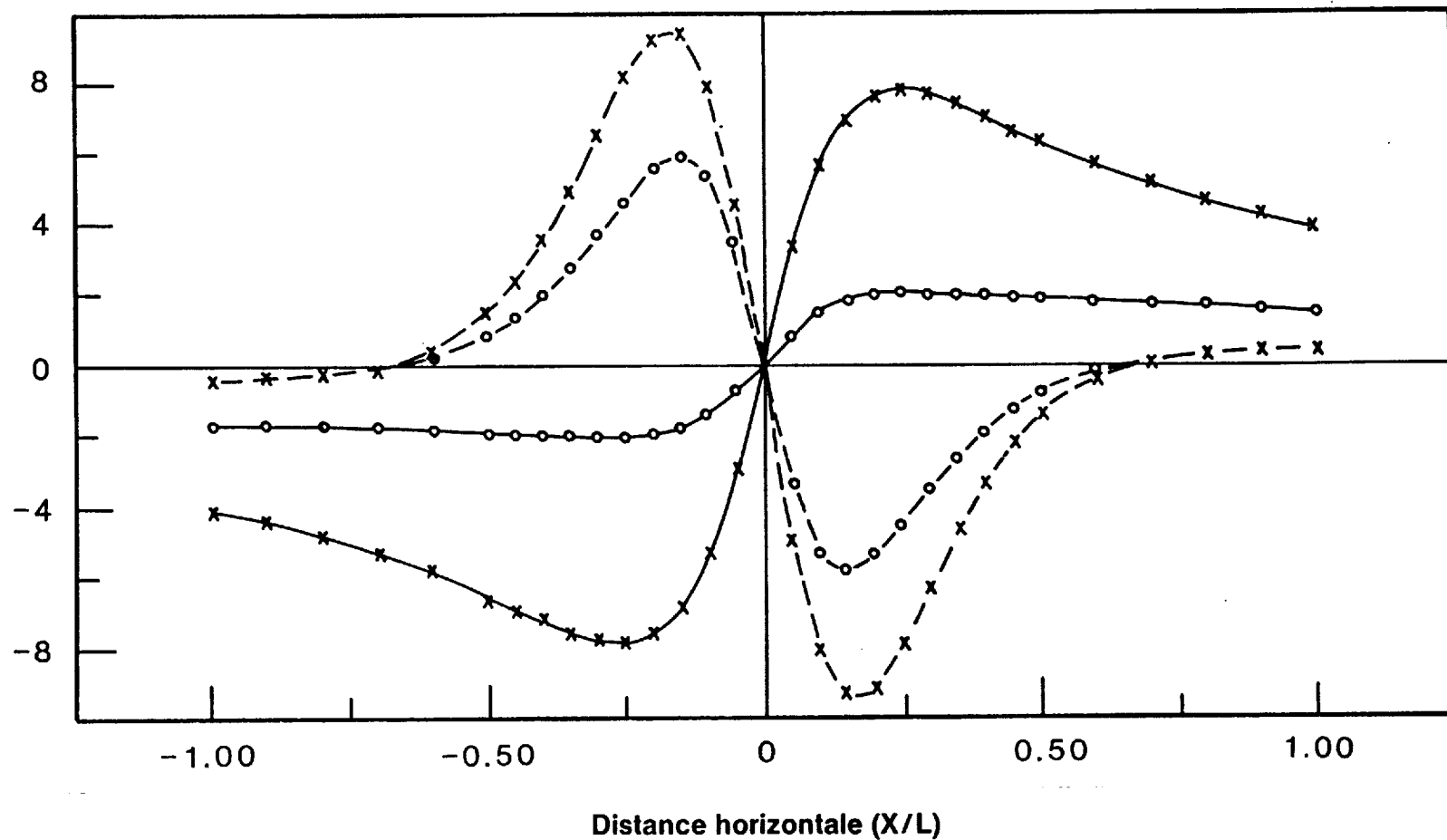


Fig. 3.48 — Effet de la présence d'un conducteur local sur le levé EMV.



CDT  
Centre de  
Développement  
Technologique  
École Polytechnique  
de Montréal

- 168 -

Les courbes de réponse en fréquence des valeurs de crêtes de l'inclinaison et de l'ellipticité de la figure 3.49 font voir que le conducteur local a un effet beaucoup plus marqué aux plus basses fréquences. De plus, la courbe d'ellipticité permet une meilleure discrimination entre les conducteurs que l'inclinaison.

Nous avons aussi fait quelques essais de terrain sur le site UMAX, à l'aide de l'appareil commercial qui se rapprochait le plus de la configuration que nous considérons comme idéale. Il s'agit d'un système GEM-5 de McPhar. Les détails opérationnels ainsi que l'ensemble des résultats obtenus se retrouvent, tout comme les résultats de modélisation, dans le mémoire de Labrecque (1986).

Nous nous contenterons de montrer à la figure 3.50, sous la forme de réponse en fréquence des anomalies crête à crête, les différences de signatures obtenues au-dessus du centre du gisement économique (L200W) et au-dessus d'une extension stérile du même conducteur (1100E).

La différence de signature est flagrante. On peut utiliser cette technique pour distinguer les parties fortement minéralisées des grands axes conducteurs.

Malheureusement, l'appareil GEM-5 ne descend toujours pas à des fréquences assez basses pour permettre une bonne interprétation. La forme en cloche de la courbe de quadrature, avec son maximum vers 1500 Hz sur la ligne L1100E, n'a pu s'exprimer au-dessus du gisement. On ne peut que deviner le début de son expression à haute fréquence. La valeur de quadrature, qui augmente alors que la fréquence diminue, permet de supposer que le maximum de quadrature se trouve à des fréquences inférieures, ce qui est significatif d'un conducteur de beaucoup meilleure qualité.

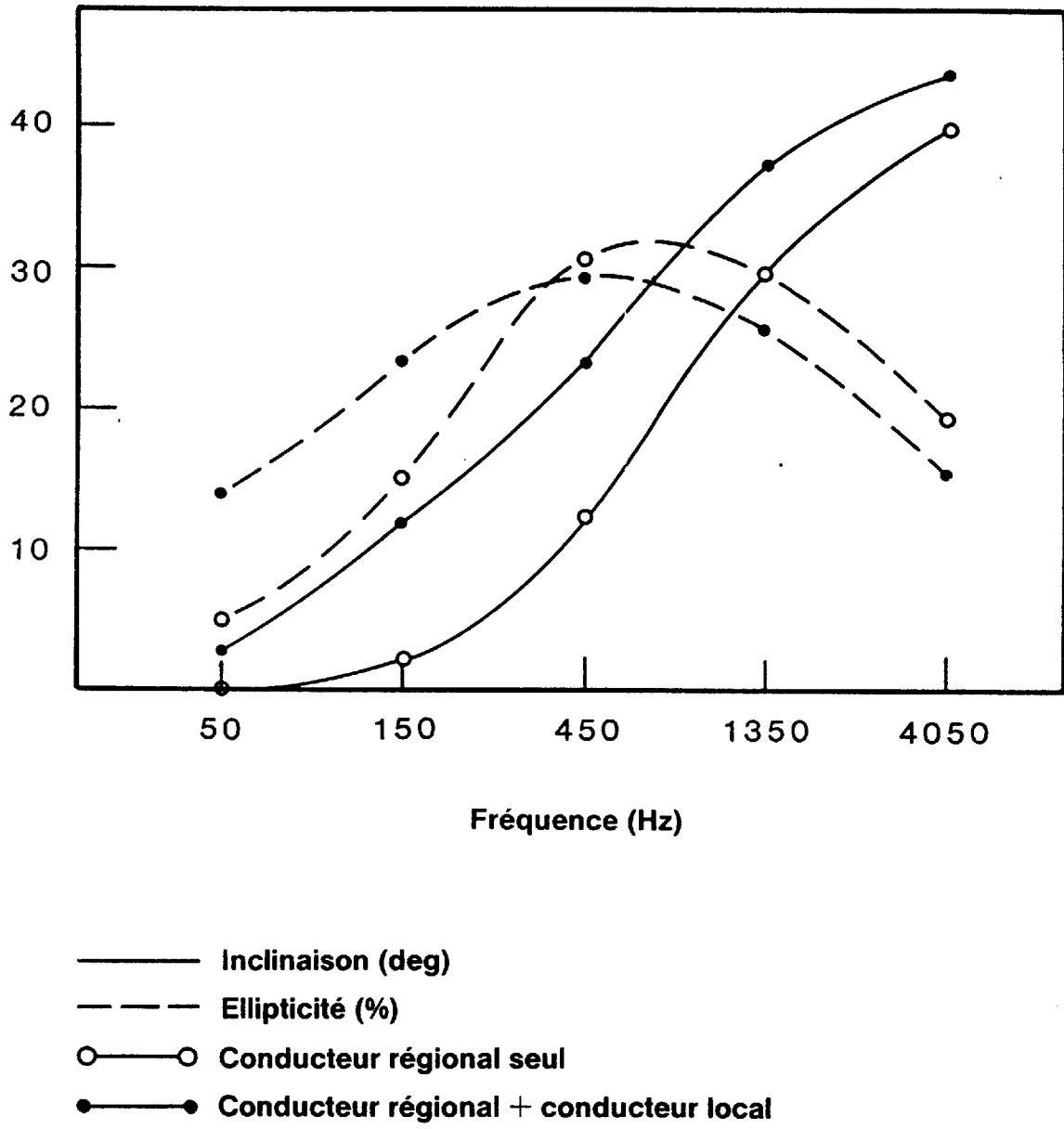


Fig. 3.49 — Effet du conducteur local sur la réponse en fréquence du levé EMV.

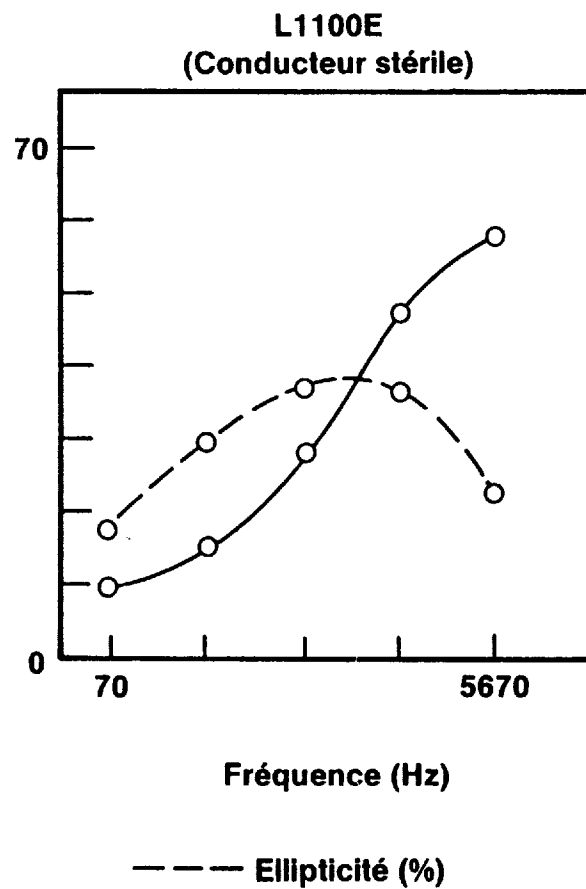
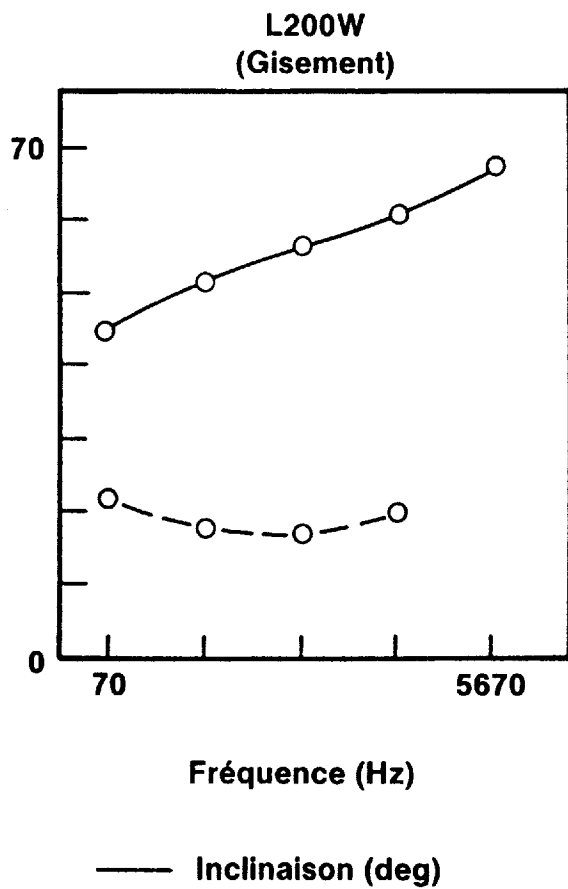


Fig. 3.50 — Réponses EMV sur le site UMEX.





CDT  
Centre de  
Développement  
Technologique  
École Polytechnique  
de Montréal

- 171 -

Il est donc démontré qu'un système électromagnétique à cadre vertical mesurant à la fois l'inclinaison et l'ellipticité sur une large gamme de fréquence peut distinguer les variations du produit conductivité-épaisseur le long d'un grand axe conducteur. Ce système peut, par conséquent, fournir un estimé des variations de teneur en minéralisation.

