

GM 58661

PROSPECTION GEOPHYSIQUE PAR METHODES ELECTRIQUES

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 



**GRAPHITE MONTPELLIER INC.
MONTREAL, QUEBEC**

**PROSPECTION GEOPHYSIQUE PAR
METHODES ELECTRIQUES
CANTON DE RIPON**

MRN-GÉOINFORMATION 2001

GM 58661

AOUT 1989

SAGAX 89331 A

SAGAX Géophysique inc.

6700 Avenue du Parc, suite 110, Montréal, Québec, Canada H2V 4H9
Fax: (514) 271-4679 Telex: 05-826577 Téléphone: (514) 271-3150

TABLE DES MATIERES

	Page
1. INTRODUCTION	4
2. LA PROPRIETE RIPON	4
2.1 Localisation et accès	
2.2 Description	
2.3 Géologie économique	
2.4 Grille de levé	
3. TRAVAUX GEOPHYSIQUES	8
3.1 Généralités	
3.2 Configurations d'électrodes	
3.2.1 Levé de mise-à-la-masse	
3.2.2 Levé PPL	
3.3 Equipement	
3.4 Difficultés rencontrées et fiabilité des mesure	
3.5 Présentation des résultats	
3.5.1 Levé de mise-à-la-masse	
3.5.2 Levé PPL	
4. DISCUSSION DES RESULTATS ET RECOMMANDATIONS	11
4.1 Levés de mise-à-la-masse (incluant une carte couleur 1:4000)	
4.2 Levé PPL (incluant cartes couleur 1:4000)	
4.3 Résumé des recommandations	



ANNEXES

- A) Au sujet de la méthode de mise-à-la-masse
- B) Au sujet de la méthode de polarisation provoquée
- C) Le PPL: Questions & Réponses
- D) Carte de contours du potentiel mesuré (levé de mise-à-la-masse)
- E) Carte de contours de la résistivité apparente (levé PPL)
- F) Carte de contours de la chargeabilité apparente (levé PPL)
- G) Carte de contours du facteur métal (Levé PPL)



1. INTRODUCTION

Graphite Montpellier inc. a confié à *SAGAX Géophysique inc.* le mandat d'effectuer des levés géophysiques sur sa propriété **Ripon** à la suite de la découverte d'un important indice de graphite. La première phase de ces travaux (coupe de lignes, mise-à-la-masse et levé de résistivité/polarisation provoquée) a permis de prouver l'extension de cet indice (zone A), de découvrir une deuxième cible (zone B) et d'orienter la première phase d'une campagne de sondages au diamant*. Suite aux résultats positifs obtenus lors de cette première phase et grâce à une meilleure compréhension de la géologie de cet indice, la grille géophysique fut étendue vers l'ouest et vers le nord afin de préparer la deuxième phase de la campagne de sondages actuellement en cours sur les zones A et B.

2. LA PROPRIETE RIPON

2.1 Localisation et accès

La propriété **Ripon** se trouve à quelques kilomètres à l'est de la ville de Montpellier qui est situé à environ 200 km au nord-nord-ouest de Montréal et 100 km au nord-est d'Ottawa (figure 1). Elle est située dans la partie nord des rangs IV, V et VI du canton de Ripon, Comté de Papineau, Québec [SNRC 31G/14 -200-0102] (figure 2). L'accès est facilité par un excellent réseau routier dans la région.

2.2 Description

Bien que constituée d'une dizaine de claims à l'extrémité nord des rangs IV, V et VI du canton de Ripon, seuls les lots 54 et 55 du rang V ont été touchés par les présents travaux. Les permis numéros 409530 - Claim 1 et 409531 - Claim 1 enregistrés au nom de Graphite Montpellier inc. couvrent ces deux lots. Le lac Lavergne, allongé suivant un axe NW-SE, constitue la limite ouest des présents travaux. Le terrain est boisé à plus de 90% et ponctué de nombreuses collines. L'altitude moyenne au-dessus du niveau moyen de la mer y varie entre 700 et 1000'. Une route gravellée relie le lac Lavergne à la route des rangs V et VI.

* Voir "Rapport d'évaluation préliminaire du potentiel économique de la propriété RIPON", SAGAX Géophysique inc. Juin 1989 (réf.: 89331)