Les appareils disponibles sur le marché ne sont malheureusement pas satisfaisants parce qu'ils ne couvrent pas une gamme de fréquence suffisamment étendue. Étant donné que des mesures électromagnétiques discriminantes coûteraient infiniment moins cher que la gravimétrie, il y aurait sûrement lieu de développer un système électromagnétique optimisé pour cette application. Il s'agirait d'un appareil à cache vertical mesurant inclinaison et ellipticité et couvrant la gamme de fréquence de 1 Hz à 10 000 Hz. Considérant aussi l'état du terrain, l'appareil ne devrait pas être plus encombrant que les appareils électromagnétiques populaires comme, par exemple, le Maxmin.

#### 3.5.4 Levé de polarisation spontanée et mesures de pH et de la conductivité des sols

Govett (1976) a proposé d'utiliser des mesures de pH et de conductivité d'échantillons de sol pour détecter des gisements de sulfures enfouis profondément. La concentration d'ions divers et en particulier d'ions  $H^+$  au voisinage de gisements proviendrait, selon Govett, à la fois de l'oxydation d'un corps sulfureux près de la surface ainsi que d'une migration électrochimique en présence de tout corps conducteur enfoui plus profondément.

Ce dernier phénomène est associé à la polarisation spontanée qu'on peut mesurer au voisinage de nombreux corps conducteurs. On



- 172 -

constate que le champ électrique produit par polarisation spontanée est négatif au-dessus d'un corps conducteur. Govett conclue que les cations (ions positifs) seront attirés vers ce pôle négatif et s'y accumuleront.

La mesure de la conductivité d'une certaine quantité d'eau pure dans laquelle on aura fait macérer un échantillon de sol indique la teneur totale en ions solubles de l'échantillon. On devrait donc avoir une augmentation de la "conductivité" de l'échantillon au-dessus du pôle négatif associé à un conducteur. D'autre part, l'ion hydrogène est l'ion positif le plus mobile dans un champ électrique. On devrait donc s'attendre à une forte concentration des ions  $H^+$ , exprimée par une baisse du pH, au voisinage des anomalies de polarisation spontanée.

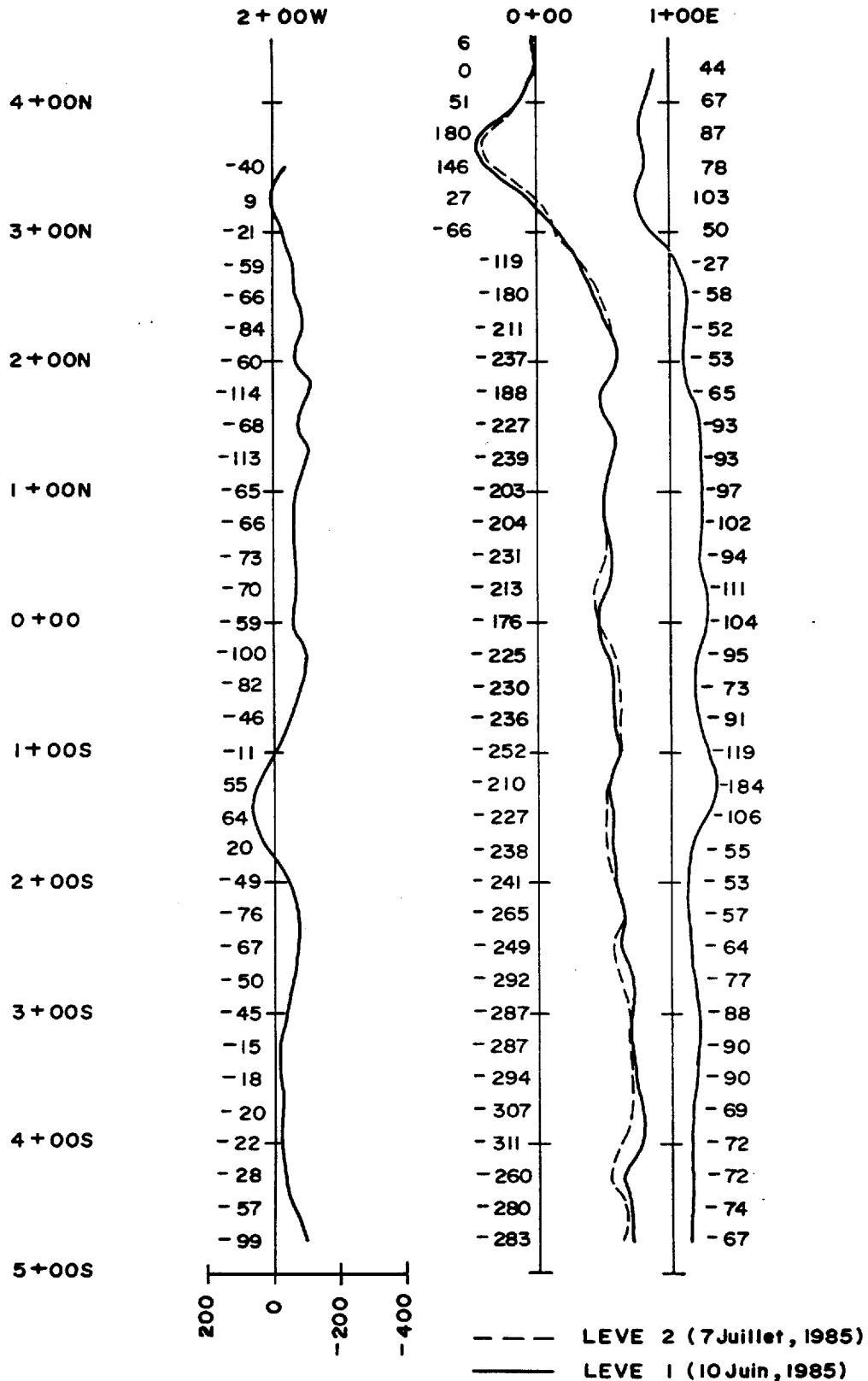
Govett suppose aussi que la forme des anomalies serait plus significative que leur amplitude et, qu'étant donné leur faible largeur, un échantillonnage très serré est nécessaire.

Cette dernière condition étant remplie par nos profils échantillonnés au 5 mètres, nous avons entrepris de vérifier la méthode de Govett.

Un gramme de sol préparé était versé dans 100 ml d'eau déionisée et agitée pendant deux minutes après quoi la conductivité et le pH ont été mesurés à l'aide d'électrodes appropriées (Métroohm EA-608 pour la conductivité et Beckmann 4123 pour le pH). On soustrayait ensuite la conductivité de l'eau déionisée de la lecture pour obtenir une "conductivité nette" plus représentative de la teneur en sels solubles de l'échantillon.

La polarisation spontanée, quant à elle, a été mesurée directement sur le terrain. Ces mesures sont précises et répétables comme le montrent les profils de la figure 3.51 recueillis sur Umex à des moments différents.

### Figure 3.51 - UMEX : LEVE DE POLARISATION SPONTANEE



Echelle: 1 : 5 000

1 cm = 200 mV



Les résultats présentés dans les paragraphes suivants montrent qu'il n'existe pas de corrélation entre la polarisation spontanée et les mesures électrochimiques proposées par Govett, ce qui tend à mettre en doute la possibilité d'application générale de sa méthode.

#### 3.5.4.1 Umex

La polarisation spontanée (figure 3.51) ne permet pas de distinguer clairement aucun des conducteurs présents. Les anomalies positives qu'on retrouve au voisinage de la station 3+50N sur les lignes 0 et 1E ne peuvent, étant de mauvais signe, provenir de conducteurs minéralisés. Leur origine est sans aucun doute l'interface électrochimique entre un marécage situé au nord et le sol beaucoup plus sec du sud.

Seule la légère anomalie négative de la station 1+25S de la ligne 1E pourrait être associée au conducteur sud. Toutefois, il s'agit probablement d'un effet topographique parce que, d'une part l'anomalie est située 50 m au nord du conducteur et se retrouve sur une dénivellation et que, d'autre part une anomalie de signe opposé se trouve au même niveau sur la ligne 2W alors qu'il n'y a aucune réponse sur la ligne 0. Il paraît bon de rappeler que la circulation de solutions salines dans un milieu poreux donne aussi naissance à des potentiels spontanés dont la polarité dépend de la direction de circulation de la solution.

Comme le montre la figure 3.52, il n'y a ni augmentation de "conductivité de sol" au voisinage des conducteurs ni de corrélation entre ce paramètre, le pH et la PS.

- 175 -

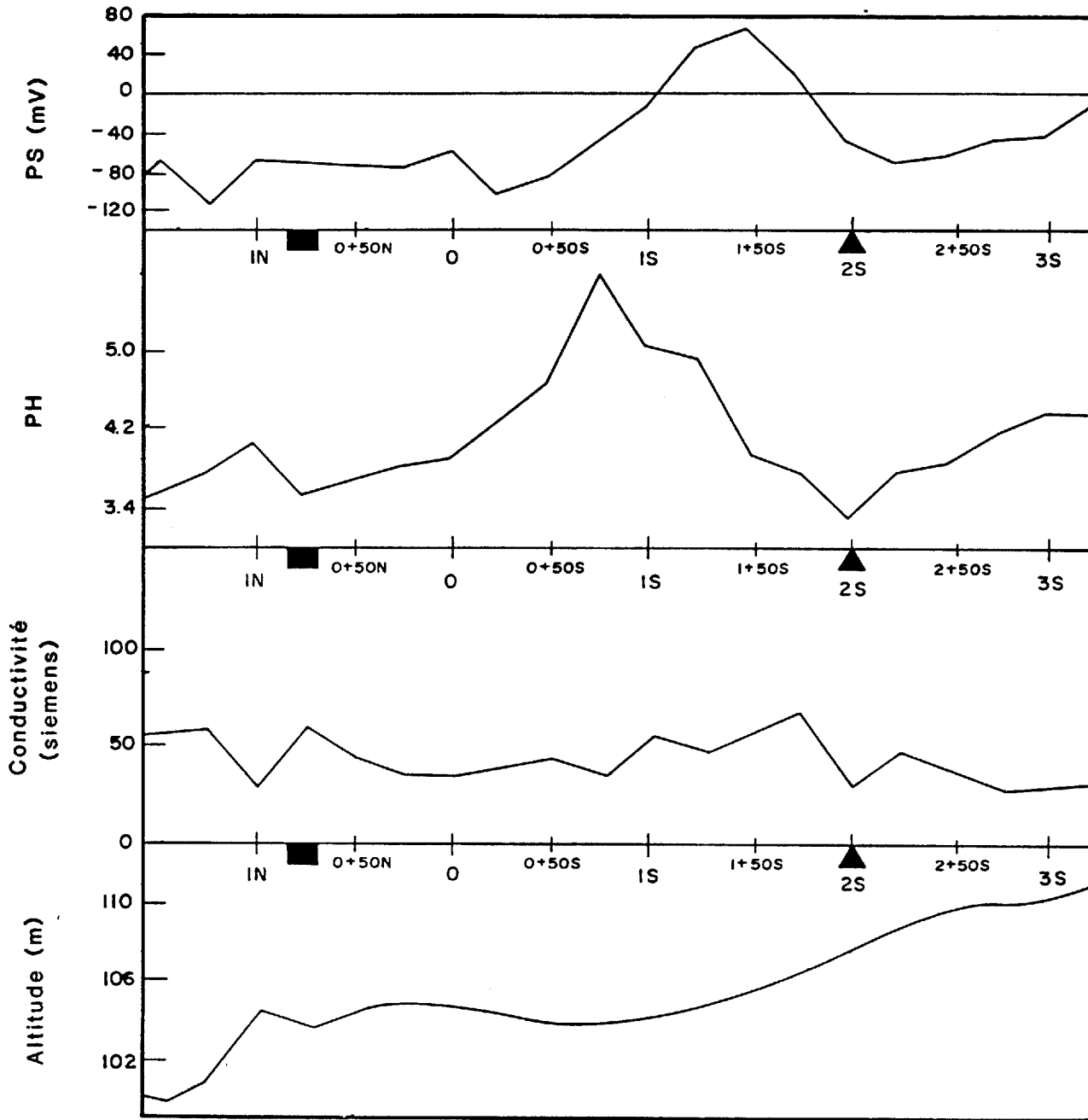


Fig.3.52 Mesures de PS, PH, Conductivité, site Umex L2W

- Conducteur sulfureux
- ▲ Conducteur graphitique et/ou sulfures disséminés



#### 3.5.4.2 Caopatina

Plusieurs conducteurs rencontrés sur ce terrain produisent des anomalies PS. Cependant, comme on peut le voir sur la figure 3.53 plusieurs autres conducteurs ne répondent pas. Les conducteurs C3 et C4 produisent les meilleures anomalies qui vont jusqu'à 630 mV. Par contre, on n'observe aucune anomalie au-dessus des conducteurs C5 à C8.

Encore ici, il n'y a aucune corrélation entre la présence des conducteurs, le pH et la conductivité de sol, ni entre ces deux paramètres et la polarisation spontanée (figure 3.54).

#### 3.5.4.3 Richardson

Six lignes ont fait l'objet de relevés de polarisation spontanée sur le périmètre de Richardson: L36E, L43E, L52E, L55E, L63E et L71E (figure 3.55). Alors que deux lignes ne présentent aucune signature particulière et que la ligne 63E donne une faible anomalie de 90 mV, les autres lignes présentent des anomalies substantielles allant jusqu'à 900 mV sur la ligne 55E. Le conducteur est d'ailleurs presque affleurant à cet endroit.