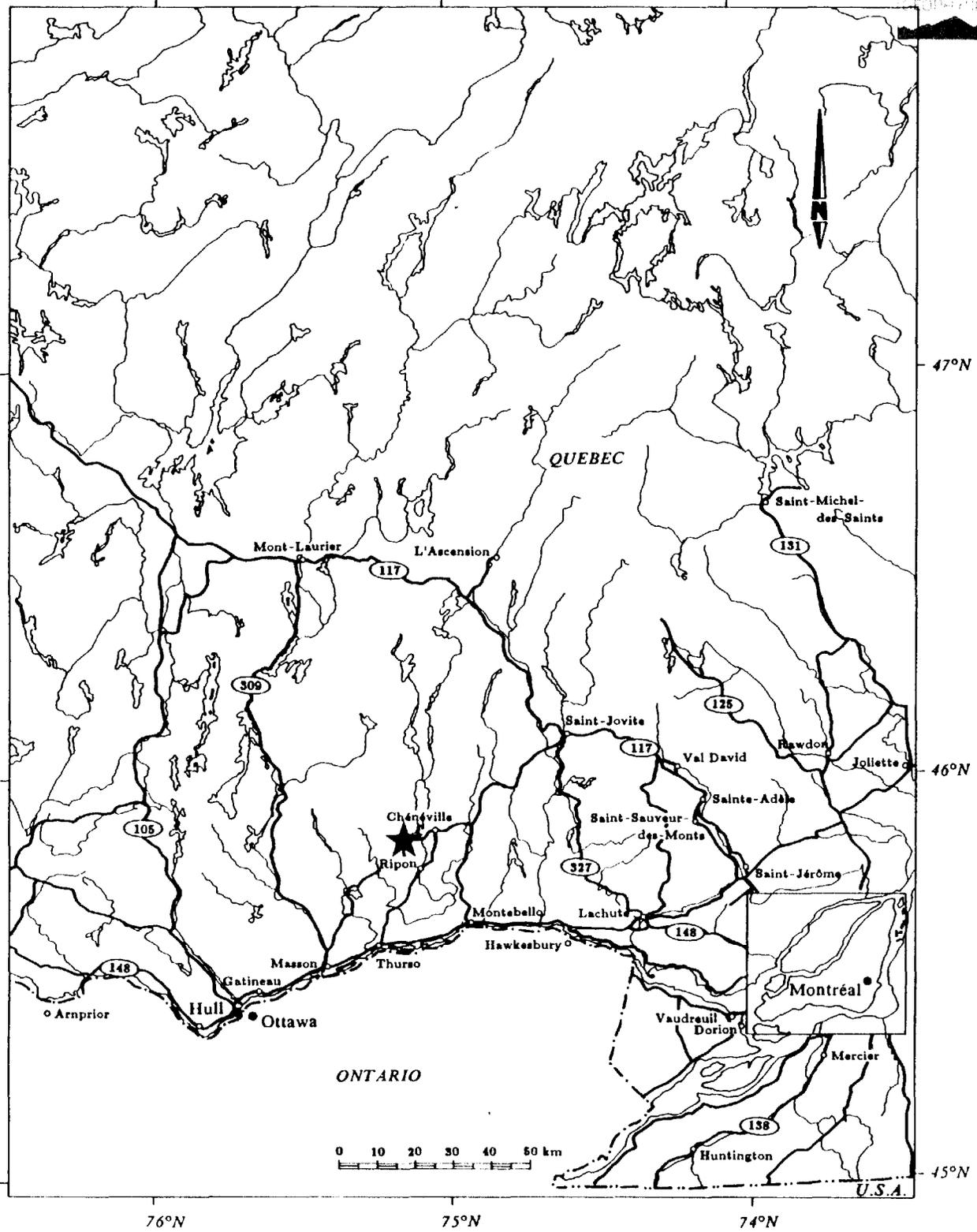


Figure 1: Localisation de la région de Montpellier au Québec

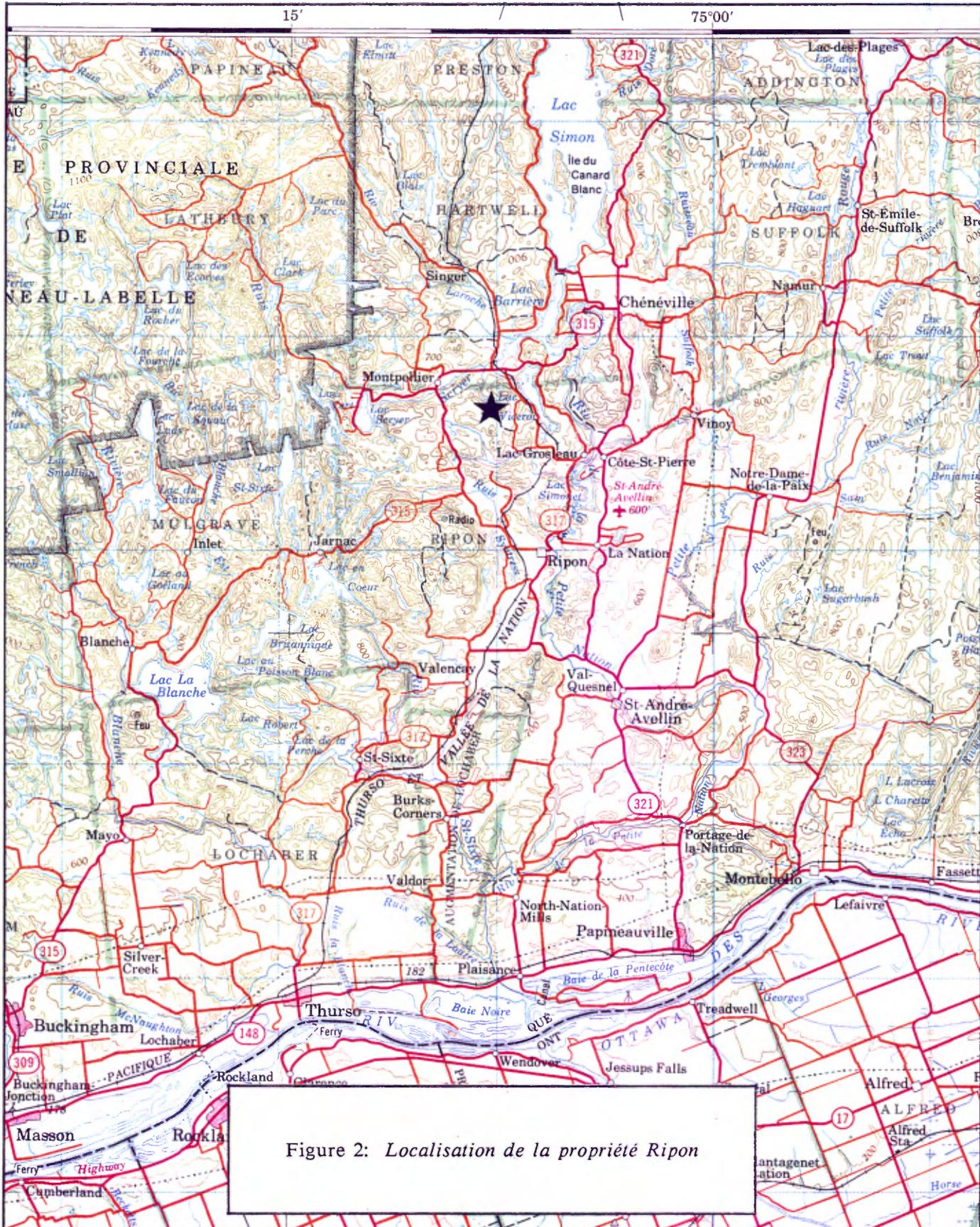


Figure 2: Localisation de la propriété Ripon

2.3 Géologie économique*

Les observations sur le terrain et l'étude des intersections des sondages indiquent que la région est constituée de roches métasédimentaires (quartzites, paragneiss et marbres) et de roches métavolcaniques (ou plutoniques) de composition mafique à felsique (gneiss granitiques et [ortho-] amphibolites appartenant au supergroupe de Grenville). La partie supérieure des marbres en contact avec les paragneiss à biotite renferme la principale minéralisation de graphite cristallin.

(...) De remarquables plissements ont été observés dans les paragneiss à biotite sur les affleurements autour du chalet et en bordure nord du lac Lavergne directement en contact avec les marbres à graphite. Malgré la complexité structurale, les unités lithologiques semblent former des horizons réguliers avec un faible pendage vers le nord. Tout le supergroupe de Grenville a été recoupé par des dykes de diabase.

Deux zones riches en graphite, séparées probablement par un dyke de diabase tardif, ont été distinguées sur la propriété (Zones A et B). Pour trouver les zones riches en graphite, il faut traverser une zone de quartzites impures car la zone minéralisée graphiteuse est restée intacte seulement sous ces unités résistantes à l'érosion. En dehors des zones riches, on trouve toujours le plancher de la zone riche en graphite avec les marbres calcosilicatés contenant du graphite cristallin disséminé jusqu'à 3-5%. Le graphite est principalement concentré au sommet des marbres calcosilicatés et dans ces derniers. L'enrichissement en graphite vers le sommet est progressive. Le niveau à graphite se termine par une discordance (probable) avec le commencement des unités de paragneiss à biotite avec la +/- sillimanite et un minéral X de couleur rose-rouge (grenat?). Ces unités de paragneiss sous les quartzites impures sont très particulières et on peut les utiliser comme métallotects pour la localisation de minéralisation économique de graphite dans la région.

La zone A comprend trois (3) types de minéralisation en graphite cristallin. Ce sont:

- a) zone riche en graphite (avec 10-25%C) au sommet des marbres calcosilicatés et à la base de paragneiss à biotite;
- b) graphite disséminé (avec 3-5%C) dans les marbres calcosilicatés;
- c) minces horizons riches en graphite dans les paragneiss à biotite.

2.4 Grille de levé

Un total de 17 kilomètres de ligne de levés ont été coupées par Exploration Colinex (1986) inc. sous la direction de monsieur Jean Fortin. La ligne de base a été orientée suivant un azimut de 060° et des lignes de levés ont été coupées et chaînées à tous les 25 mètres. L'indice de graphite à l'origine des présents travaux est situé sur la ligne 0+00 au chaînage 1+50N.

* Extraits du "Rapport d'évaluation préliminaire du potentiel économique de la propriété RIPON", SAGAX Géophysique inc. Juin 1989 (réf.: 89331)

3. TRAVAUX GEOPHYSIQUES

3.1 Généralités

Au cours de la phase 1 de ces travaux, un levé PPL (~4,5 km) a été effectué immédiatement à l'est et au nord-est de l'indice de graphite (Zone A). Une mise-à-la-masse avec injection de courant directement sur l'indice et mesure du potentiel sur 3 km de ligne de levé a complété ces travaux effectués du 10 au 15 mai 1989 sous la direction de monsieur Marc Boivin, géophysique de la firme *SAGAX Géophysique inc.*

Des travaux de même nature ont été effectués du 20 au 28 juin 1989 par le même géophysicien, après la première phase de sondages. Le levé PPL a été étendu vers l'est et le nord (Zone B) pour un total de 3,5 km de levé additionnel.

Deux mise-à-la-masse ont de plus été effectués lors de cette deuxième intervention. La première injection a eu lieu dans le sondage 89-7 à 52 mètres de profondeur. Voici un résumé des zones de graphite intersectées par ce sondage (Zone A):

Profondeur (m)	Epaisseur (m)	Teneur en graphite
44,0 à 44,1	0,1	5 à 8 %
50,9 à 51,7	0,8	5 à 8 %
51,7 à 52,8	1,1	15 à 20 %
52,8 à 53,2	0,4	10 à 15 %
52,3 à 56,7	3,5	2 à 4 %

Sondage 89-7 Coordonnées: 0+04E, 2+50N
 Azimut: 150°
 Inclinaison: 60°

Un total de 10 km de ligne a été relevé sur une superficie incluant celle relevée lors de la première mise-à-la-masse effectuée sur l'indice affleurant. Seuls les résultats de cette deuxième mise-à-la-masse, beaucoup plus complets que les précédents ont donc été présentés en annexe dans le présent rapport.

La seconde injection de cette deuxième phase a été effectuée sur une tranchée localisée à 3+00E, 2+75N et seulement 3 km de mesures ont été réalisés.

3.2 Configurations d'électrodes

3.2.1 Levé de mise-à-la-masse

Pour les trois mise-à-la-masse décrites au paragraphe précédent, une électrode de courant et une électrode de potentiel ont été repoussées à plus de 2,0 km de la zone de levé afin de mesurer à tous les 25 mètres le potentiel créé par l'électrode de courant mise-à-la-masse.

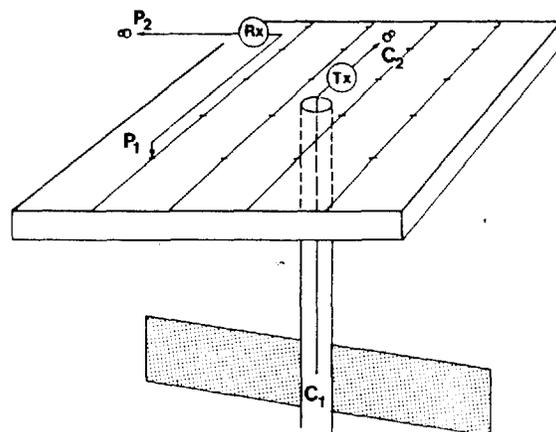


Figure 3: Schématisation de la mise en oeuvre d'un levé de mise-à-la-masse.

3.2.2 Levé PPL

La configuration pôle-pôle latéral (PPL^{MD}) a été adoptée pour la réalisation du levé de polarisation provoquée (figure 4). L'espacement nominal "a" entre le pôle mobile récepteur P₁ et le pôle mobile émetteur C₁ a été fixé à 25 mètres. L'électrode-puits C₂ et le potentiel de référence P₂ étaient localisés à au moins 250 mètres des électrodes mobiles C₁ et P₁. Au moins 500 mètres séparaient C₂ et P₂. La contribution des électrodes "à l'infini" au signal mesuré en surface était donc négligeable et quasi statique. Des lectures ont été prises à tous les 25 mètres le long des traverses.