Les mesures de la ligne 71E (figure 3.56) semblent bien montrer des anomalies mais sont en contradiction avec les modèles de Govett. Il semble bien y avoir une augmentation de "conductivité" associée à l'anomalie de polarisation spontanée. Par contre, on a aussi une anomalie positive de pH alors qu'on doit s'attendre au contraire. De plus, on observe une autre anomalie de pH, de même amplitude, à 1+50S. Cette anomalie n'est pas associée à un conducteur mais bien à une vallée topographique. Cette anomalie, tout comme l'anomalie

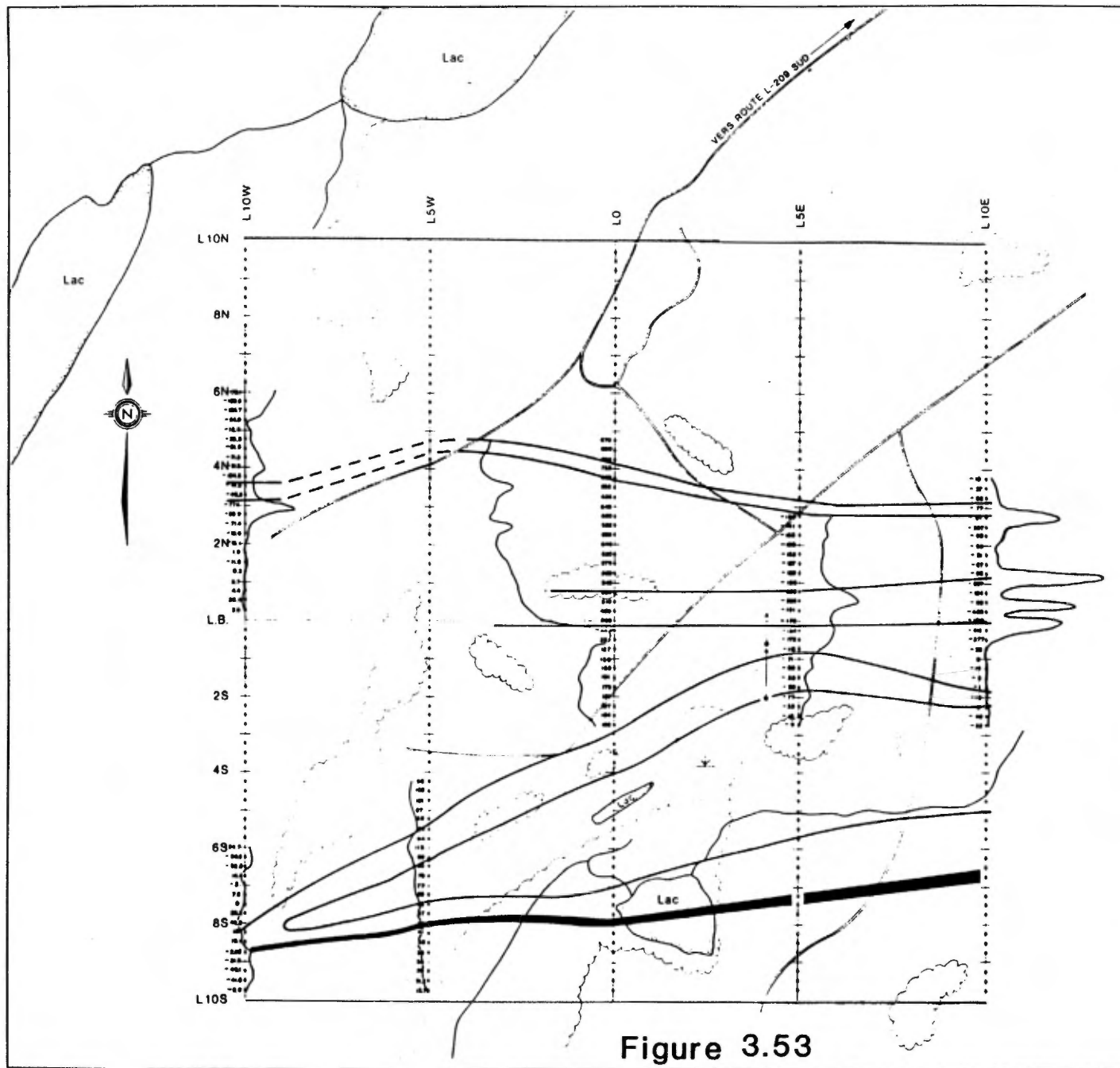


Figure 3.53

# CAOPATINA

## POLARISATION SPONTANEE

### LEGENDE

- CHEMIN DE BOIS
- ☁ BOISÉ
- ⊕ MARÉCADE
- CONDUCTEUR EHM

0 600 mV

### Echelle

200 0 200 mètres

Interp. C. Di-Miako, Dessin A. Lacombe

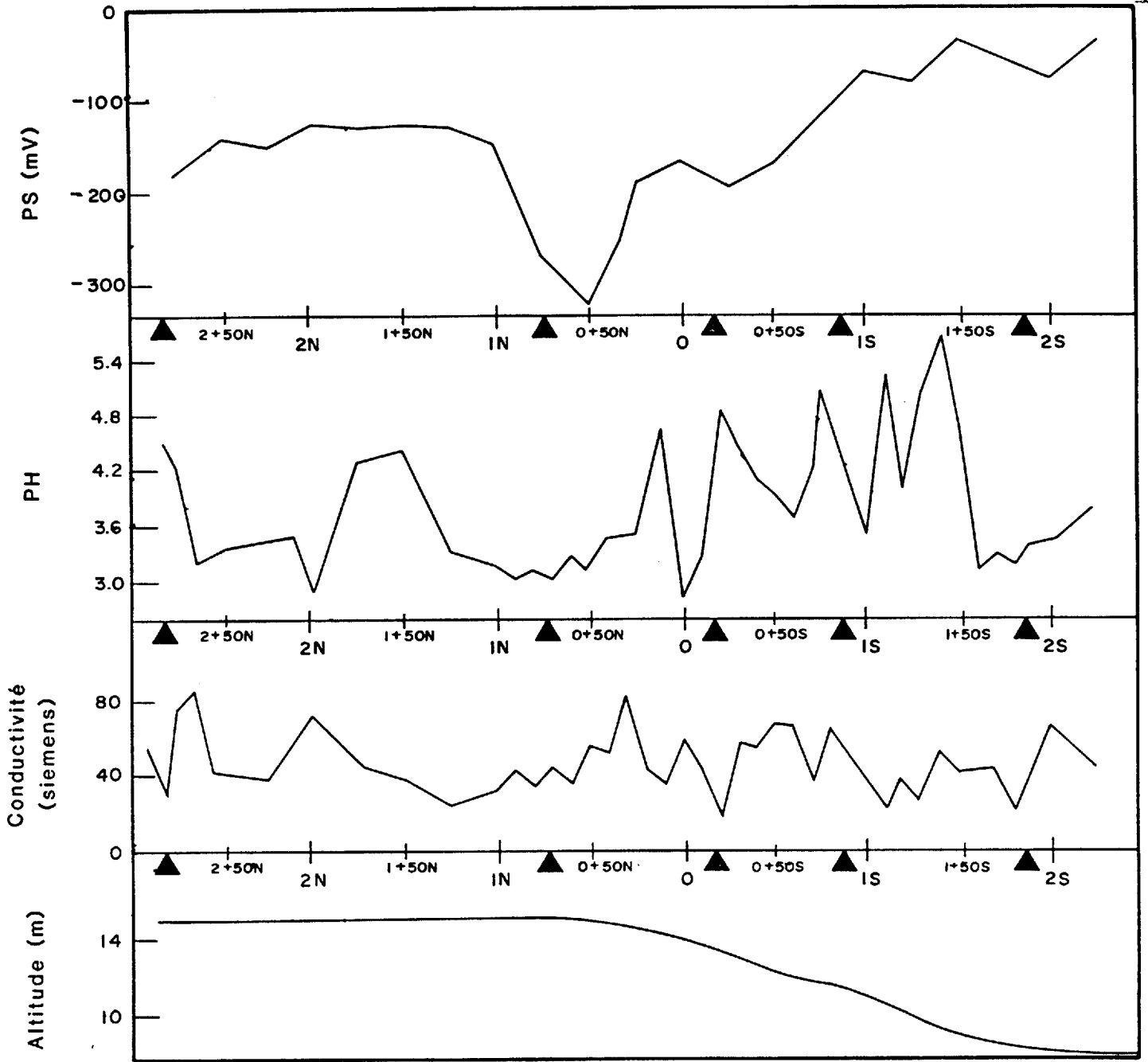
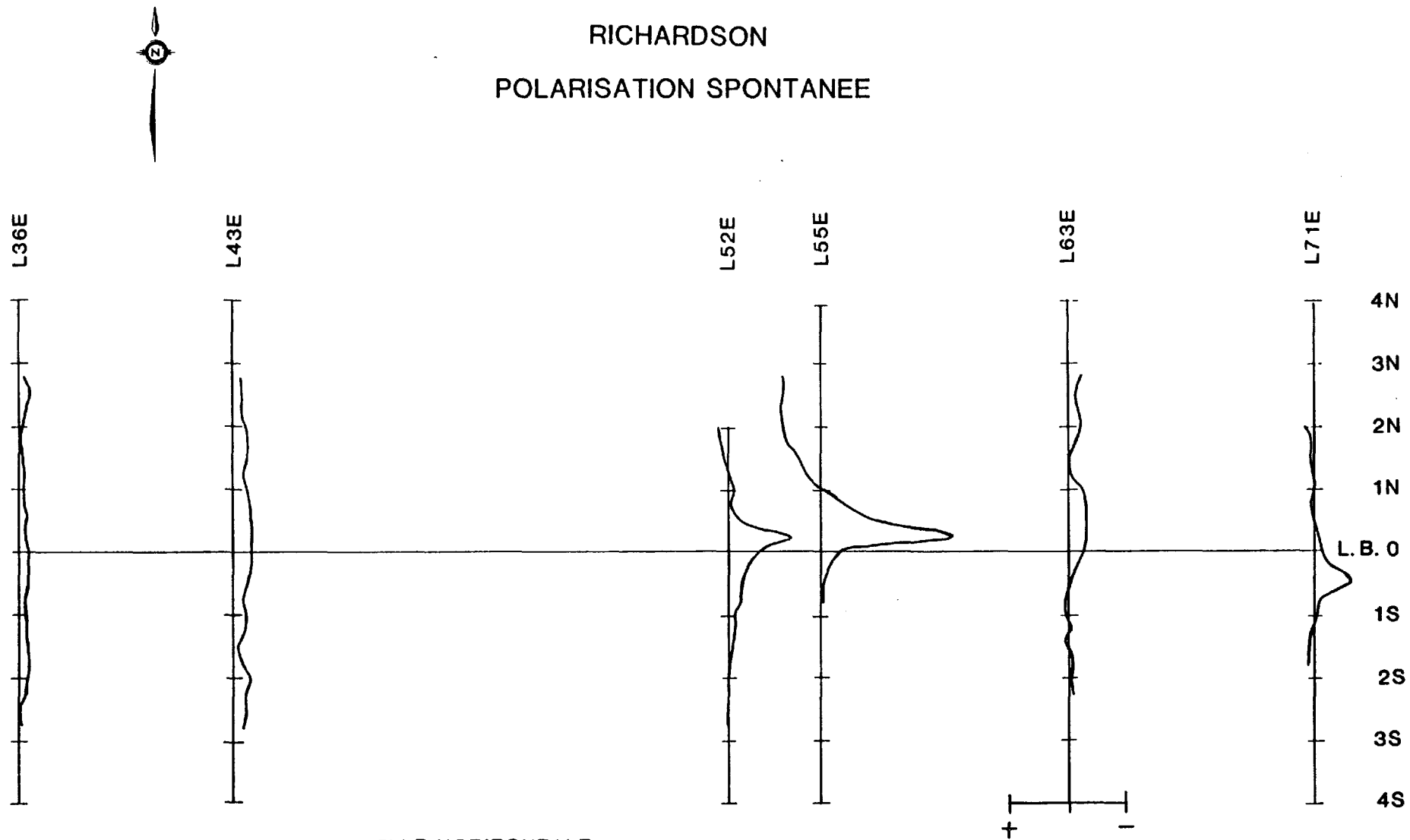


Fig.354 Mesures de PS, PH, Conductivité, site Caopatina L5E

▲ Conducteur graphitique



RICHARDSON  
POLARISATION SPONTANEE



ECHELLE HORIZONTALE

0 300 m

ECHELLE VERTICALE

0 200 m

0 900 mV

Figure 3.55

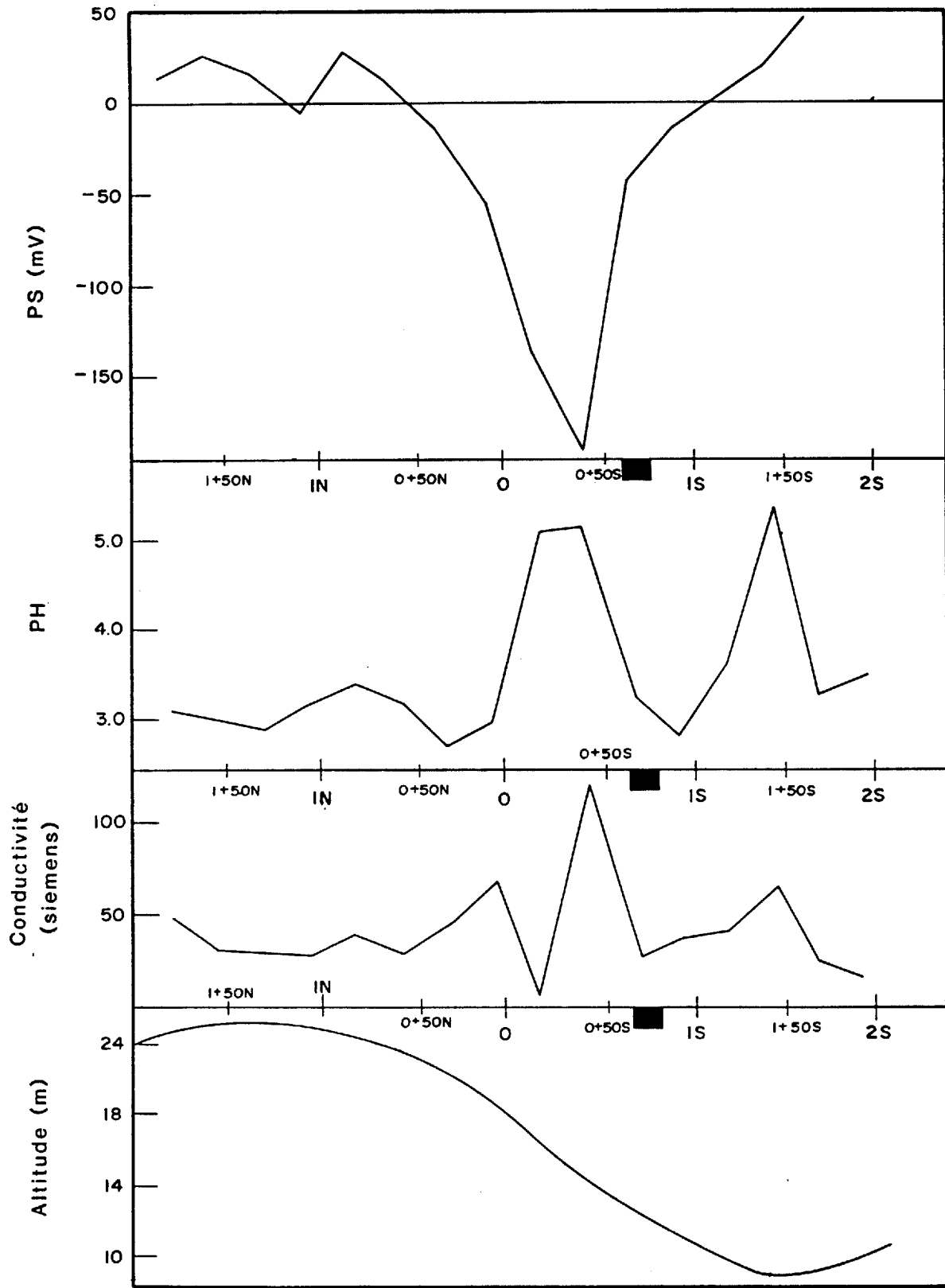


Fig. 3.56 Mesures de PS, PH, Conductivité, site Richardson L71E

■ Conducteur de sulfures stériles et/ou graphite



- 181 -

de conductivité qu'on retrouve au même endroit, s'explique par l'accumulation de sels dans la dépression. Elle n'est aucunement liée à des effets PS.

La ligne 52E (figure 3.57) tend aussi à démontrer que la "conductivité" et le pH dépendent plus de la topographie que de relation avec la polarisation spontanée.

On a une forte anomalie PS quelque peu décalée par rapport au conducteur. Les anomalies de pH et de "conductivité" sont plus rapprochées de la cible et ne coïncident pas avec la PS. Par contre, elles se trouvent toutes deux à la verticale d'une légère dépression topographique. Encore ici, l'anomalie de pH est de polarité contraire à ce que prédit Govett.

Enfin, on observe des augmentations de la "conductivité" et du "pH" aux extrémités du profil. Ceci concorde avec le profil topographique qui montre une altitude décroissante du centre vers les extrémités.

#### 3.5.4.4 Conclusions

Nous ne pouvons pas recommander la polarisation spontanée comme outil d'exploration. Le principal avantage de cette technique réside dans le coût excessivement bas des équipements requis. Par contre, le levé électromagnétique ne coûte pas plus cher de réalisation et est beaucoup plus fiable. Comme on l'a vu précédemment, ce ne sont pas tous les conducteurs qui donnent une anomalie de polarisation spontanée.

D'autre part, rien dans nos mesures ne permet de valider la méthode de Govett. L'effet PS, à la base même de son modèle, n'est pas

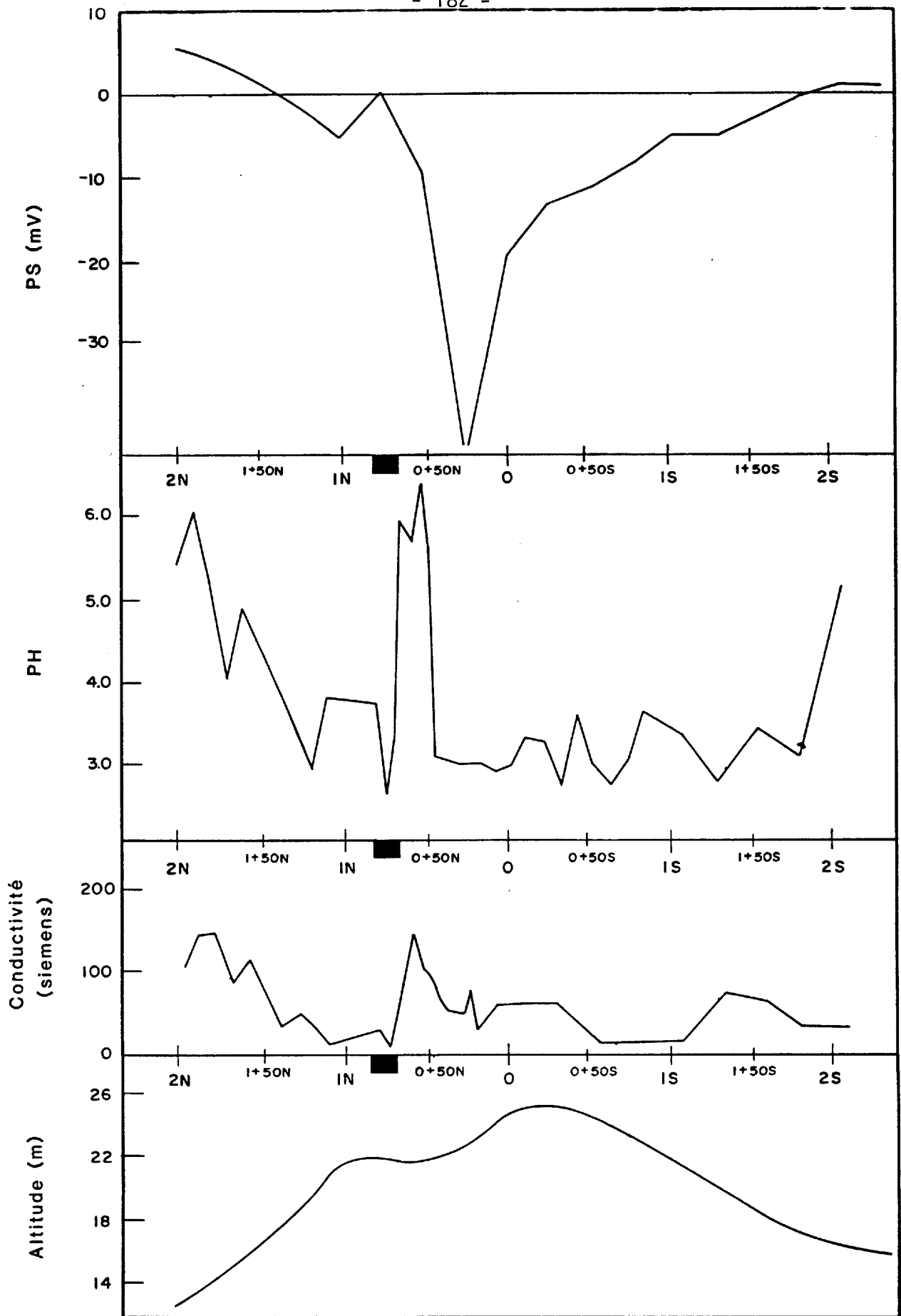


Fig.3.57 Mesures de PS, PH, Conductivité, site Richardson L52E

■ Conducteur de sulfures stériles et/ou graphite



- 183 -

toujours opérant. Pire encore, des "anomalies" très impressionnantes sont causées par la topographie du socle. Nous concluons donc que les mesures de "conductivité" et de pH qu'il préconise n'ont aucun intérêt en exploration minière.

## Chapitre 4

### CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Nous pouvons maintenant, en guise de conclusion, affirmer qu'il est fort possible de prospector les grands axes conducteurs et d'y découvrir des zones enrichies susceptibles de contenir des quantités économiques de minéralisation. Malheureusement, il s'agit, avec la technologie actuelle, d'un exercice coûteux. Il y a cependant un moyen de réduire substantiellement ces coûts de prospection: il s'agit de développer un appareil de prospection électromagnétique adapté à ce problème particulier.

Il ne nous appartient évidemment pas de décider si une campagne d'exploration des grands axes devrait être entreprise. Nous réalisons que des considérations économiques, comme le cours des métaux, seront sans doute les facteurs déterminants dans une telle décision. Nous considérons cependant que le jeu en vaut la chandelle.

Contrairement à ce qu'on dit généralement, ces conducteurs ne sont pas nécessairement graphitiques. Ils contiennent presque tous des quantités appréciables de sulfures. Même le site de Caopatina, choisi comme exemple type de conduction graphitique s'est avéré comprendre aussi des sulfures.

Il est important de réaliser que la conductivité électrique de l'axe conducteur de Richardson, qui comprend à la fois des bandes graphitiques et des bandes sulfureuses, provient de ces dernières. Les bandes graphitiques ne sont presque pas conductrices.



- 185 -

Ceci n'est, de fait, pas particulièrement surprenant si on considère les lithologies rencontrées en Abitibi. Les shistes graphiteux d'Abitibi s'enferment du graphite finement dispersé et sont, du fait du peu de contact entre les grains de graphite, très peu conducteurs contrairement aux bandes de sulfures qui, quoique minces, sont continues et très conductrices.

Nous avons donc des raisons de croire que la majorité des grands axes conducteurs de l'Abitibi sont composés de sulfures et non de graphite, point qu'il y aurait sûrement lieu de vérifier par un échantillonnage systématique et par des mesures de conductivité.

On doit cependant accepter que cette conclusion se limite à l'Abitibi. Le Grenville, par exemple, comprend un grand nombre de bandes conductrices graphitiques. Les greiss du Grenville contiennent en effet des filons continus de graphite qui eux, sont fortement conducteurs.

Rappelons enfin que certains échantillons prélevés sur nos périmètres expérimentaux contenaient des teneurs appréciables en or. On devrait donc considérer sérieusement le potentiel aurifère des grands axes conducteurs.

La stratégie d'exploration des grands axes conducteurs est fort simple. Il faut tout d'abord choisir les régions les plus intéressantes à partir des levés INPUT<sup>(MD)</sup>. On se doit cependant pas se contenter des cartes publiées par le MERQ. Il convient de revenir aux bandes de vol originales et des les interpréter soigneusement. On choisira les régions montrant la plus forte conductance, la plus faible épaisseur et, si possible des indications de plus grande largeur.



Ce travail en vaut la peine. On a démontré qu'on pouvait extraire du levé INPUT<sup>(MD)</sup> autant d'informations géologiques que de la plupart des levés électromagnétiques au sol. Une réponse magnétique est un bon point en faveur d'une cible bien que toutes les masses minéralisées ne soient pas nécessairement magnétiques.

En fait, la seule lacune majeure du levé aéro porté concerne la localisation des anomalies qui laisse souvent à désirer tenant compte des limites des méthodes de navigation.

Il est donc prudent de commencer les travaux au sol, sur la zone choisie, par un levé électromagnétique grossier, par exemple du câble horizontal à 50 m de séparation, pour vérifier la position de la cible.

On pourra cependant sauter cette étape si on a confiance dans le positionnement du levé aérien.

On devra ensuite procéder à un levé gravimétrique tout le long de l'axe conducteur. Des masses de sulfures apparaîtront comme des anomalies gravimétriques positives. Le levé gravimétrique doit absolument être accompagné d'une évaluation sismique de l'épaisseur du mort terrain et d'un excellent contrôle topographique.

Bien que ces dernières procédures augmentent considérablement le coût du levé, il est vital de ne pas les négliger. Les variations d'épaisseurs de mort terrain ont un effet considérable sur le levé gravimétrique. Ne pas corriger le levé pour ces variations fera indubitablement manquer la majorité des masses minéralisées. L'usage du niveau électronique et des sismographes modernes, plus faciles d'utilisation, tend tout de même à réduire quelque peu les coûts associés à cette procédure de contrôle.





- 187 -

Enfin, on forera, pour évaluation finale, toutes les anomalies gravimétriques positives après un levé final de cadre horizontal, très soigné celui là, au-dessus de l'anomalie gravimétrique. Ce dernier levé, peu coûteux permet de s'assurer du pendage et de la profondeur de la cible et minimise ainsi le risque d'erreurs coûteuses lors de l'implantation du forage.

Nous avons mentionné plus haut que le développement d'un système de prospection électromagnétique adapté à l'exploration des grands axes conducteurs réduirait très considérablement les coûts d'exploration des grands axes.

Un tel système électromagnétique, qui n'existe malheureusement pas dans le commerce à l'heure actuelle, se substituerait avantageusement à la fois à la gravité et au cadre horizontal pour un prix à peine supérieur à celui d'un levé soigné de cadre horizontal. Les corrections de mort terrain ne seraient évidemment plus nécessaires.