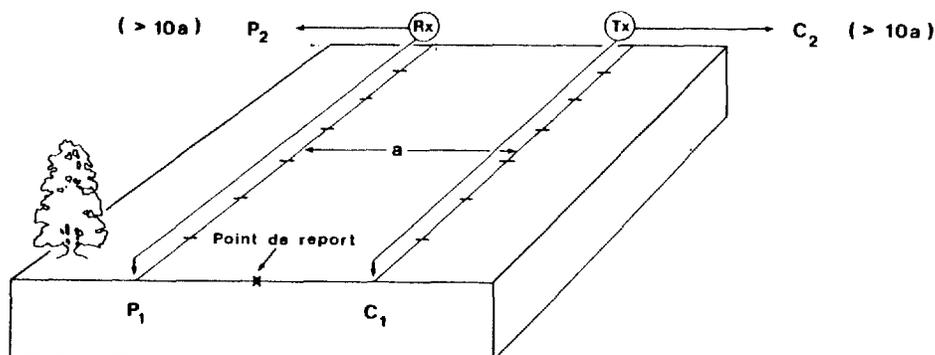


Figure 4: La configuration pôle-pôle latéral (PPL^{MD})

3.3 Equipement

Le même équipement a servi à la réalisation de tous les travaux de prospection électrique. Celui-ci était constitué d'un circuit d'émission et d'un circuit de réception en technique pulsée. Un émetteur de modèle IPT-1 de Phoenix Geophysics Ltd., alimenté par un groupe électrogène pouvant fournir une puissance continue de 2 kW, assurait l'injection d'un courant stable. Des électrodes en acier inoxydable servaient de contact pour l'injection du courant. Le signal transmis avait une période de 8 secondes et un cycle effectif de 50% (figure 5).

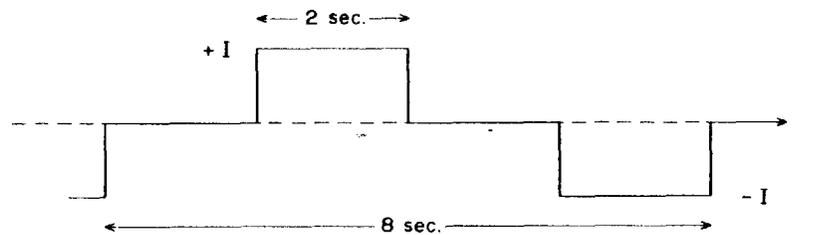


Figure 5: Signal aux bornes de C_1-C_2 .

Le voltage primaire " V_p " et la chargeabilité apparente " M " ont été mesurés à l'aide d'un récepteur IP-2 de EDA Instruments Inc. L'intégration du voltage transitoire après la coupure du courant a été effectuée en quatre tranches (figure 6). Les paramètres M_1 à M_4 étant normalisés en fonction du taux de décroissance du voltage transitoire dû à l'effet de polarisation d'électrode, toute contribution parasite à ce signal peut être détectée et filtrée en notant les écarts entre les valeurs M_1 à M_4 lues au récepteur. Des électrodes impolarisables ont été utilisées au pôle récepteur.

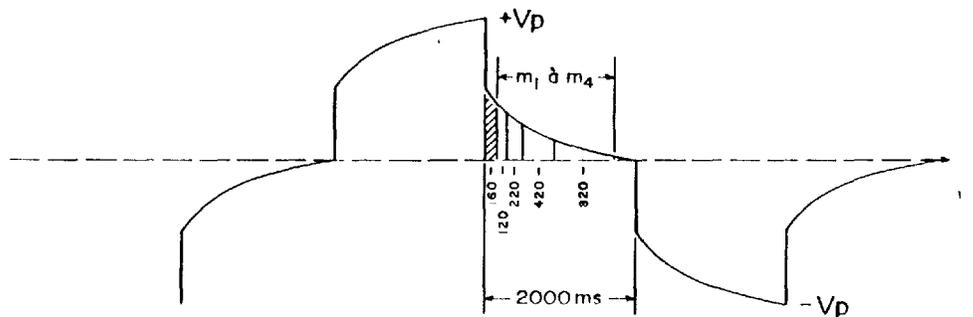


Figure 6: Les fenêtres d'intégration du signal aux bornes de P_1-P_2 .

3.4 Difficultés rencontrées et fiabilité des mesures

La qualité des mesures du potentiel et de la chargeabilité apparente enregistrées sur le terrain a été contrôlée tout au long des travaux et aucune faiblesse technique dans la mise en oeuvre du levé (couplage électromagnétique, bruits telluriques, mauvais contact, etc.) n'est venue altérer la fiabilité de ces mesures. Aucune structure artificielle (ligne électrique ou autres) n'a influencé les mesures effectuées lors des présents travaux.

3.5 Présentation des résultats

3.5.1 Levé de mise-à-la-masse

Les mesures du potentiel observé sont présentées sous forme de carte de contours à l'échelle 1:2000 dans une pochette annexée. Une carte couleur aux dimensions plus réduites (1:4000) a également été produite et insérée au chapitre des discussions et recommandations du présent rapport.

3.5.2 Levé PPL

Les données issues de ce levé (résistivité apparente, chargeabilité apparente et facteur métal) sont également présentées sous forme de cartes de contours 1:2000 et de cartes couleur 1:4000.

4. DISCUSSION DES RESULTATS ET RECOMMANDATIONS

4.1 Levés de mise-à-la-masse

La première injection effectuée directement sur l'indice décapé de la zone A nous a permis de constater:

- 1- Une extension préférentielle vers l'ouest de la zone graphiteuse A, malgré le faible étendu du levé dans cette direction.
- 2- La présence d'une faille ou d'un dyke le long de la ligne 2+00E approximativement, lequel semble marqué la terminaison de la zone graphiteuse A vers l'est.

La première phase de la campagne de sondages au diamant a démontré que la zone A se poursuivait en effet de façon économique vers l'ouest et qu'il existait bel et bien un dyke de diabase entre les zones A et B.

La deuxième injection, toujours effectuée dans la zone graphiteuse A, mais cette fois à 52 mètres de profondeur dans le sondage 89-7 combinée à l'extension de la grille de levé vers le nord et vers l'ouest ont permis d'obtenir une image beaucoup plus complète et très saisissante de l'étendue de la zone graphiteuse A.

Microfilm

PAGE DE DIMENSION HORS STANDARD

MICROFILMÉE SUR 35 MM ET

POSITIONNÉE À LA SUITE DES

PRÉSENTES PAGES STANDARDS

Numérique

PAGE DE DIMENSION HORS STANDARD

NUMÉRISÉE ET POSITIONNÉE À LA

SUITE DES PRÉSENTES PAGES STANDARDS

La carte couleur présentée à la page précédente montre en effet que la zone graphiteuse (veine ou lentille?) s'enfonce graduellement (pendage de 20° d'après les premières données de sondages) suivant une direction de 285°. Soulignons que la diminution régulière de l'amplitude du potentiel observé le long du grand axe de la zone A est une preuve de la continuité de celle-ci et de son enfoncement suivant une pente assez régulière. Les limites nord et sud de la zone graphiteuse sont facilement visualisables sur la carte couleur (haute densité des contours qui correspond au fort contraste de conductivité entre la zone graphiteuse et les roches encaissantes). Les données de cette seconde injection nous ont permis de planifier efficacement plusieurs sondages le long de l'extension ouest de la zone A, entre les chaînages 300N et 500N. Cette extension pourrait permettre de presque **doubler les réserves de la zone A** établies après la première phase de sondages; l'augmentation des coûts d'exploitation due à l'enfoncement graduel de la zone A vers l'ouest devra évidemment être considérée lors du prochain calcul des réserves de cette zone. C'est pourquoi nous préférons ne pas recommander d'investiguer la zone A plus à l'ouest que le point (1+00W, 5+00N) avant que la rentabilité d'une exploitation à cette profondeur ne soit prouvée, bien que la continuité de la zone au-delà de ce point soit évidente géophysiquement.

La troisième injection effectuée dans une tranchée de la zone B (2+75E, 3+00N) montre une extension vers le nord de la zone conductrice. Les résultats sont toutefois peu utiles vu la faible étendue du réseau de lignes de levé dans cette région et n'ont donc pas été présentés dans le présent rapport. Nous recommandons d'attendre les résultats de la deuxième phase de la campagne de sondages au diamant en cours au moment de la rédaction du présent rapport afin d'éventuellement planifier un levé de mise-à-la-masse dans les sondages ayant interceptés la zone graphiteuse B. Vu la complexité apparente de la zone B, le levé de mise-à-la-masse sera sûrement d'une grande utilité pour la localisation des futures sondages.

4.2 Levé PPL

L'espacement utilisé lors du levé PPL (25 m) a été choisi afin d'obtenir une bonne résolution et de cartographier les zones graphiteuses près de la surface uniquement. La carte de résistivité apparente nous montre d'ailleurs très bien l'arête superficielle des bandes de graphite A et B ainsi que la faille située le long de la ligne 2+00E. On ne voit que très peu l'extension en profondeur (vers l'ouest) de la zone A à cause de la présence de roches très résistives (quartzites) qui ont masquées la bande de graphite et également à cause de l'attitude (faible pendage) de celle-ci.

Soulignons que la zone B est très conductrice, plus que la zone A, ce qui rehausse grandement l'intérêt de cette zone encore méconnue.

Enfin, la carte de résistivité ne montre aucune trace de veines graphiteuses peu profondes dans toute la section est de la grille de levé.