Nous avons démontré, tant sur le terrain que par des essais en laboratoire, que ce système est réalisable et fonctionnel. Il s'agirait d'un système électromagnétique à cadre vertical, capable de mesurer à la fois l'inclinaison et l'ellipticité dans une gamme de fréquence étendue, particulièrement vers le bas. La gamme de fréquence devrait être, au minimum de 1 Hz à 10 000 Hz. Enfin, cet appareil devrait être léger et peu encombrant. Il devrait être comparable, à ce point de vue, au MAXMIN, très populaire à l'heure actuelle.

Les amas de minéralisation découverts le long d'un axe conducteur par un tel système électromagnétique apparaîtraient comme d'excellents conducteurs à basse fréquence. L'axe principal n'excitant que les hautes fréquences.

Étant donné les avantages évidents d'un tel appareil de prospection électromagnétique et la réduction considérable des coûts d'exploration qu'il permettrait, nous ne pouvons que recommander fortement son développement.

Il y a aussi une autre alternative intéressantes qu'on pourrait considérer. Il s'agit d'analyser le levé INPUT pour localiser les zones peu profondes, affleurantes ou subaffleurantes, puis d'aller voir sur place de quoi il s'agit. On n'aurait qu'à faire quelques tranchées. Cette stratégie ne s'applique évidemment qu'aux régions à faible couverture. Elle a cependant le mérite d'être très économique.

Nous ne recommandons pas l'usage d'aucune autre méthode géophysique ni de la géochimie. C'est que toutes ces méthodes ne rapportent pas, dans ce contexte, d'informations supplémentaires qui justifieraient les dépenses accrues que leur usage entraîneraient.

La méthode TBF pourrait se substituer avantageusement au cadre horizontal lorsque le mort terrain est peu développé mais, malheureusement, uniquement dans ce cas. Étant donné les variations considérables d'épaisseur de mort terrain qu'on rencontre en Abitibi, son usage est très risqué. Le cadre horizontal est préférable.

Les autres méthodes électromagnétiques, même les plus sophistiquées, ainsi que la PP, sont plus coûteuses et ne rapportent pas vraiment d'informations additionnelles. Rien ne justifie leur utilisation.

La géochimie, enfin, s'est avérée une grande déception. Ses résultats sont totalement négatifs. Le niveau de bruit des mesures de géochimie de sol est beaucoup plus élevé que ce qu'on présumait généralement. On en arrive à douter qu'il soit possible d'avoir une anomalie



- 189 -

géochimique significative si la structure sous-jacente n'est pas subaffleurante.

Cette conclusion dépasse le contexte des grands axes conducteurs. Nos résultats permettent de mettre en doute l'efficacité de la pédogéochimie comme méthode d'exploration de détail.

Nous ne pouvons que recommander un travail systématique d'évaluation de la méthode, qui mettrait en lumière à la fois l'amplitude du bruit, dans différents contextes géologiques, les sources de ce bruit (variabilité naturelle, méthodes de prélèvement, méthodes d'analyse, etc.) ainsi que l'amplitude des anomalies qu'il serait raisonnable d'espérer au-dessus de différents types de gisement.

Des simulations numériques à l'aide de modèles simplifiés fourniraient aisément une estimation de l'amplitude des anomalies géochimiques en fonction de la profondeur de la cible et de la perméabilité de la couverture.

On pourrait alors, disposant d'évaluations honnêtes du signal et du bruit géochimique, se faire une opinion de la valeur de cette méthode.

Enfin, parmi ses bénéfices marginaux, le projet a permis de démontrer l'utilité des méthodes indirectes en cartographie géologique et a établi un site d'essai particulièrement bien documenté pour la mise au point et la vérification de nouveaux outils d'exploration.

L'utilisation de méthodes géophysiques, particulièrement des levés aéroportés doit être recommandée fortement aux géologues qui établissent une carte géologique. Ces méthodes peu coûteuses font ressortir des structures qui n'apparaissent pas en affleurement. Elles



- 190 -

permettent aussi de localiser précisément failles et contacts même en l'absence de tout affleurement.

Finalement le périmètre d'essai du canton de Richardson constitue sans doute le site expérimental le mieux documenté au pays. Un tel site, disposant d'un excellent contrôle géologique, est rare tout en étant essentiel lorsqu'on veut mettre au point un nouvel outil de prospection minière.

Il y a donc lieu de préserver ce périmètre. Nous recommandons donc qu'il soit soustrait à l'exploration forestière, que des repères topographiques permanents soient installés et que les forages soient clôturés pour assurer leur préservation.

Il serait aussi fort souhaitable que les repères topographiques soient visibles du haut des airs pour permettre la calibration des systèmes de prospection aéroportés et que le réseau de lignes existant soit entretenu périodiquement.

### RÉFÉRENCES

- ALLARD, G.O., CATHY, J.L., CHOWN, E.H., CIMON, J., CORBEIL, A. et BAKER, D. (1979). Stratigraphie et métallogénie de la région de Chibougamau. Réunion annuelle conjointe de l'Association géologique du Canada et l'Association minéralogique du Canada. Université Laval, Québec, 23 au 25 mai 1979, livret-guide de l'excursion B-1, 95 pages.
- ATCHUTA Rao, D. et RAM BADU, H.V. (1983), Quantitative interpretation of self-potential anomalies due to two-dimensional sheet-like bodies, Geophysics, Vol. 48, N° 12, pages 1659-1664.
- BEAULIEU, Y. (1984), Pétrographie des Formations Gilman, Blondeau et Chebistuan dans le canton Richardson, région de Chibougamau, Québec, Projet de fin d'études, Département de génie minéral, École Polytechnique de Montréal, 76 pages.
- BÉRUBÉ, P. (1984), Levé de polarisation provoquée PPL: lac Waconichi, Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, Rapport soumis par la firme Sagax Géophysique Inc., Mars 1984, 21 pages, 7 cartes.
- CATY, J.L. (1975), Géologie de la demie ouest du canton de Richardson, MERQ, Rapport intérimaire DP-342, 11 pages.
- CATY, J.L. (1976), Géologie de la demie est du canton de Richardson, MERQ, DPV-447, 11 pages.
- CATY, J.L. (1978), Canton de Richardson, Ministère des Richesses Naturelles du Québec, Rapport intérimaire, DP-606, 34 pages.

CLOUTIER, M.A. (1985), Lithogéochimie et pédogéochimie comme outils d'évaluation du potentiel minéral d'un grand axe conducteur dans le canton de Richardson, région de Chibougamau, M.Sc.A., Département de génie minéral, École Polytechnique de Montréal, 303 pages.

CODA, R. (1969). Forages Umex. Ministère Énergie et Ressources, Rapport GM-25404.

DESAUTELS, S. (1985), Pétrographie et minéragraphie de quatre forages stratigraphiques effectués dans le canton Richardson, région de Chibougamau, Projet de fin d'études, Département de génie minéral, École Polytechnique de Montréal, 89 pages.

DUMONTIER, M. (1978), Géochimie des sédiments de ruisseau, canton de Richardson, Ministère Énergie et Ressources, DP-571, 15 pages.

DUQUETTE, G. (1970), Stratigraphie de l'archéen et relations métallogéniques dans la région de Chibougamau, Étude spéciale 8, Service des gîtes minéraux, Québec, 18 pages.

GILBERT, J.E. (1955), Rapport géologique 64, carte #1028.

GOBEIL, A. et RACICOT, D. (1983), Carte lithostratigraphique de la région de Chibougamau, Ministère Énergie et Ressources, MM 83-02, 14 pages.

GOVETT, G.J.S. (1976). Detection of deeply buried and blind sulphide deposits by measurement of  $H^+$  and conductivity of closely spaced surface soil samples. Journal of geochemical exploration, No 6, pp. 359-382.



KEATING, P. (1985), Interprétation de données magnétiques et électromagnétiques aéroportées, lac Waconichi, Rapport soumis au Ministère Énergie et Ressources.

LABRECQUE, PAUL, (1984) L'UTEM: une présentation de la méthode et une analyse des résultats d'un relevé dans la région de Chibougamau, projet de fin d'études, Ecole Polytechnique, Montréal.

LABRECQUE, PAUL, (1986), Détection d'une augmentation de conductance par électromagnétisme, Thèse de maîtrise, Ecole polytechnique, Montréal.

LAMONTAGNE, Y.L. (1975). Applications of wide-band time domain EM measurements in mineral exploration. Thèse de doctorat, Université de Toronto, Ontario.

LAS FARGUES, P. (1957), Prospection électrique par courants continus, Masson & Cie.

MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES RESSOURCES DU QUEBEC (1976), Levé aérien Input, région de la Dauversière, DP-825, 8 cartes.

MARTINEAU, G. (1984), Géologie du quaternaire de la région de Chibougamau, Rapport intérimaire, Ministère Énergie et Ressources, Et 83-20, 15 pages.

MAYRAND, L. (1984), Modélisation de levés de polarisation provoquée de type Pôle-Pôle, Rapport présenté à la Direction de la recherche de l'École Polytechnique, Département de génie minéral, Novembre 1984, 187 pages.

MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES RESSOURCES DU QUEBEC (1978), Levé aérien Input, région de la rivière Chibougamau, DP-829, 36 cartes.

MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES RESSOURCES DU QUEBEC (1980), Levé aéroporté Input dans la région de Waconichi, DP-749, 39 cartes.

MURTY, B.V.S. et HARIDCHARAN, P. (1985), Nomogram for the complete interpretation of spontaneous potential profiles over sheet-like and cylindrical two-dimensional sources, Geophysics, Vol. 150, No.7, pages 1127-1135.

- SABOURIN, J. (1985), Analyse discriminante et de correspondance sur des données géochimiques d'humus dans le canton Richardson, Projet de fin d'études, Département de génie minéral, École Polytechnique de Montréal, 171 pages.
- SIMONEAU, CORMIER, CLOUTIER (1978), Diamond drilling program Hazeur-Gamache townships, Quebec, Falconbridge Nickel Mines Ltd., Fiche gîte #33659.
- SMEE, B.W. (1983), Laboratory and field evidence in support of electro-geochemically enhanced ionic diffusion through glaciolacustrine sediment, Thèse de doctorat, University of New-Brunswick, 477 pages.
- STOCKWELL (1970). Structural provinces and sub provinces of the Canadian Shield. Dans: "Geology and economic minerals of Canada" (R.J.W. Douglas éditeur), Commission Géologique du Canada, Economic Geology, Report No. 1, p. 46.
- TELFORD, W.M. et GELBART, L.P. (1982), Applied geophysics, Cambridge University Press, London, New-York.
- THÉRIAULT, G. et LAVOIE, C. (1983), Rapport géophysique, Soquem, GM 30157.
- TRUDEL, P., BAZINET, R. et al. (1984), Évaluation du potentiel minéral d'un grand axe conducteur identifié par les relevés INPUT dans le canton Richardson région de Chibougamau, Rapport intérimaire, Ministère Énergie et Ressources, MM 83-02, 14 pages.



Annexe A

Journaux de sondages de 1984  
Site Richardson

Forage: # 1

Canton: Richardson

Coordonnées du collet: Ligne 56, 0 + 20 Sud

Direction/inclinaison: 349°, 45°

Longueur: 500 pieds

Dimension de la carotte: BQ

Foré par: Forages du Nord, Chibougamau

Examiné par: Pierre Trudel

De:	À:	Description	Lame aince	Section polie	Analyse chimique	Numéro d'échan.
0	26	Mort-terrain				
26	55	Formation Chebistuan: grès avec des passées d'argilite; aucune minéralisation. Le grès est gris et feldspathique.	x			84-1-1
55	56.2	Grès avec passées d'argilite à grenat; aucune minéralisation.	x			84-1-2
56.2	152.7	Interstratification de grès gris et de pélite noire: pas de minéralisation				
		60.0 - 61.3: amphibolite d'origine sédimentaire	x			84-1-4
		76.5 - 77.5: amphibolite d'origine sédimentaire	x			84-1-3
		90 - 100 : plus d'argilite noire schisteuse				
		110 - 113.5: amphibolite d'origine sédimentaire				
		130.5 - 135: amphibolite d'origine sédimentaire				
		145.0 - 146: 1% pyrrhotine				
		147.5 - 150: amphibolite d'origine sédimentaire				
		150.5 - 152: 2% pyrrhotine				
152.7	155.3	Grès cisailé? 5-10% pyrite	x	x	x	84-1-5
155.3	166	Formation Blondeau: Shale noir graphiteux; graphite pratiquement pur - traces de sulfures seulement				
166	183	Le shale noir graphiteux contient plus de pyrite (5% en moyenne, avec des passées plus riches)		x	x	84-1-6
183	185	Tuf gris; traces sulfures	x			84-1-7
185	186.3	Shale noir graphiteux				
186.3	188.5	Tuf gris; traces sulfures	x			84-1-8
188.5	193.0	Shale noir graphiteux; 5% pyrite		x	x	84-1-9

## Forage: # 1 (suite)

De:	A:	Description	Lame mince	Section polie	Analyse chimique	Numéro d'échan.
193.0	194.8	Tuf verdâtre (mafique); 3% sulfures (pyrite) 194 - 194.3: 2% pyrrhotine		x	x	84-1-10
194.8	196.7	Schiste à chlorite parcouru de veinules de calcite; pas de sulfures	x			84-1-11
196.7	198	Shale noir graphiteux 197.8 - 198: 60% pyrite, 5-10% pyrrhotine		x	x	84-1-12
198	201.2	Interstratification de tuf vert et de shale noir graphiteux; 10% pyrite		x	x	84-1-13
201.2	213.2	Tuf parcouru de petites veinules d'épidote + calcite + sulfures; 3% pyrrhotine en moyenne	x			84-1-14
213.2	346.0	Formation Gilman: Amphibolite grenatifère de couleur verte, avec veinules d'épidote et peu de sulfures (1%) Entre 221.0 - 280.0: - pyrrhotine à grains fins disséminée dans la roche: ± 2-5% - pyrrhotine et pyrite disséminées à massives dans les fractures: ± 2-15% Quelques laminations plus siliceuses (bordures de coussins?) contiennent 10 à 20% de sulfures (pyrrhotine et pyrite) sur 1" d'épaisseur: 226.7, 228, 228.3, 233.3, 234.7, 238.3, 241.7, 275.6, 287.6, 287.6, 289.7 246.3 - 246.7: 14% pyrite, 6% magnétite Veine de calcite: 294.0 - 294.4 302.5 - 303.0: zone de brèche à ciment de calcite; pas de sulfures.	x			84-1-15
346.0	352.7	Dyke de tonalite à cristaux rosés	x			84-1-17
352.7	421	Amphibolite noire à grains fins; pas de grenat 354.3 - 355.0: veine de quartz sans sulfures Très peu de sulfures (traces); il y a de minces bandes épidotisées qui pourraient être des bordures de coussins	x			84-1-18
421	424.2	Gabbro; pas de sulfures	x			84-1-19
424.2	437.5	Amphibolite noire à grain fin, pas de sulfures	x			84-1-20
437.5	443.3	Gabbro; pas de sulfures	x			84-1-21
443.3	476.3	Amphibolite noire à grain fin, pas de sulfures				
476.3	477.4	Gabbro sans sulfures				
477.4	500	Amphibolite noire à grains fins; pas de sulfures, ni grenat 482.0 - 482.7: zone silicifiée	x			84-1-22

Forage: # 2

Canton: Richardson

Coordonnées du collet: Ligne 50, 0 + 40 Nord

Direction/inclinaison: 349°/45°

Longueur: 600 pieds

Dimension de la carotte: BQ

Foré par: Forages du Nord, Chibougamau

Examiné par: Pierre Trudel

De:	A:	Description	Lame mince	Section polie	Analyse chimique	Numéro d'échan.
0	19	Mort-terrain				
19	31.5	Formation Chebistuan: schiste à chlorite et mica, traces de pyrite	x			84-2-1
31.5	34.9	Grès et shale noir				
34.9	36.8	Grès; 1% pyrite				
36.8	39.2	Shale noir				
39.2	46.8	Grès, 1% pyrite, petites passées argileuses				
46.8	47.8	Shale noir graphiteux				
47.8	54.5	Grès avec de très minces passées de shale noir graphiteux				
54.5	56	Shale noir graphiteux				
56	58.5	Grès avec de très minces passées de shale noir graphiteux				
58.5	60.5	Shale noir graphiteux, localement 1-2% pyrite				
60.5	64.5	Grès avec de très minces passées de shale noir graphiteux				
64.5	66.7	Shale noir graphiteux				
66.7	67.7	Veine de quartz laiteux, sans sulfure				
67.7	70.7	Schiste à chlorite et carbonate, sans sulfure.	x			84-2-2
70.7	71.8	Shale noir graphiteux				
71.8	77.0	Schiste à chlorite et carbonate contenant < 2% pyrite	x			84-2-3

Forage: # 2 (suite)

De:	A:	Description	Lame mince	Section polie	Analyse chimique	Numéro d'échan.
77.0	88	Schiste à épidote et chlorite à grain fin contenant de très petits yeux de quartz bleuté (microgabbro quartzique?); 1% pyrite	x			84-2-4
88	89	Shale noir graphiteux; 2% pyrite				
89	95.8	Schiste à épidote et chlorite à fragments de quartz	x			84-2-5
95.8	117.9	Grès feldspathique. La roche est verdâtre et ressemble assez à la précédente, sauf pour l'absence de quartz bleuté; 117.6 - 117.9 = 5% pyrite	x			84-2-6
117.9	120.9	Formation Blondeau: shale noir contenant de 5 à 50% de nodules et de laminations de pyrite		x	x	84-2-7
120.9	127.7	Shale noir interstratifié avec grès à grains fins; 10% de sulfures en laminations (pyrite, pyrrhotine)		x	x	84-2-8
127.7	142.1	Grès gris à grain grossier avec passées d'argilite noire; beaucoup moins de sulfures ( 1%) 129 - 130: amphibolite d'origine sédimentaire 133.5 - 135: amphibolite d'origine sédimentaire	x			84-2-9
142.1	172.5	Formation Gilman: Amphibolite grenatifère vert foncé, foliée, à grains fins, 142.1 - 154.8; bonnes passées de pyrite, pyrrhotine + chalcopryrite: 5 - 10%	x	x	x	84-2-10
		154.8 - 156.2: 60% pyrrhotine		x	x	84-2-11
		156.2 - 172.5: 5% pyrrhotine sulfures, avec des passées beaucoup plus riches		x	x	84-2-12
		170.0 - 172.5: 8% de magnétite				
172.5	177.8	Monzonite quartzifère	x			84-2-13
177.8	238	Amphibolite du Gilman, très grenatifère: passées très riches en pyrrhotine; en général, 2% sulfures	x			84-2-14
		187.2 - 191.2: 50% pyrrhotine		x	x	84-2-15
		193.2 - 195.0: 25% pyrrhotine			x	84-2-16
		199.0 - 202.6: 25% pyrrhotine, 10% magnétite		x	x	84-2-17
		206.7 - 207.4: 60% pyrrhotine			x	84-2-18
		220.7 - 221.4: 70% pyrrhotine, magnétite		x	x	84-2-19
		228.2 - 229.5: 50% pyrrhotine			x	84-2-20
238	241	Forage perdu				
241	247.7	Amphibolite grenatifère: peu de sulfures	x			84-2-21
247.7	248.7	Gabbro	x			84-2-22

## Forage: # 2 (suite)

De:	A:	Description	Lame mince	Section polie	Analyse chimique	Numéro d'échan.
248.7	293	Amphibolite grenatifère: généralement 1% sulfures, sauf: 251.0 - 251.2: 25% pyrrhotine, magnétite (3%) 254.0 - 254.3: 25% pyrrhotine		x	x	84-2-23
293	307.6	Amphibolite sans grenat: traces de sulfures seulement, couleur noire, grain fin	x			84-2-24
307.6	311.5	Monzograbbo quartzifère	x			84-2-25
311.5	332.5	Amphibolite noire à grain fin, avec très peu de sulfures				
332.5	335.7	Dyke de monzonite quartzifère	x			84-2-26
335.7	600	Amphibolite noire à grain fin, sans grenat. Peut-être des bordures de coussins entre 345 et 355. Très peu de sulfures 360.3 - 362.1: Tuf ou brèche de coulée? 370.5 - 600 : Tuf ou amphibolite cisailée? 400.6, 402.0 - 402.3, 405.5 à 406.1: schiste à épidote à passées quartziques 427.5 - 428 : Petit dyke de gabbro porphyrique 445.6 - 449.8: Amphibolite 450.6 à 451.0: Amphibolite verte très riche en grenat, 1% sulfures 451.0 à 454.8: Amphibolite verte 454.4 à 454.8: Granophyre 465 à 466 : 2 petits filons (2") de microgabbro 527.5 - 536 : amphibolite plus verte et grenatifère 562.7 - 567.2: dyke de diorite grise homogène	x			84-2-27
			x			84-2-28
			x			84-2-29
			x			84-2-30
			x			84-2-31

Forage: # 3

Canton: Richardson

Coordonnées du collet: Ligne 36, 0 + 25 Nord

Direction/inclinaison: 349°/45°

Longueur: 500 pieds

Dimension de la carotte: BQ

Foré par: Forage du Nord, Chibougamau

Examiné par: Pierre Trudel

De:	A:	Description	Lame mince	Section polie	Analyse chimique	Numéro d'échan.
0	94	Mort-terrain				
94	194	Formation Chebistuan: grès gris clair, d'aspect assez siliceux, localement conglomératique; folié; 1 à 5% de sulfures (pyrite, pyrrhotine)	x			84-3-1
		137 - 143 10% sulfures (1% pyrite, 9% pyrrhotine)		x	x	84-3-2
		151 - 156.5 bréchification avec 10% pyrrhotine		x	x	84-3-3
		156.5 - 158.5 schiste à chlorite et hornblende	x			84-3-4
		172.5 - 194 dyke de gabbro	x			84-3-5
194	287	Schiste à épidote à fragments de quartz, ne contient que des sulfures disséminés, quelques veines de quartz et des passées plus siliceuses.	x			84-3-6
287	292.2	La roche est plus bréchifiée; veines de quartz et minéralisation en sulfures: 25% (20% pyrrhotine, 5% pyrite)		x	x	84-3-7
292.2	297.5	Schiste à épidote et hornblende, non-minéralisé	x			84-3-8
297.5	298	Formation Blondeau: shale noir très graphiteux				
298	301	Schiste à séricite et chlorite	x			84-3-9
301	311.5	Gabbro porphyrique, non-minéralisé	x			84-3-10
311.5	312	Shale noir graphiteux; 10% pyrite, 2% pyrrhotine		x	x	84-3-11
312	341.3	Schiste à épidote et séricite, très peu de minéralisation sauf veines de quartz avec pyrite et pyrrhotine de: 321.2 - 321.5; 335.8 - 335.9; 339.0 - 339.4	x			84-3-12
				x	x	84-3-13
341.3	348	Minéralisation intermittente de pyrrhotine, pyrite et chalcopryrite; en moyenne 5% de sulfures avec une passée de pyrrhotine semi-massive de 345.8 à 346.2		x	x	84-3-14

Forage: # 3 (suite)

De:	A:	Description	Lame mince	Section polie	Analyse chimique	Numéro d'échan.
348	352.5	Schiste à biotite, non-minéralisé à intraclasts de shale	x			84-3-15
352.5	354	Schiste quartzeux avec intraclasts de shale noir	x			84-3-16
354	391.7	Schiste à hornblende et épidote parcouru de veinules de calcite et de quartz; 5% pyrrhotine et chalcopryrite de 357.5 - 357.7.	x			84-3-17
		361.9 - 362.3: brèche de pyrrhotine + sphalérite avec chalcopryrite 80% sulfures englobant des fragments de shale noir		x	x	84-3-18
391.7	395	Métagabbro				
395	402.8	Schiste à épidote et chlorite à fragments de quartz interstratifié avec des argilites noires graphiteuses	x			84-3-19
		399.4 - 402.8: 80% pyrite et pyrrhotine		x	x	84-3-20
402.8	410	Roche verte schisteuse				
410	410.7	Amphibolite d'origine sédimentaire	x			84-3-21
410.7	414	Argilites noires et vertes grenatifères; 2 à 10% pyrite et pyrrhotine		x	x	84-3-22
414	416	Grès gris plus massif				
416	420	Formation Gilman: amphibolite verte grenatifère	x			84-3-23
		416.0 - 418.7 bonne section minéralisée; 0 - 50% sulfures: 10% pyrite et 40% pyrrhotine		x	x	84-3-24
420	425	Amphibolite grenatifère; 5% sulfures (pyrite et pyrrhotine)		x	x	84-3-25
425	430	Amphibolite à grenat: traces de sulfures	x			84-3-26
430	431.7	Amphibolite à grenat; 2% sulfures				
431.7	432.5	Gabbro				
432.5	433.5	Amphibolite à grenat; traces de sulfures				
433.5	434	Gabbro				
434	434.5	Amphibolite à grenat; traces de sulfures				
434.5	436	Gabbro				



Forage: # 3 (suite)

De:	A:	Description	Lame since	Section polie	Analyse chimique	Numéro d'échan.
436	439.3	Amphibolite à grenat; 1% sulfures				
439.3	440	Gabbro				
440	443	Amphibolite à grenat; 1% sulfures en veinules				
443	445	Gabbro				
445	476.5	Amphibolite à grenat; 1% sulfures en moyenne mais 10% pyrite et pyrrhotine de 450 - 451.1 Quelques passées silicifiées et d'autres carbonatisées, mais teneur faible en sulfures (1%)		x	x	84-3-27
476.5	481.3	Gabbro				
481.3	489.3	Amphibolite noire foliée, à grenat; 1% sulfures				
489.3	491.7	Gabbro				
491.7	495	Amphibolite noire foliée; 1% sulfures; veinules d'épidote	x			84-3-28
495	500	Gabbro				
500	501	Amphibolite noire foliée				