Microfilm

PAGE DE DIMENSION HORS STANDARD

MICROFILMÉE SUR 35 MM ET

POSITIONNÉE À LA SUITE DES

PRÉSENTES PAGES STANDARDS

Numérique

PAGE DE DIMENSION HORS STANDARD

NUMÉRISÉE ET POSITIONNÉE À LA

SUITE DES PRÉSENTES PAGES STANDARDS

Microfilm

PAGE DE DIMENSION HORS STANDARD

MICROFILMÉE SUR 35 MM ET

POSITIONNÉE À LA SUITE DES

PRÉSENTES PAGES STANDARDS

Numérique

PAGE DE DIMENSION HORS STANDARD

NUMÉRISÉE ET POSITIONNÉE À LA

SUITE DES PRÉSENTES PAGES STANDARDS

Microfilm

PAGE DE DIMENSION HORS STANDARD

**MICROFILMÉE SUR 35 MM ET
POSITIONNÉE À LA SUITE DES
PRÉSENTES PAGES STANDARDS**

Numérique

PAGE DE DIMENSION HORS STANDARD

**NUMÉRISÉE ET POSITIONNÉE À LA
SUITE DES PRÉSENTES PAGES STANDARDS**

La carte de chargeabilité apparente montre des résultats analogues à celle de résistivité, à la différence que les axes anomaliques semblent légèrement déplacés vers le sud. Pour expliquer cette observation, il faut comprendre que la chargeabilité est un paramètre dont la sensibilité diminue avec l'augmentation de la conductivité (donc de la teneur) des veines graphiteuses. Les hautes valeurs de chargeabilité correspondent donc ici aux zones de graphite disséminé (3 à 5%) dans les marbres calcosilicatés, lesquels sont situés sous les zones riches en graphite (10 à 25%) ayant très bien été démarquées par résistivité.

Finalement, la carte du facteur métal qui représente le ratio de la chargeabilité sur la résistivité montre donc la position moyenne des zones de graphite (zones riches et disséminées) près de la surface. Cette carte nous permet d'apprécier l'étendue probable et la faible profondeur apparente des venues graphiteuses constituant la zone B.

4.3 Résumé des recommandations.

Zone A

Dès la fin de la deuxième phase de la campagne de sondages au diamant en cours au moment de la rédaction du présent rapport, nous recommandons d'effectuer un nouveau calcul des réserves prouvées et possibles de minerai de la zone A comprises entre les chaînages 1+50N (indice affleurant) et 5+00N. Une consultation au sujet des méthodes et coûts d'extraction du minerai sera également possible grâce aux nouvelles données de forage et est évidemment fortement recommandée avant d'explorer la zone A à l'ouest du point (1+00W, 5+00N). Aucun autre travaux géophysiques n'est requis sur cette zone.

Zone B

Un calcul très grossier des réserves probables de minerai de cette zone devrait pouvoir être effectué à la suite de la deuxième phase de la campagne de sondages au diamant. Les résultats préliminaires de ces forages, combinés aux données géophysiques recueillies sur cette zone, ne nous permettent toutefois pas de saisir le comportement des venues graphiteuses aussi facilement que pour la zone A. A moins que l'étude des derniers sondages en cours répondent à toutes nos interrogations, nous devons définitivement opter pour une extension des travaux géophysiques (coupe de lignes et mise-à-la-masse) principalement vers l'ouest (environ 3 à 4 km de levé). D'après les informations préliminaires obtenues sur les forages en cours dans cette zone, certains sondages ont interceptés des **bandes graphiteuses très riches** qui pourront servir de point d'injection pour la réalisation d'une mise-à-la-masse qui sera très révélatrice quant à la définition de l'extension de la zone B.

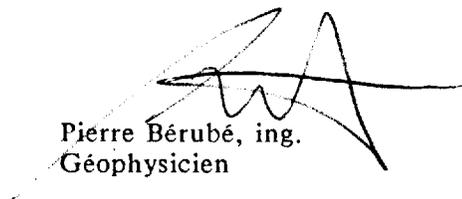


Autres travaux

Une visite très rapide du terrain non couvert par les travaux de géophysiques nous a permis de constater la présence d'un contexte géologique analogue à celui dans lequel les deux premières zones riches en graphite ont été découvertes. L'étude des terrains avoisinants appartenant à **Graphite Montpellier inc.** devra donc être considérée comme une option très sérieuse, vu le potentiel évident de la région immédiate. Nous recommandons donc premièrement d'y effectuer une reconnaissance géologique sommaire (3 à 5 jours), suivi d'une prospection géophysique par PPL (avec un espacement de 50 mètres) sur les cibles ainsi identifiées. La région au sud du lac Lavergne devrait être initialement touchée par ces travaux. La décision d'étendre ou non les travaux de prospection de cette propriété minière au-delà des zones A et B actuellement évaluées par sondages au diamant sera évidemment tributaire des résultats du prochain calcul des réserves sur ces deux zones ainsi que du plan de développement adopté par **Graphite Montpellier inc.**

Respectueusement soumis,

SAGAX Géophysique inc.



Pierre Bérubé, ing.
Géophysicien

Août 1989

ANNEXE A

Au sujet de la méthode de mise-à-la-masse.

INTRODUCTION

La mise-à-la-masse est une méthode d'exploration géophysique qui permet d'avoir des indications sur l'extension d'un corps conducteur affleurant ou recoupé par sondage (figure 1). Elle peut être très utile pour suivre la trace d'un indice minéralisé et donc contribuer à rationaliser une campagne de sondages au diamant.

Par conducteur géologique, on entend:

- amas massifs de sulfures conducteurs;
- zones de failles ouvertes;
- horizons graphitiques.

Fait important à noter, les occurrences de sulfures disséminés ne constitueront pas nécessairement un corps conducteur.

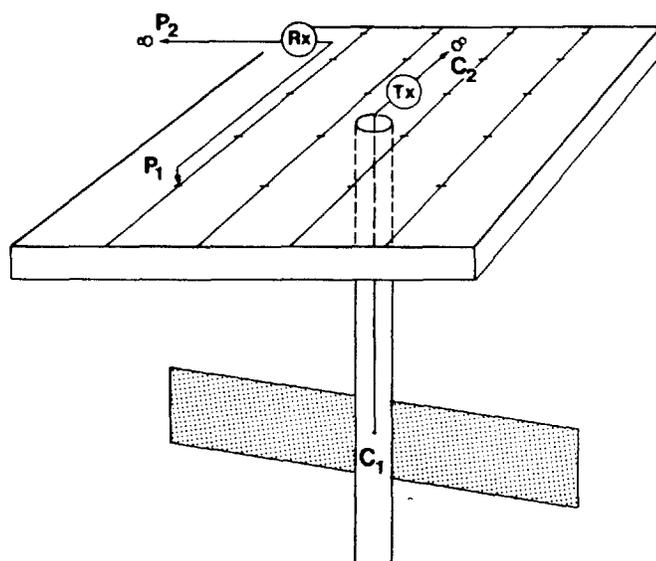


Figure 1: Schéma de la méthode de mise-à-la-masse.

LE PHENOMENE PHYSIQUE

Le potentiel mesuré autour d'un point d'injection de courant, dans un milieu exempt de corps anomalement conducteur, répond à la loi de l'inverse de la distance. Plus on s'éloigne de la source, plus le potentiel mesuré diminue. Les courbes de potentiel prennent donc la forme de cercles concentriques centrés autour de la projection en surface du point d'injection avec le maximum de potentiel en ce point (figure 2 A). Si les profils ont été mesurés uniquement le long de lignes de levés parallèles, ils ont tous un maximum dans l'axe du point d'injection (figure 2 B).

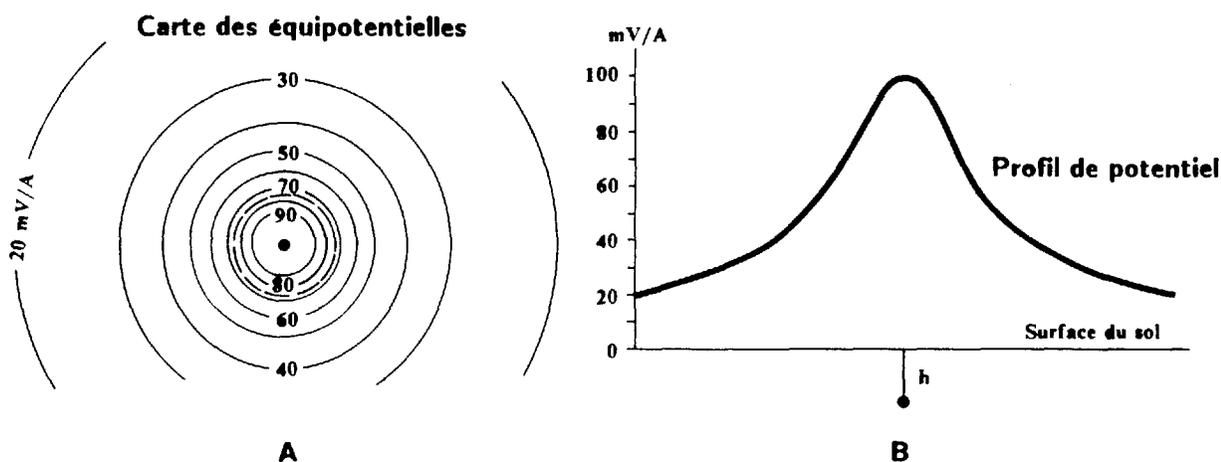


Figure 2: A Contours et B profil typique d'une mise-à-la-masse ponctuelle dans un semi-espace homogène et isotrope en l'absence de conducteur (figures extraites de Millon, 1971)

Mais lorsque le courant est injecté dans un corps conducteur, les lois d'électricité nous disent que le potentiel sera le même sur toute la surface du conducteur, et qu'en s'éloignant du conducteur, il ira en décroissant selon la même loi énoncée ci-haut. Les contours de potentiel auront alors tendance à suivre la forme du corps, tel qu'illustré sur la figure 3. La présence d'un corps conducteur introduit donc des distorsions dans la forme concentrique normale des équipotentielles.