Forage: # 4

Canton: Richardson

Coordonnées du collet: Ligne 5, 0 + 50 Sud

Direction/inclinaison: 349°/45°

Longueur: 570 pieds

Dimension de la carotte: BQ

Foré par: Forages du Nord, Chibougamau

Examiné par: Pierre Trudel

De:	À:	Description	Lame mince	Section polie	Analyse chimique	Numéro d'échan.
0	20	Mort-terrain				
20	21	Dyke de tonalite	x			84-4-1
21	45.1	Filon - couche de Ventures: gabbro très riche en amphibole contenant des yeux de quartz bleu très caractéristiques (gabbro quartzifère) 21.4 veinule de calcite 22.7 veinule de calcite	x			84-4-2
45.1	64	Contact avec un gabbro de couleur moins foncée (vert plus pâle, sans quartz)	x			84-4-4
64	66	Zone fracturée et silicifiée, sans minéralisation				
66	73.8	Même gabbro verdâtre à texture ophitique (lattes de plagioclase) caractéristique du gabbro Ventures	x			84-4-5
73.8	82.5	Gabbro plus grenu, plus foncé et plus riche en pyroxène	x			84-4-6
82.5	83.7	Le gabbro contient des veinules de calcite + pyrrhotine: 5 à 25% + traces chalcopryrite, tr. sphalérite		x	x	84-4-7
83.7	85.7	Formation Blondeau: shale noir avec nodules et laminations de pyrite; pyrite et pyrrhotine ≈ 5%		x	x	84-4-8
85.7	93.7	Les nodules de pyrite deviennent très abondants, accompa- gnés de veinules de pyrrhotine; 50% sulfures (pyrite et pyrrhotine)		x	x	84-4-9
93.7	101	Grès feldspathique du Blondeau interstratifié avec des shales noirs: pas de sulfure	x			84-4-10

Forage: # 4 (suite)

De:	A:	Description	Lame mince	Section polie	Analyse chimique	Numéro d'échan.
101	105.8	Shales noirs graphiteux; moyenne $\approx$ 10% sulfures (pyrite) (traces de sphalérite)		x	x	84-4-11
105.8	109	Gabbro cisailé?	x			84-4-12
109	114.4	Shale noir graphiteux interstrafié avec des grès; 5% de sulfures (pyrite, pyrrhotine) traces de sphalérite		x	x	84-4-13
114.4	118	Gabbro grenu avec quartz bleu intersticiel	x			84-4-14
118	120	Gabbro avec quartz	x			84-4-15
120	131.5	Gabbro quartzifère (quartz bleu)	x			84-4-16
131.5	132	Zone bréchifiée; ciment de calcite				
132	156	Gabbro quartzifère				
156	161	Formation Blondeau: shale noir graphiteux; $\approx$ 10% pyrrhotine et pyrite avec traces de chalcopryrite		x	x	84-4-17
161	169	Gabbro; minéralisation en pyrrhotine ( $\approx$ 10% de 168 à 169)		x	x	84-4-18
169	171.5	Formation Blondeau: shale noir graphiteux; 5-10% pyrite		x	x	84-4-19
171.5	176	Gabbro				
176	183	Formation Blondeau: shale noir graphiteux; $\approx$ 10% pyrite + pyrrhotine		x	x	84-4-20
183	186	Gabbro bréchifié; 10% pyrrhotine		x	x	84-4-21
186	200	Gabbro typique de Ventures	x			84-4-22
200	220	Gabbro avec des passées plus pyroxénitiques	x			84-4-23
220	239	Gabbro				
239	245.5	Pyroxénite				
245.5	246.5	Pyroxénite avec sulfures disséminés: 2% pyrrhotine + chalcopryrite		x	x	84-4-24
246.5	280	Gabbro avec quartz intersticiel bleu	x			84-4-25
		261 - 262, sulfures disséminés: 2% pyrrhotine + pyrite		x	x	84-4-26
280	300	Gabbro de Ventures				

Forage: # 4 (suite)

De:	A:	Description	Lame mince	Section polie	Analyse chimique	Numéro d'échan.
300	309	Pyroxénite grenue				
309	321	Apparition des premiers plagioclases, et passage graduel au gabbro de Ventures	x			84-4-27
321	321.5	Dyke de gabbro	x			84-4-28
321.5	387.5	Pyroxénite avec 10% de leucoxène; quelques passées gabbroïques	x			84-4-29
387.5	410	Péridotite serpentinisée (magnétique) avec des passées talqueuses	x			84-4-30
410	419.5	Formation Blondeau: grès bien minéralisé; moyenne 10-15% pyrrhotine + pyrite, traces de chalcopryrite		x	x	84-4-31
419.5	433	Pyroxénite verte à grain fin, peu magnétique				
433	499	Péridotite noire très magnétique; quelques veines de calcite (aspect arbré)				
499	507.5	Pyroxénite verte, moins magnétique; 1% pyrite disséminée				
507.5	508.3	Formation Gilman? tuf; 60% pyrite + pyrrhotine		x	x	84-4-32
508.3	509.4	Tuf; 5% pyrrhotine et traces de chalcopryrite		x	x	84-4-34
509.4	568	Schiste quartzeux à séricite, ne contenant que quelques veinules de sulfures (≈ 1% pyrite + pyrrhotine). La roche est gris verdâtre avec des passées plus claires, très schisteuse (ou litée?), et de 520 à 538 contient 25% <i>sphalerite</i> sulfures (pyrite, pyrrhotine et chalcopryrite); il y a encore de belles minéralisations (20% sulfures) de 541 à 552; puis seulement de rares veinules; quelques fragments par endroits	x	x	x	84-4-33
				x	x	84-4-36
568	569	Tuf à grain plus fin et plus gris (moins verdâtre); traces de sulfures seulement	x			84-4-37



## Annexe B

Tableau des assemblages de minéraux opaques  
dans les échantillons des 4 forages stratigraphiques

Numéros des sections polies	84-1-5	84-1-6	84-1-9	84-1-10	84-1-12	84-1-13	84-1-16
Minéraux Observés							
% de minéraux opaques dans la section polie	25	20	28	15	25	45	25
Pyrite	98	99	93	100	94	100	70
Pyrrhotine	-	-	-	-	5	Tr	-
Ilménite	-	1	Tr	-	Tr	-	1
Rutile	2	Tr	7	Tr	1	Tr	-
Hématite	Tr	-	Tr	-	-	-	-
Leucoxène	-	-	-	-	-	-	-
Sphalérite	-	Tr	-	Tr	-	-	-
Chalcopyrite	-	-	Tr	-	Tr	-	-
Magnétite	-	-	-	-	-	-	29
Graphite	-	-	-	-	Tr	-	-

Tableau : Assemblages de minéraux opaques dans les échantillons du forage stratigraphique 84-WA-1, avec le pourcentage de minéraux opaques dans chaque échantillon et la proportion relative de chacun.

Numéros des sections polies	84-2-7	84-2-8	84-2-10	84-2-11	84-2-12	84-2-15	84-2-17
Minéraux Observés							
% de minéraux opaques dans la section polie	98	75	55	60	60	50	42
Pyrite	100	80	29	-	5	-	-
Pyrrhotine	Tr	15	70	98	55	95	90
Ilménite	Tr	1	1	2	Tr	5	3
Rutile	-	1	-	-	-	-	-
Hématite	-	-	-	-	-	-	-
Leucoxène	-	-	-	-	-	-	-
Sphalérite	-	3	-	-	-	-	-
Chalcopyrite	-	Tr	-	Tr	Tr	-	-
Magnétite	-	-	-	-	40	Tr	7

Tableau : Assemblages de minéraux opaques dans les échantillons du forage stratigraphique 84-WA-2, avec le pourcentage de minéraux opaques dans chaque échantillon et la proportion relative de chacun.

Numéros des sections polies	84-2-19	84-2-23
Minéraux observés		
% de minéraux opaques dans la section polie	60	50
Pyrite	-	-
Pyrrhotine	94	95
Ilménite	3	3
Rutile	-	-
Hématite	-	-
Leucoxène	-	-
Sphalérite	-	-
Chalcopyrite	Tr	Tr
Magnétite	3	2

Tableau : (suite et fin)



Numéros des sections polies	84-3-2	84-3-3	84-3-7	84-3-11	84-3-13
Minéraux observés					
% de minéraux opaques dans la section polie	25	27	30	45	20
Pyrite	5	1	5	74	60
Pyrrhotine	95	99	94	24	39
Ilménite	-	-	Tr	-	1
Rutile	Tr	Tr	-	1	-
Hématite	-	-	-	-	-
Leucoxène	-	Tr	1	1	Tr
Sphalérite	-	-	Tr	-	-
Chalcopyrite	-	-	-	Tr	-
Magnétite	-	-	-	-	-

Tableau : Assemblages de minéraux opaques dans les échantillons du forage stratigraphique 84-WA-3, avec le pourcentage de minéraux opaques dans chaque échantillon et la proportion relative de chacun.

Numéros des sections polies	84-3-14	84-3-18	84-3-20	84-3-22	84-3-24	84-3-25	83-3-27
Minéraux Observés							
% de minéraux opaques dans la section polie	85	5	90	35	60	60	20
Pyrite	-	-	98	90	3	95	88
Pyrrhotine	100	15	2	10	90	5	10
Ilménite	Tr	-	-	Tr	2	Tr	1
Rutile	-	-	Tr	-	-	-	-
Hématite	-	-	-	-	-	-	-
Leucoxène	-	-	-	-	-	-	-
Sphalérite	Tr	60	-	-	-	-	-
Chalcopyrite	-	25	-	-	-	-	-
Magnétite	-	-	-	-	5	Tr	1

Tableau : (suite et fin)

Numéros des sections polies	84-4-7	84-4-8	84-4-9	84-4-11	84-4-13	84-4-17	84-4-18
Minéraux observés							
% de minéraux opaques dans la section polie	15	18	50	15	25	25	5
Pyrite	5	50	60	99	65	99	25
Pyrrhotine	93	49	40	Tr	34	-	-
Ilménite	Tr	1	-	Tr	Tr	1	60
Rutile	-	-	Tr	-	1	-	-
Hématite	-	-	-	-	-	-	-
Leucoxène	2	Tr	-	Tr	Tr	Tr	15
Sphalérite	Tr	-	-	1	Tr	-	-
Chalcopyrite	-	-	-	Tr	-	-	-
Magnétite	-	-	-	-	-	-	-

Tableau : Assemblages de minéraux opaques dans les échantillons du forage stratigraphique 84-WA-4, avec le pourcentage de minéraux opaques dans chaque échantillon et la proportion relative de chacun.

Numéros des sections polies	84-4-19	84-4-20	84-4-24	84-4-26	84-4-31	84-4-32	84-4-34
Minéraux observés							
% de minéraux opaques dans la section polie	20	25	5	7	55	85	25
Pyrite	94	29	-	55	-	10	-
Pyrrhotine	5	69	17	-	100	90	100
Ilménite	1	2	65	44	Tr	Tr	Tr
Rutile	-	-	-	-	Tr	-	-
Hématite	-	-	-	-	-	-	-
Leucoxène	Tr	-	15	1	-	-	-
Sphalérite	-	-	-	-	-	-	-
Chalcopyrite	-	Tr	3	-	-	-	Tr
Magnétite	-	-	-	-	-	-	-

Tableau : (suite 1)

Numéros des sections polies	84-4-35	84-4-36
Minéraux observés		
% de minéraux opaques dans la section polie	10	5
Pyrite	95	78
Pyrrhotine	-	20
Ilménite	1	2
Rutile	-	-
Hématite	-	-
Leucoxène	Tr	-
Sphalérite	4	-
Chalcopyrite	-	-
Magnétite	-	-

Tableau : (suite 2 et fin)



## Annexe C

Analyses chimiques pour  
Ag, Au, Cu, Ni et Zn des sections minéralisées





Gouvernement du Québec  
Ministère de l'Énergie  
et des Ressources

DATE: 85/05/02

At Monsieur Pierre Trudel  
A/S M. LUC CHARBONNEAU  
Service de la Géologie, MER  
1620, boul. de l'Entente  
QUÉBEC (Québec)  
G1S 4N6

Numéro de dossier : 357  
Numéro du projet : R  
Série : 84-026240 à 84-026285

Centre de Recherches minérales  
Direction de l'Analyse et du Contrôle  
Complexe Scientifique  
2700, rue Einstein  
SAINTE-FOY, (Québec), G1P 3W8

		R E S U L T A T								
+ DESIGNATION		: 84-1-12 GEOL.		84-1-13 GEOL.		84-1-16 GEOL.		84-2- 7 GEOL.		
+ NO.LABORATOIRE		: 84-026244		84-026245		84-026246		84-026247		
+ Ag	:	<250	ppb	<250	ppb	<250	ppb	<250	ppb	:
+ Au	:	<15	ppb	<15	ppb	2,0	g/t	20	ppb	:
+ Cu	:	170	ppm	100	ppm	160	ppm	23	ppm	:
+ Ni	:	89	ppm	50	ppm	92	ppm	54	ppm	:
+ Zn	:	82	ppm	130	ppm	94	ppm	210	ppm	:

Annexe (suite 1)





Gouvernement du Québec  
Ministère de l'Énergie  
et des Ressources

DATE: 85/05/02

À: Monsieur Pierre Trudel  
A/S M. LUC CHARBONNEAU  
Service de la Géologie, MER  
1620, boul. de l'Entente  
QUÉBEC (Québec)  
G1S 4N6

Numéro de dossier : 357  
Numéro du projet : R  
Série : 84-026240 à 84-026285

Centre de Recherches minérales  
Direction de l'Analyse et du Contrôle  
Complexe Scientifique  
2700, rue Einstein  
SAINTÉ-FOY, (Québec), G1P 3W8

		R E S U L T A T							
+ DESIGNATION		: 84-2-8 GEOL.		84-2-10 GEOL.		84-2-11 GEOL.		84-2-12 GEOL.	
+ NO.LABORATOIRE		: 84-026248		84-026249		84-026250		84-026251	
+ Ag	: <250 ppb	: <250 ppb	: <250 ppb	: <250 ppb	: <250 ppb	: <250 ppb	: <250 ppb	: <250 ppb	: <250 ppb
+ Au	: 23 ppb	: <15 ppb	: 23 ppb	: <15 ppb	: 23 ppb	: <15 ppb	: <15 ppb	: <15 ppb	: <15 ppb
+ Cu	: 54 ppm	: 78 ppm	: 170 ppm	: 70 ppm	: 70 ppm	: 70 ppm	: 70 ppm	: 70 ppm	: 70 ppm
+ Ni	: 75 ppm	: 100 ppm	: 110 ppm	: 100 ppm	: 100 ppm	: 100 ppm	: 100 ppm	: 100 ppm	: 100 ppm
+ Zn	: 240 ppm	: 120 ppm	: 92 ppm	: 100 ppm	: 100 ppm	: 100 ppm	: 100 ppm	: 100 ppm	: 100 ppm