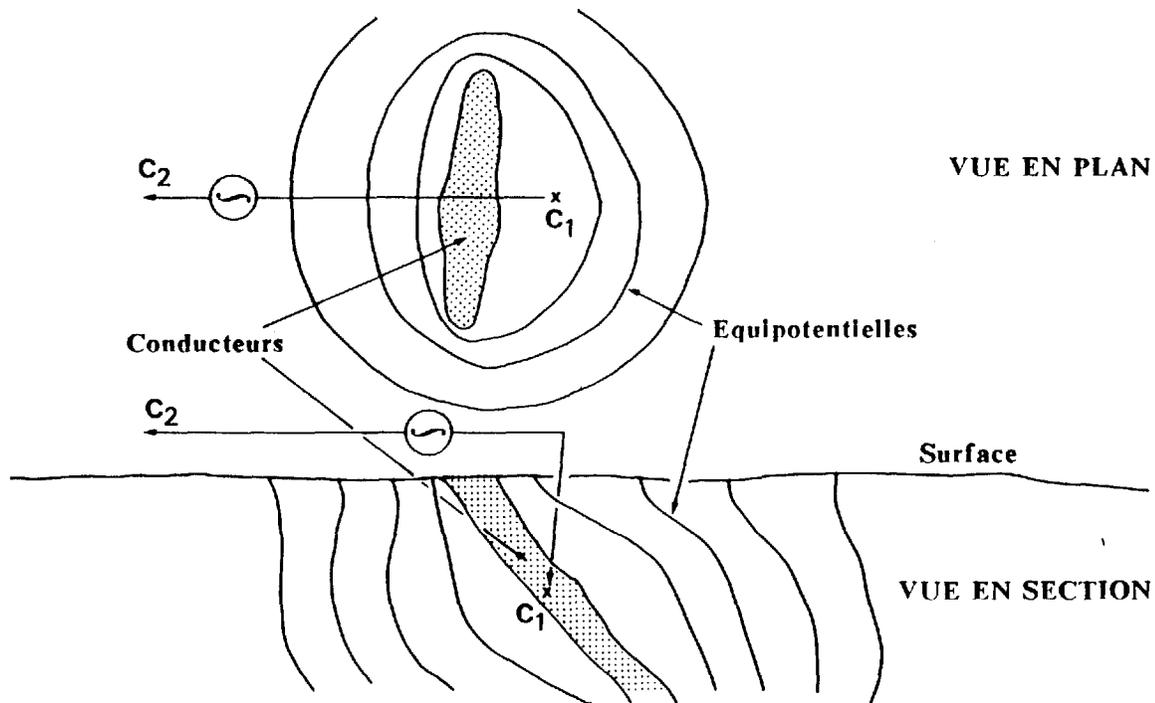


Figure 3: *Distorsion des équipotentielles autour d'un corps conducteur (figure extraite de Van Blaricom, 1980).*

La configuration pôle-pôle est la mieux adaptée pour l'exécution d'une mise-à-la-masse. Pour effectuer une mesure, on branche une extrémité de la source de courant sur le corps conducteur tandis que la seconde extrémité est placée à grande distance du point de lecture ("à l'infini"). On mesure alors le potentiel en différents points d'observation par rapport à un point de référence arbitraire (idéalement aussi "à l'infini"). Les mesures de potentiel peuvent être effectuées en surface ou le long de trous de sondages voisins du trou servant à effectuer la mise-à-la-masse.

INTERPRETATION

Lors de l'examen des résultats d'un levé de mise-à-la-masse, on doit tenir compte du patron normal des équipotentielles dans le sous-sol (figures 2 A et B).

En l'absence de corps conducteur, le potentiel maximum sera toujours mesuré à la station la plus proche du point d'injection. Ce sont les distorsions des courbes de potentiel et non leur maximum sur chaque profil qui témoigneront donc, de l'éventuelle extension du conducteur mis-à-la-masse. L'identification de ces distorsions est parfois malaisée et pour faciliter leur interprétation il est préférable de corriger les mesures afin de compenser pour le potentiel normal dû à la source de courant ponctuelle. Une fois cette composante soustraite, la carte du potentiel résiduel obtenue permet une interprétation objective des données. Cette correction est faite en deux étapes:

1- Détermination de la résistivité apparente moyenne:

Pour ce faire on calcule la résistivité à chaque point de mesure de la façon suivante:

$$(\text{résistivité apparente}) = \frac{(\text{potentiel observé}) \times (2^{\pi} \times \text{distance à la source})}{(\text{courant de la source})}$$

la carte ainsi tracée permet de fixer la valeur de la résistivité apparente en milieu stérile.

2- Calcul du potentiel résiduel:

A l'aide de la valeur de résistivité apparente déterminée lors de la première étape, on calcule le potentiel résiduel:

$$\begin{aligned} (\text{potentiel résiduel}) &= (\text{potentiel observé}) - (\text{potentiel normal}) \\ &= (\text{potentiel observé}) - \frac{(\text{résistivité apparente} \times \text{courant de la source})}{(2^{\pi} \times \text{distance à la source})} \end{aligned}$$

La figure 4 montre un exemple d'une telle normalisation du potentiel observé par le potentiel théorique ou normal. Notez que l'amplitude absolue du potentiel résiduel est beaucoup plus faible que celle du potentiel total mesuré, d'où la pertinence de la correction.

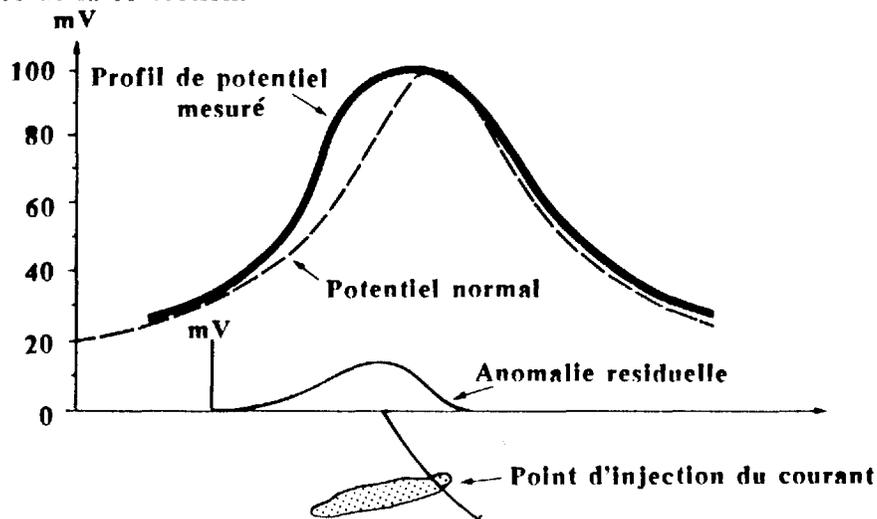


Figure 4: *Mise-à-la-masse dans un corps à conductivité électronique, avec le profil d'anomalie résiduelle (figure extraite de Millon, 1971).*

Références:

Millon, R., 1971, Transformation de cartes de mise-à-la-masse par élimination de l'effet de distance, dans Colloque de géophysique minière, B.R.G.M., Orléans.

Telford, W.M., et al, 1976, Applied Geophysics, Cambridge University Press.

Van Blaricom, R., comp., 1980, Practical Geophysics for the Exploration Geologist, Northwest Mining Association, Spokane.

ANNEXE B

Au sujet de la méthode de polarisation provoquée.

INTRODUCTION

La polarisation provoquée est une méthode d'exploration géophysique qui permet la détection directe des occurrences massives et disséminées de minéraux métalliques tels:

- pyrite;
- chalcopryrite;
- sphalérite;
- bornite;
- galène;
- magnétite;

(la méthode est également très sensible au graphite).

Plusieurs structures géologiques potentiellement économiques et ne répondant peu ou pas du tout aux méthodes magnétiques et électromagnétiques peuvent donc être détectées par polarisation provoquée:

- sulfures disséminés (1 à 10% en volume);
- amas massifs de sulfures non-conducteurs (sphalérite ou sulfures silicifiés);
- amas de sulfures relativement petits.

LE PHENOMENE PHYSIQUE.

Le phénomène PP est analogue au cycle de charge et décharge d'un accumulateur de voiture. Lorsque l'émetteur PP injecte du courant dans le sol, il charge l'accumulateur. Après la coupure du courant, l'accumulateur se décharge dans la résistance du sol. Le récepteur PP mesure le voltage aux bornes de cet accumulateur, qui, évidemment, décroît avec le temps à mesure que l'accumulateur se décharge.

La **chargeabilité**, le paramètre mesuré en PP, correspond donc à la capacité du sol à retenir de l'énergie sous forme électrochimique.

Toujours comme dans un accumulateur, l'accumulation de charge électrique se fait à la surface d'un conducteur qui baigne dans un électrolyte: le plomb dans l'acide sulfurique pour l'accumulateur, et les minéraux métalliques baignant dans les eaux souterraines dans le cas de la prospection PP.

Ce phénomène, appelé polarisation d'électrode, est un phénomène de surface. Il sera d'autant plus grand que la somme des interfaces entre les conducteurs et l'électrolyte sera grande. C'est ce qui explique les fortes réponses PP de la minéralisation disséminée. (Pour un volume donné de matériel, la surface totale exposée augmente rapidement avec la réduction de la taille des grains et/ou avec le degré de fracturation.)

Le phénomène est assez peu susceptible à la nature du conducteur et de l'électrolyte. Tout minéral conducteur baignant dans un électrolyte donnera une anomalie PP. On observera donc des anomalies en présence de sulfures, de graphite, de magnétite ou de tout autre minéral. Les minéraux en question pourront se retrouver sous forme massive ou disséminée.

Notons finalement que si le socle est très peu fracturé (roches granitoïdes très saines par exemple), aucun effet PP ne sera perçu, même en présence de minéraux métalliques, vu l'absence de voie d'accès pour l'électrolyte.