Annexe (suite 2)

DATE: 85/05/02

A: Monsieur Pierre Trudel  
A/S M. LUC CHARBONNEAU  
Service de la Géologie, MER  
1620, boul. de l'Entente  
QUÉBEC (Québec)  
G1S 4N6

Numero de dossier : 357  
Numero du projet : R  
Serie : 84-026240 à 84-026285

Centre de Recherches minérales  
Direction de l'Analyse et du Contrôle  
Complexe Scientifique  
2700, rue Einstein  
SAINTÉ-FOY, (Québec), G1P 3W8

		R E S U L T A T							
		84-2-15 GEOL.		84-2-16 GEOL.		84-2-17 GEOL.		84-2-18 GEOL.	
		NO. LABORATOIRE : 84-026252		84-026253		84-026254		84-026255	
+	Ag	: <250	ppb	: <250	ppb	: <250	ppb	: <250	ppb
+	Au	: <15	ppb	: 20	ppb	: <15	ppb	: <15	ppb
+	Cu	: 130	ppm	: 140	ppm	: 130	ppm	: 220	ppm
+	Ni	: 68	ppm	: 68	ppm	: 65	ppm	: 92	ppm
+	Zn	: 96	ppm	: 84	ppm	: 76	ppm	: 78	ppm

DATE: 85/05/02

At Monsieur Pierre Trudel  
A/S M. LUC CHARBONNEAU  
Service de la Géologie, MER  
1620, boul. de l'Entente  
QUÉBEC (Québec)  
G1S 4N6

Numero de dossier : 357  
Numéro du projet : R  
Serie : 84-026240 à 84-026285

Centre de Recherches minérales  
Direction de l'Analyse et du Contrôle  
Complexe Scientifique  
2700, rue Einstein  
SAINTÉ-FOY, (Québec), G1P 3W8

R E S U L T A T									
DESIGNATION	: 84-2-19	GEOL.	84-2-20	GEOL.	84-2-23	GEOL.	84-3-2	GEOL.	
NO. LABORATOIRE	: 84-026256		84-026257		84-026258		84-026259		
Ag	: <250	ppb	: <250	ppb	: <250	ppb	: <250	ppb	:
Au	: 20	ppb	: 27	ppb	: <15	ppb	: 20	ppb	:
Cu	: 150	ppm	: 310	ppm	: 250	ppm	: 280	ppm	:
Ni	: 84	ppm	: 89	ppm	: 81	ppm	: 81	ppm	:
Zn	: 52	ppm	: 45	ppm	: 94	ppm	: 70	ppm	:

R E S U L T A T											
DESIGNATION	: 84-3-3	GEOL.	84-3-7	GEOL.	84-3-11	GEOL.	84-3-13	GEOL.			
NO.LABORATOIRE	: 84-026260		84-026261		84-026262		84-026263				
Ag	: <250	ppb	: <250	ppb	: <250	ppb	: <250	ppb	:	:	:
Au	: 20	ppb	: <15	ppb	: 33	ppb	: 23	ppb	:	:	:
Cu	: 400	ppm	: 960	ppm	: 300	ppm	: 190	ppm	:	:	:
Ni	: 88	ppm	: 78	ppm	: 80	ppm	: 72	ppm	:	:	:
Zn	: 130	ppm	: 40	ppm	: 0,15	%	: 69	ppm	:	:	:

DATE: 85/05/02

A: Monsieur Pierre Trudel  
A/S M. LUC CHARBONNEAU  
Service de la Géologie, MER  
1620, boul. de l'Entente  
QUÉBEC (Québec)  
G1S 4N6

Numero de dossier : 357  
Numero du projet : R  
Serie : 84-026240 à 84-026285

Centre de Recherches minérales  
Direction de l'Analyse et du Contrôle  
Complexe Scientifique  
2700, rue Einstein  
SAINTE-FOY, (Québec), G1P 3W8

Annexe (suite 5)

DATE: 85/05/02

At Monsieur Pierre Trudel  
A/S M. LUC CHARRONNEAU  
Service de la Géologie, MER  
1620, boul. de l'Entente  
QUÉBEC (Québec)  
G1S 4N6

Numero de dossier : 357  
Numero du projet : R  
Serie : 84-026240 à 84-026285

Centre de Recherches minérales  
Direction de l'Analyse et du Contrôle  
Complexe Scientifique  
2700, rue Einstein  
SAINTE-FOY, (Québec), G1P 3W8

		R E S U L T A T							
		84-3-14	84-3-18	84-3-20	84-3-22				
		GEOL.	GEOL.	GEOL.	GEOL.				
		NO.LABORATOIRE	84-026264	84-026265	84-026266	84-026267			
+	Ag	: <250	ppb	: <250	ppb	: <250	ppb	: <250	ppb
+	Au	: 23	ppb	: 23	ppb	: <15	ppb	: 26	ppb
+	Cu	: 340	ppm	: 0,46	X	: 72	ppm	: 53	ppm
+	Ni	: 86	ppm	: 110	ppm	: 97	ppm	: 97	ppm
+	Zn	: 150	ppm	: 0,47	X	: 86	ppm	: 140	ppm

Annexe (suite 6)

		R E S U L T A T							
		84-3-24 GEOL.		84-3-25 GEOL.		84-3-27 GEOL.		84-4-7 GEOL.	
		84-026268		84-026269		84-026270		84-026271	
	+	Ag	: (250 ppb	: (250 ppb	: (250 ppb	: (250 ppb	: (250 ppb	: (250 ppb	:
	+	Au	: 36 ppb	: (15 ppb	: (15 ppb	: (15 ppb	: (15 ppb	: (15 ppb	:
	+	Cu	: 180 ppm	: 58 ppm	: 76 ppm	: 100 ppm	: 100 ppm	: 100 ppm	:
	+	Ni	: 110 ppm	: 94 ppm	: 68 ppm	: 310 ppm	: 310 ppm	: 310 ppm	:
	+	Zn	: 110 ppm	: 150 ppm	: 110 ppm	: 110 ppm	: 0,15 %	: 0,15 %	:

DATE: 85/05/02

À: Monsieur Pierre Trudel  
A/S M. LUC CHARBONNEAU  
Service de la Géologie, MER  
1620, boul. de l'Entente  
QUÉBEC (Québec)  
G1S 4N6

Numero de dossier : 357  
Numéro du projet : R  
Serie : 84-026240 à 84-026285

Centre de Recherches minérales  
Direction de l'Analyse et du Contrôle  
Complexe Scientifique  
2700, rue Einstein  
SAINTÉ-FOY, (Québec), G1P 3W8

Annexe (suite 7)

DATE: 85/05/02

À: Monsieur Pierre Trudel  
A/S H. LUC CHARBONNEAU  
Service de la Géologie, MER  
1620, boul. de l'Entente  
QUEBEC (Québec)  
G1S 4N6

Numéro de dossier : 357  
Numéro du projet : R  
Série : 84-026240 à 84-026285

Centre de Recherches minérales  
Direction de l'Analyse et du Contrôle  
Complexe Scientifique  
2700, rue Einstein  
SAINTE-FUY, (Québec), G1P 3W8

R E S U L T A T									
DESIGNATION	: 84-4- 8 GEOL.	84-4- 9 GEOL.	84-4-11 GEOL.	84-4-13 GEOL.					
NO.LABORATOIRE	: 84-026272	84-026273	84-026274	84-026275					
Ag	: <250 ppb	: <250 ppb	: <250 ppb	: <250 ppb	:	:	:	:	:
Au	: <15 ppb	: <15 ppb	: <15 ppb	: <15 ppb	:	:	:	:	:
Cu	: 100 ppm	: 140 ppm	: 62 ppm	: 120 ppm	:	:	:	:	:
Ni	: 97 ppm	: 68 ppm	: 77 ppm	: 110 ppm	:	:	:	:	:
Zn	: 81 ppm	: 94 ppm	: 260 ppm	: 120 ppm	:	:	:	:	:

Annexe (suite 8)

DATE: 85/05/02

A: Monsieur Pierre Trudel  
 A/S M. LUC CHARBONNEAU  
 Service de la Géologie, MER  
 1620, boul. de l'Entente  
 QUÉBEC (Québec)  
 G1S 4N6

Numéro de dossier : 357  
 Numéro du projet : R  
 Série : 184-026240 à 84-026285

Centre de Recherches minérales  
 Direction de l'Analyse et du Contrôle  
 Complexe Scientifique  
 2700, rue Einstein  
 SAINTE-FOY, (Québec), G1P 3W8

R E S U L T A T											
DESIGNATION	: 84-4-17	GEOL.	84-4-18	GEOL.	84-4-19	GEOL.	84-4-20	GEOL.			
NO. LABORATOIRE	: 84-026276		84-026277		84-026278		84-026279				
Ag	: <250	ppb	: <250	ppb	: <250	ppb	: 1,0	g/t			
Au	: <15	ppb	: <15	ppb	: <15	ppb	: <15	ppb			
Cu	: 340	ppm	: 55	ppm	: 130	ppm	: 290	ppm			
Ni	: 130	ppm	: 52	ppm	: 110	ppm	: 150	ppm			
Zn	: 110	ppm	: 200	ppm	: 84	ppm	: 0,40	%			

Annexe (suite 9)



		R E S U L T A T							
		84-4-21 GEOL.		84-4-31 GEOL.		84-4-32 GEOL.		84-4-34 GEOL.	
		NO.LABORATOIRE : 84-026280		84-026281		84-026282		84-026283	
	Ag	: <250	ppb	: <250	ppb	: <250	ppb	: <250	ppb
DATE: 85/05/02	Au	: <15	ppb	: <15	ppb	: <15	ppb	: <15	ppb
	Cu	: 450	ppm	: 570	ppm	: 230	ppm	: 230	ppm
	Ni	: 82	ppm	: 70	ppm	: 130	ppm	: 84	ppm
	Zn	: 100	ppm	: 39	ppm	: 66	ppm	: 48	ppm

At Monsieur Pierre Trudel  
A/S M. LUC CHARBONNEAU  
Service de la Géologie, MER  
1620, boul. de l'Entente  
QUÉBEC (Québec)  
G1S 4N6

Numero de dossier : 357  
Numero du projet : R  
Serie : 84-026240 à 84-026285

Centre de Recherches minérales  
Direction de l'Analyse et du Contrôle  
Complexe Scientifique  
2700, rue Einstein  
SAINTE-FOY, (Québec), G1P 3W8

Annexe (suite 10)



Gouvernement du Québec  
Ministère de l'Énergie  
et des Ressources

DATE: 85/05/02

At Monsieur Pierre Trudel  
A/S M. LUC CHARBONNEAU  
Service de la Géologie, MER  
1620, boul. de l'Entente  
QUÉBEC (Québec)  
G1S 4N6

Numero de dossier : 357  
Numero du projet : R  
Serie : 84-026240 à 84-026285

Centre de Recherches minérales  
Direction de l'Analyse et du Contrôle  
Complexe Scientifique  
2700, rue Einstein  
SAINTE-FOY, (Québec), G1P 3W8

		R E S U L T A T			
		84-4-35 GEOL.		84-4-36 GEOL.	
		NO. LABORATOIRE : 84-026284		84-026285	
	Ag	< 250	ppb	< 250	ppb
	Au	< 15	ppb	< 15	ppb
	Cu	110	ppm	80	ppm
	Ni	110	ppm	95	ppm
	Zn	410	ppm	270	ppm

Annexe (suite 11)

DATE: 85/05/02

À: Monsieur Pierre Trudel  
A/S M. LUC CHARBONNEAU  
Service de la Géologie, MER  
1620, boul. de l'Entente  
QUÉBEC (Québec)  
G1S 4N6

Numéro de dossier : 357  
Numéro du projet : R  
Série : 84-027191 à 84-027192

Le directeur: Marc Fichette  
Marc Fichette chim.

Centre de Recherches minérales  
Direction de l'Analyse et du Contrôle  
Complexe Scientifique  
2700, rue Einstein  
SAINTÉ-FOY, (Québec), G1P 3W8

R E S U L T A T					
DESIGNATION	: 84-4-26-AC	GEOL.	84-4-24	GEOL.	
NO. LABORATOIRE	: 84-027191		84-027192		
Ag	: <250	ppb	: <250	ppb	:
Au	: <15	ppb	: <15	ppb	:
Cu	: 200	ppm	: 48	ppm	:
Ni	: 39	ppm	: 20	ppm	:
Zn	: 85	ppm	: 200	ppm	:

Annexe (suite 12 et fin)



## Annexe D

Liste des documents connexes disponibles au MERQ

Liste des documents connexes disponibles au MERQ

- MB 87-07: Evaluation du potentiel minéral d'un grand axe conducteur identifié par les relevés INPUT dans le canton Richardson, Trudel, P. et al.
- MB 87-08: Levé de polarisation provoquée PPL - Lac Maconichi - SAGAX
- MB 87-09: Interprétation de données magnétiques et électromagnétiques aériennes - Lac Maconichi, Keating, P.