LES TROIS TECHNIQUES DE MESURE.

L'instrumentation actuellement disponible sur le marché permet trois types de mesure en polarisation provoquée:

TECHNIQUE PULSEE (TIME DOMAIN - SCINTREX, HUNTEC, CRONE, NEWMONT)

Pendant le passage d'un courant, le sol emmagasine de l'énergie électrochimique, qu'il libère à la coupure du courant. La **chargeabilité (M)** est définie comme étant la surface sous la courbe de décharge du potentiel emmagasiné.

TECHNIQUE FREQUENTIELLE (FREQUENCY DOMAIN - McPHAR, PHOENIX)

Dans cette technique, un courant alternatif de fréquence variable est injecté dans le sol et on étudie la variation de la résistivité apparente du sol en fonction de la fréquence. L'**effet de fréquence (FE)** exprime ce changement en pourcent.

DEPHASAGE (PHASE SHIFT, COMPLEX RESISTIVITY - PHOENIX, ZONGE)

En présence de matériel polarisable, la résistivité apparente devient une quantité complexe. La mesure du **déphasage (Q)** entre le voltage reçu et le courant injecté peut donc être effectuée si le récepteur et l'émetteur sont reliés par câble.

Tous ces types de mesure sont équivalents théoriquement. En pratique, il est toutefois plus facile et plus avantageux de mesurer certains phénomènes que d'autres. Ainsi la mesure du déphasage est plus précise que celle de l'effet de fréquence et plus rapide que celle de la chargeabilité. L'avantage crucial de la chargeabilité est la possibilité d'identifier in situ la présence de sources parasites (bruit tellurique, couplage EM, mauvais contacts, etc.) grâce à la normalisation de la forme de la courbe de décharge. Ces composantes indésirables peuvent facilement masquer ou créer des anomalies. Les mesures dans le domaine du temps effectuées avec une instrumentation adéquate permettent donc de contrôler beaucoup plus efficacement la qualité et la fiabilité des données sur le terrain et d'identifier avec certitude de faibles anomalies.

PP SPECTRALE

Cette technique n'est utilisée que pour des applications spécifiques. Elle consiste à mesurer un des trois paramètres précédents sur un spectre étendu afin d'enregistrer la signature caractéristique de divers types de minéralisation observés dans un environnement métallogénique donné. Par comparaison des signatures, on peut ensuite procéder à l'identification de la source des anomalies relevées dans le même contexte.

LA MISE EN OEUVRE.

Six configurations d'électrodes sont utilisées pour la mise en oeuvre de la polarisation provoquée: Wenner, dipôle-dipôle, pôle-dipôle, gradient, PPL et pôle-pôle. Aucune de ces configurations ne peut être qualifiée de supérieure aux autres en tout temps. Le choix d'une configuration d'électrodes doit se faire en fonction des contextes métallogéniques, physiographiques, budgétaires et logistiques du projet. Afin de faciliter ce choix, nous avons comparé chacune de ces configurations sur sept thèmes différents. Pour chaque point de comparaison, nous avons attribué une cote afin de qualifier la performance de chaque configuration sur ce point. Les résultats de cette analyse apparaissent dans le tableau ci-dessous. En attribuant un poids relatif à chacun des thèmes en fonction du contexte, il est donc possible d'arrêter son choix sur la meilleure configuration.

Point de comparaison	Poids (à fixer)	Cote (sur 3)					
		W	DD	PD	G	PPL*	PPT**
Profondeur d'investigation	1	2	2	2	2	3	3
Localisation et résolution horiz.	2	2	2	2	3	2	2
Localisation et résolution vert.	2	2	2	2	1	1	1
Production sur le terrain	2	1	2	2	3	3	3
Rapport signal/bruit	2	1	2	2	1	3	3
Rejet du couplage EM	2	3	3	3	1	1	1
Facilité d'interprétation	2	2	1	1	3	2	2
TOTAL	100						

Grille permettant la détermination de la configuration la mieux adaptée à un contexte donné.

* PPL: Pôle-Pôle Latéral

** PPT: Pôle-Pôle Transversal

INTERPRETATION

La première difficulté qui surgit lors de l'interprétation des résultats en PP est l'identification et, si possible, l'élimination de la composante introduite par les variations d'épaisseur du mort-terrain. Le socle rocheux étant beaucoup plus polarisable que le mort-terrain, les valeurs de polarisabilité sembleront devenir anormalement élevées lorsque le socle se rapproche de la surface. Heureusement, le socle est généralement beaucoup plus résistif que le recouvrement, et un soulèvement du socle pourra donc facilement être identifié en examinant les cartes de polarisabilité de concert avec celles de résistivité. Deux méthodes peuvent toutefois être adoptées pour éliminer l'effet gênant des variations de la profondeur du socle:

1. *Calculer un troisième paramètre (facteur métal, chargeabilité normalisée ou "nouvelle valeur") qui tendra à être indépendant des variations de la profondeur du socle.*

Ce paramètre se calcule de la façon suivante:

$$FM = K * M / \rho_a^x$$

K est une constante
 ρ_a est la résistivité apparente

La détermination de la valeur de l'exposant "x" doit être faite empiriquement (x est généralement compris entre 0.25 et 1).

2. *Construire une abaque de correction des valeurs de chargeabilité apparente à partir d'un sondage réalisé en milieu stérile.*

Cette deuxième solution est de loin préférable à la première.

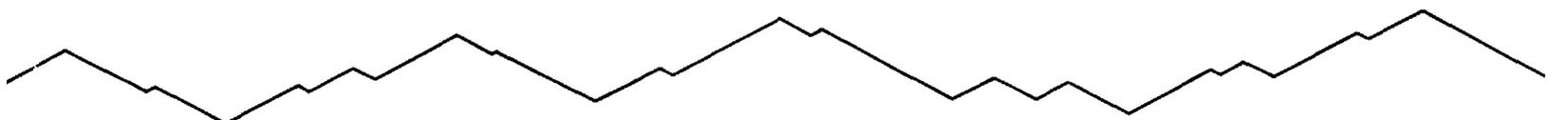
Une fois que les anomalies dues aux masses minéralisées sont identifiées, l'interprétation quantitative de ces dernières devrait se faire en comparant la réponse observée à celle de modèles théoriques.

Précisons que l'amplitude des anomalies est un paramètre secondaire dans l'interprétation des levés de polarisation provoquée. La démarche la plus importante consiste à retracer la signature caractéristique d'un corps anormalique générée par la configuration utilisée. Seulement après avoir reconnu ce patron, nous pouvons qualifier la réponse de chacun des paramètres par rapport aux zones non-anormaliques. L'interprétation des pseudo-sections doit donc se faire en recherchant les deux patrons d'anomalies possibles, soit la ligne à 45° ou soit le "V" renversé. Une pseudo-section ne doit donc en aucun cas être considérée comme une coupe verticale; il ne s'agit que d'un mode de présentation des résultats. L'interprétation d'un pendage à partir de données PP, particulièrement avec les configurations pôle-pôle et dipôle-dipôle, est également très hasardeuse.

ANNEXE C



GÉOPHYSIQUE INC. GEOPHYSICS INC.

A decorative horizontal line with a jagged, mountain-like profile, spanning the width of the page.

**SAGAX GÉOPHYSIQUE INC.
MONTREAL - VAL D'OR**

**LE PPL^{MD}
QUESTIONS ET REPONSES**

**Pierre Bérubé, ing.
Septembre 1987**

6700 Avenue du Parc, Suite 110, Montréal QC, H2V 4H9
Tél.: (514) 271-3150 Fax: (514) 271-4679 Télex: 05-826577

1- Que signifient les lettres PPL^{MD} ?

Pôle-Pôle Latéral. C'est le nom d'une nouvelle configuration d'électrodes utilisée pour la mise en oeuvre de levés de résistivité et de polarisation provoquée.

2- Quand et comment le PPL^{MD} est-il né ?

M. Pierre Bérubé a proposé l'utilisation du PPL^{MD} en 1983 suite à une étude des patrons d'investigation des diverses configurations d'électrodes qu'il effectuait alors avec l'aide d'un autre géophysicien, M. Jean David.

3- Comment réalise-t-on un levé PPL^{MD} sur le terrain ?

La figure 1 schématise la mise en oeuvre du PPL^{MD}. Seulement une électrode de courant (C_1) et une électrode de potentiel (P_1) sont actives, les deux autres (C_2 et P_2) ne servant que de prise de terre pour la fermeture des circuits électriques (électrodes à l'infini). Ces deux électrodes actives sont déplacées le long de deux lignes de levé voisines de façon à maintenir l'axe qui les relie approximativement parallèle à la direction des cibles recherchées.

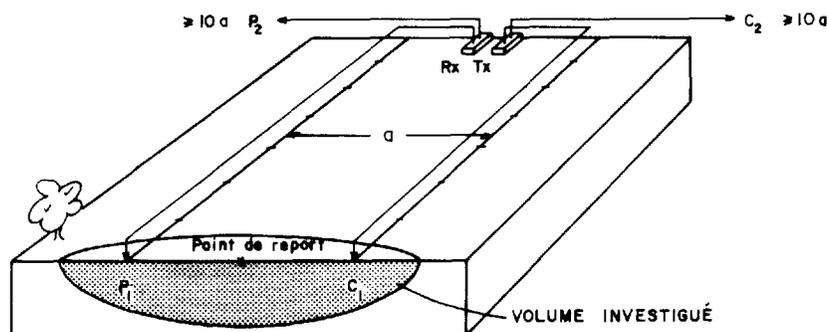


Figure 1: Schématisation de la mise en oeuvre du PPL^{MD}

4- Doit-on couper des lignes perpendiculairement au réseau normal ?

Non. Nous utilisons des rouleaux de fil que les aides déroulent le long des lignes de levé à partir d'une ligne de base ou de rattachement. Tout l'équipement (émetteur, récepteur, moulinets, etc) demeure en position fixe en ce point et aucun fil ne doit être déployé entre les deux lignes de levé à chaque station de mesure.

5- Ce déploiement de fils rend-il la méthode plus vulnérable en terrain difficile (barrage de castor, ruisseau, etc) ?

Non, bien au contraire puisqu'elle ne nécessite pas le transport d'équipement lourd le long des lignes de levé. De plus, la dernière station à l'extrémité d'une ligne ou avant un obstacle infranchissable peut être lue, contrairement au dipôle-dipôle où la dernière lecture reportée est à une distance d'environ une demie longueur du dispositif de ce point limite. Soulignons finalement qu'on peut s'éloigner jusqu'à 1.6 kilomètres de l'installation sans problème.

6- Quelle était la nécessité d'une nouvelle configuration d'électrodes ?

En exploration minière, la polarisation provoquée était principalement appliquée à la recherche de grands dépôts de sulfures disséminés de type cuivre porphyrique. Pour la recherche de structures aurifères, la résolution de la technique se devait d'être accrue, ce qui fut réalisée avec le PPL^{MD}.

7- Y avait-il d'autres moyens d'augmenter la sensibilité de la polarisation provoquée ?

Oui, en réduisant la longueur des dispositifs. En dipôle-dipôle, par exemple, si on réduit la dimension des dipôles de 50 mètres à 25 mètres, on réalise un gain de sensibilité de 2 (puisque'on réduit le volume investigué par un facteur de 8 et le volume de la partie de la source anormale excitée par environ 4 seulement).

8- Quelle est la meilleure solution ?

Il n'y a pas de configuration idéale en tout temps. La solution qui consiste à réduire la dimension des dispositifs est excellente si le mort-terrain est peu épais et peu conducteur. Dans le cas contraire elle est plutôt inefficace et le PPL^{MD} devient alors la seule configuration recommandable.

9- Pourquoi le PPL^{MD} est-il si sensible ?

Essentiellement à cause de l'orientation du volume d'investigation. Cette orientation parallèle à la source anormale recherchée résulte en une plus grande contribution de celle-ci à l'intérieur du volume d'investigation, d'où une anomalie plus prononcée (voir figure 2).

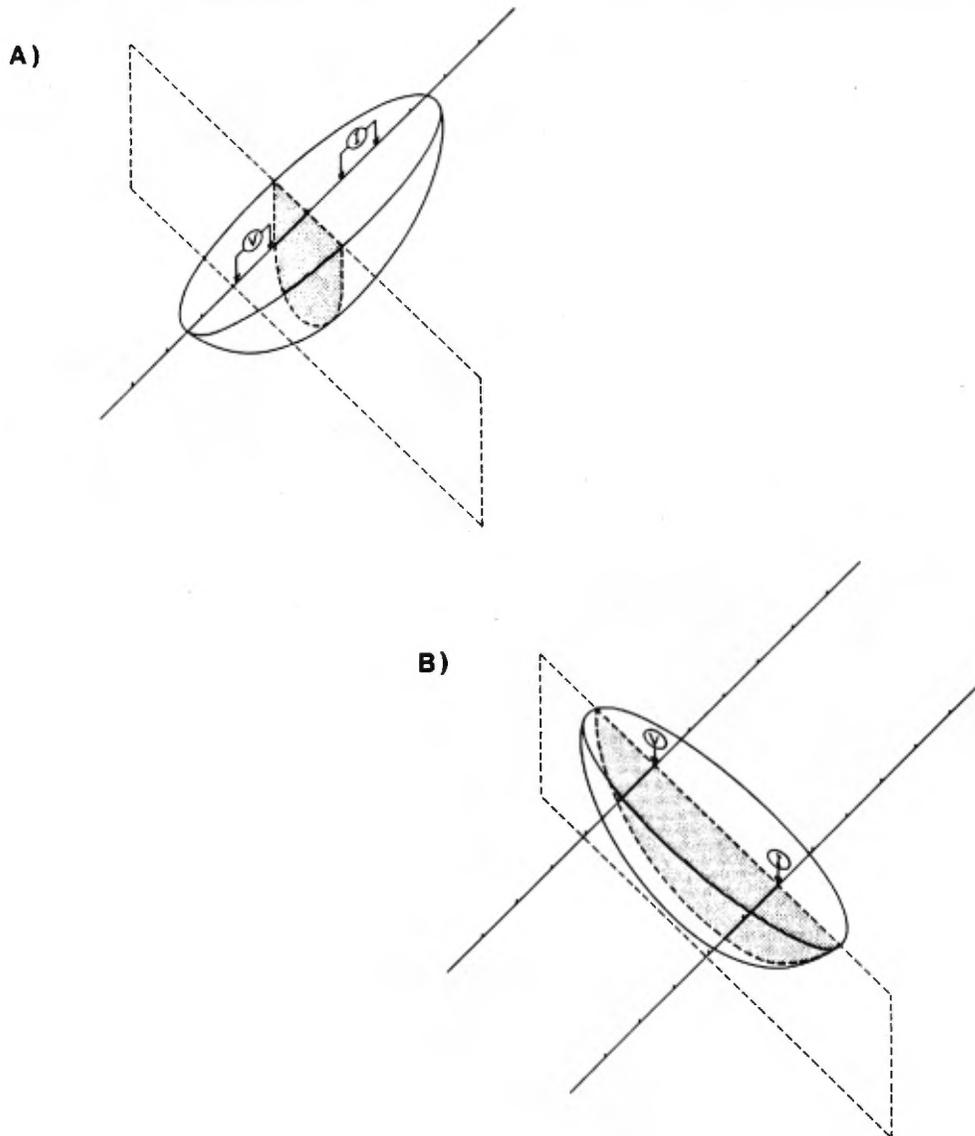


Figure 2: Fraction d'un corps polarisable qui contribue à générer une anomalie
A) en dipôle-dipôle
B) en PPL^{MD}

10- Qu'arrive-t-il si les lignes de levé ne sont pas coupées perpendiculairement aux structures recherchées, mais disons à 75° avec celles-ci ?

Nous n'avons qu'à introduire un décalage dans le positionnement relatif des deux pôles C_1 et P_1 afin de replacer le volume d'investigation selon son orientation optimale. Dans le cas présent, si l'espacement entre les lignes de levé est de 100 mètres, le décalage à introduire sera de 25 mètres.

11- Y-a-t-il d'autres facteurs qui contribuent à faire du PPL^{MD} une configuration plus performante ?

Oui, l'utilisation de seulement deux électrodes actives au lieu de quatre. En réalité, les volumes d'investigation du dipôle-dipôle et du PPL^{MD} représentés à la figure 2 sont subdivisés en plusieurs zones de signes alternatifs. La figure 3 montre une coupe verticale à travers ces semi-ellipsoïdes sur laquelle nous avons dessiné les courbes de contour du poids relatif de chaque élément de volume (cellule) d'un sous-sol homogène au signal mesuré en surface. Deux constatations importantes peuvent être faites suite à l'examen de ces " patrons d'investigation " ⁽¹⁾:

- *Plus une source polarisable est située près d'une électrode, plus sa contribution à la mesure en surface sera grande. Ainsi, un élément de volume aura un poids dix fois supérieur dans la mesure s'il est situé sur la courbe 100 que sur la courbe 10.*
- *L'exécution d'un profil dipôle-dipôle consiste au déplacement de cinq zones d'investigation à signes alternés (- + - + -) alors que le nombre de zones est réduit à trois en PPL^{MD} (+ - +).*

Plusieurs avantages évidents découlent de ces observations:

- 1°) la configuration PPL^{MD} est moins sensible aux hétérogénéités superficielles (affleurements par exemple) et aux variations lithologiques;*
- 2°) la configuration PPL^{MD} génère des anomalies de forme plus simple, ce qui facilite l'interprétation et augmente la résolution.*

⁽¹⁾ R.D. Barker a été le premier à introduire cette notion dans un article publié en 1979 dans le Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society et intitulé "Signal Contribution Sections and their use in Resistivity Studies" (Vol. 59 pp. 123-129)

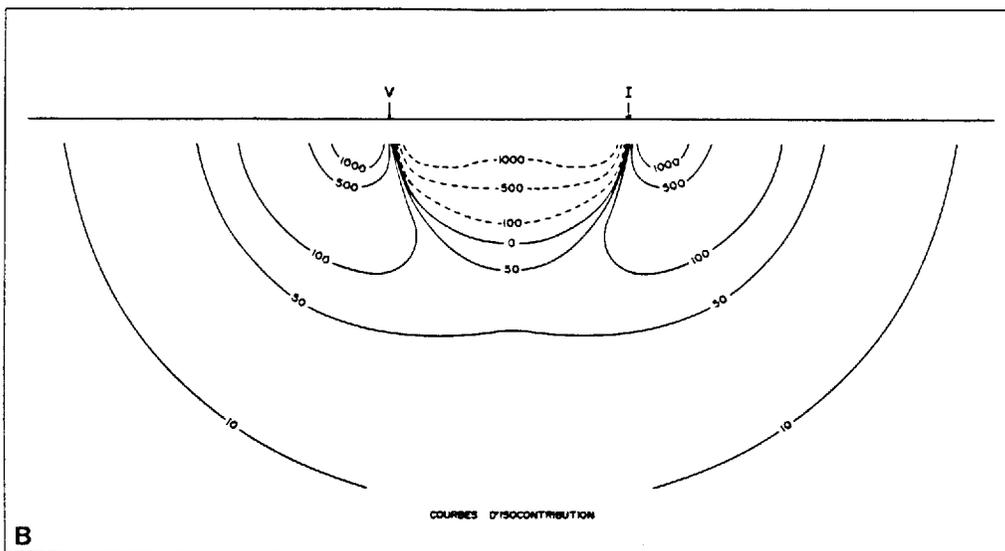
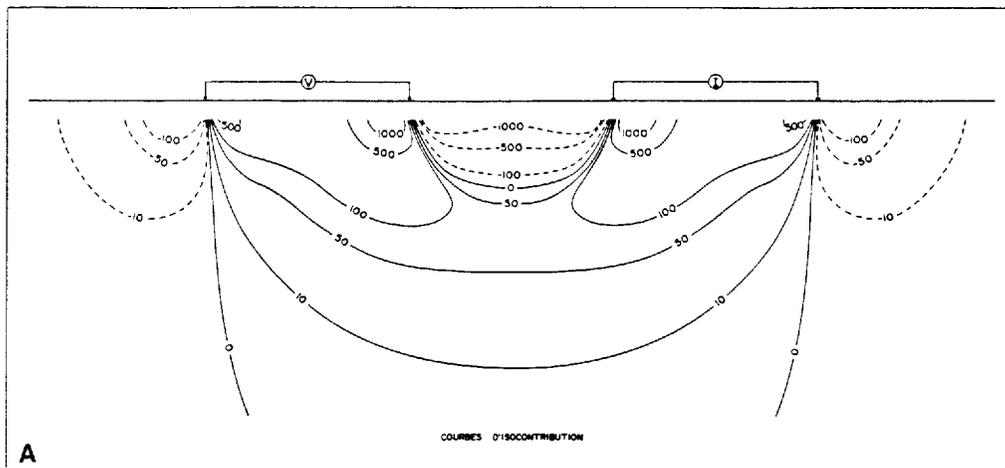


Figure 3: *Patrons d'investigation*
 A) *Coupe transversale-configuration dipôle-dipôle*
 B) *Coupe longitudinale-configuration PPL^{MD}*

12- Y-a-t-il des cas où le PPL n'est pas recommandable ?

Oui, si l'espacement entre les lignes de levé (donc entre C_1 et P_1) est très grand par rapport à la profondeur des sources recherchées (par un facteur de 10 ou plus) et qu'on ne veut pas couper de lignes intermédiaires. Dans ce cas, le volume d'investigation serait inutilement grand, résultant en une diminution de la sensibilité de la technique.

13- Dans ce cas, qu'elle serait la solution préférable ?

Si on est à la recherche de veines dont la longueur moyenne ne dépasse guère l'espacement entre les lignes de levé, il est fortement recommandé de couper des lignes intermédiaires et d'y effectuer un levé PPL^{MD}. Sinon, nous recommandons l'utilisation d'une configuration en ligne.

14- Quelle serait alors la configuration en ligne préférable ?

Définitivement le pôle-pôle transversal (figure 4) qui possède moins d'électrodes mobiles (2) que le pôle-dipôle (3) et le dipôle-dipôle (4) (voir question #11) et présente donc plusieurs des avantages du PPL^{MD}.

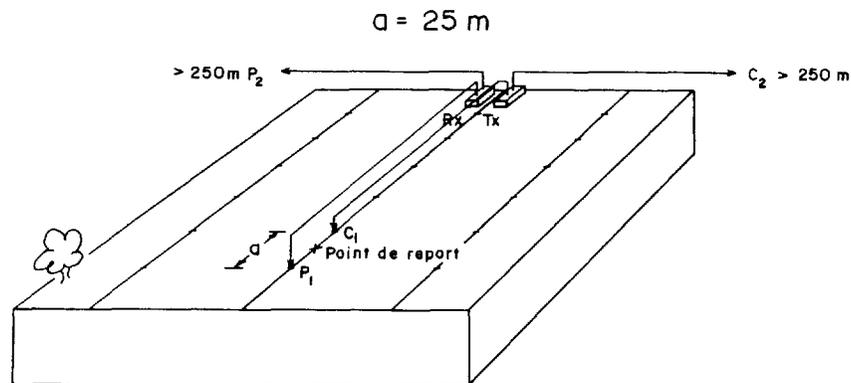


Figure 4: La configuration pôle-pôle transversal (PPT^{MD})

15- L'amélioration des caractéristiques d'une technique d'exploration résulte souvent en un accroissement des coûts. Qu'en est-il avec le PPL^{MD} ?

A densité de lectures équivalente, un levé PPL^{MD} coûte de 1.5 à 3 fois moins qu'un levé dipôle-dipôle ou pôle-dipôle.

16- Quelles en sont les raisons ?

1°) *Le rapport signal sur bruit est environ cent fois plus élevé (sauf pour le bruit tellurique), ce qui permet l'enregistrement de lectures de chargeabilité très fiables en un temps très court.*

2°) *Les stations d'émission et de réception sont combinées et fixes, ce qui permet d'opérer même en temps de pluie ou de grand froid tout en évitant les bris d'appareillage causés par la manipulation et les mauvaises conditions atmosphériques.*

17- Quelle est la productivité moyenne d'une équipe de PPL^{MD} ?

Environ 3.3 kilomètres par jour avec des lectures aux 25 mètres. Des productions supérieures à 7 kilomètres ont été maintes fois enregistrées.

18- Doit-on effectuer du détail après un premier levé de reconnaissance ?

Non, car en PPL^{MD} le détail peut être effectué simultanément à la reconnaissance puisque l'espacement entre les lectures est indépendant de la distance entre les électrodes actives. L'intervalle entre les lectures peut donc être réduit sans affecter la profondeur d'investigation de la méthode !

19- Est-il souhaitable d'utiliser le PPL^{MD} pour la vérification ponctuelle d'anomalies relevées par une autre technique, le EM-TBF (VLF) par exemple?

Non, et ce non seulement pour le PPL^{MD}, mais pour la polarisation provoquée en général. Nous recommandons plutôt une couverture systématique qui, en plus de permettre l'identification de zones polarisables concordantes, offre également la possibilité d'interpréter des structures non concordantes. La polarisation provoquée démontre toute sa puissance lorsqu'elle est utilisée de façon systématique et la réduction des coûts apportée par le PPL^{MD} rend cette option plus abordable.

20- Quelle est la profondeur d'investigation du PPL^{MD} ?

Rappelons tout d'abord que plusieurs "règles du pouce" ont été proposées pour évaluer quantitativement la profondeur d'investigation en polarisation provoquée. Citons par exemple celle qui stipule que la profondeur d'investigation est environ égale à la demi-longueur du dispositif d'électrode. De telles règles ne tiennent cependant pas compte du contexte dans lequel on désire appliquer la méthode, puisque la profondeur d'investigation absolue ne dépend pas uniquement des dimensions du dispositif, mais également:

- de la configuration employée;
- des contrastes de polarisabilité;
- des dimensions du corps recherché;
- de l'épaisseur et de la résistivité du recouvrement;
- de la précision des mesures;
- du bruit géologique ambiant.

La détermination de la valeur absolue de la profondeur d'investigation est donc une opération très complexe. Il est toutefois possible de comparer la profondeur d'investigation relative des diverses configurations, si tous les autres facteurs influants demeurent constants.

Un tel exercice résulte au classement suivant, par ordre décroissant de profondeur d'investigation:

- 1- Pôle-pôle (latéral et transversal)
- 2- Pôle-dipôle
- 3- Dipôle-dipôle
- 4- Schlumberger
- 5- Wenner

Pour une séparation donnée entre les électrodes actives, le pôle-pôle est donc la configuration qui possède la plus grande profondeur d'investigation.

21- Jusqu'à quelle profondeur a-t-on testé le PPL^{MD} ?

Des tests effectués sur le gîte ORENADA (AUR Ressources inc. Val d'Or, Québec, Canada) ont permis de constater que le PPL^{MD} avec un espacement de 400 pieds a suivi la zone 4 jusqu'à une profondeur d'environ 600 pieds sous la surface.

22- Y-a-t-il nécessité d'effectuer un levé PPL^{MD} avec plusieurs séparations entre C_1 et P_1 ?

Contrairement au dipôle-dipôle et au pôle-dipôle, non. Une seule séparation suffit dans la très grande majorité des cas. Une estimation de la profondeur de la source peut être obtenue à partir du gradient de l'anomalie, de façon analogue aux anomalies magnétiques.

23- Pourquoi y-a-t-il nécessité d'effectuer plusieurs séparations en dipôle-dipôle et pôle-dipôle ?

Un examen de la figure 5 est convaincant. En fonction de la profondeur de la source par rapport aux dimensions des dipôles et à l'espacement entre ceux-ci, une anomalie dipôle-dipôle sera constitué soit d'un seul pic positif ou d'une séquence trou-pic-trou-pic-trou, le trou median étant centré sur la source polarisable.

Dans certain cas, la cible de forage devra donc être une baisse de polarisabilité alors que dans d'autres cas elle devra être une hausse de polarisabilité. C'est pour lever cette ambiguïté que ces configurations nécessitent plusieurs séparations, ce qui a évidemment une incidence directe sur le prix par kilomètre. N'oubliez pas qu'une pseudo-section ne peut en aucun cas être associée à une pseudo-coupe puisque la localisation spatiale des corps polarisables ne coïncide pas nécessairement avec celle des fortes valeurs de chargeabilité. Une pseudo-section n'est qu'un mode de présentation pratique des résultats obtenus avec une configuration multiséparations.

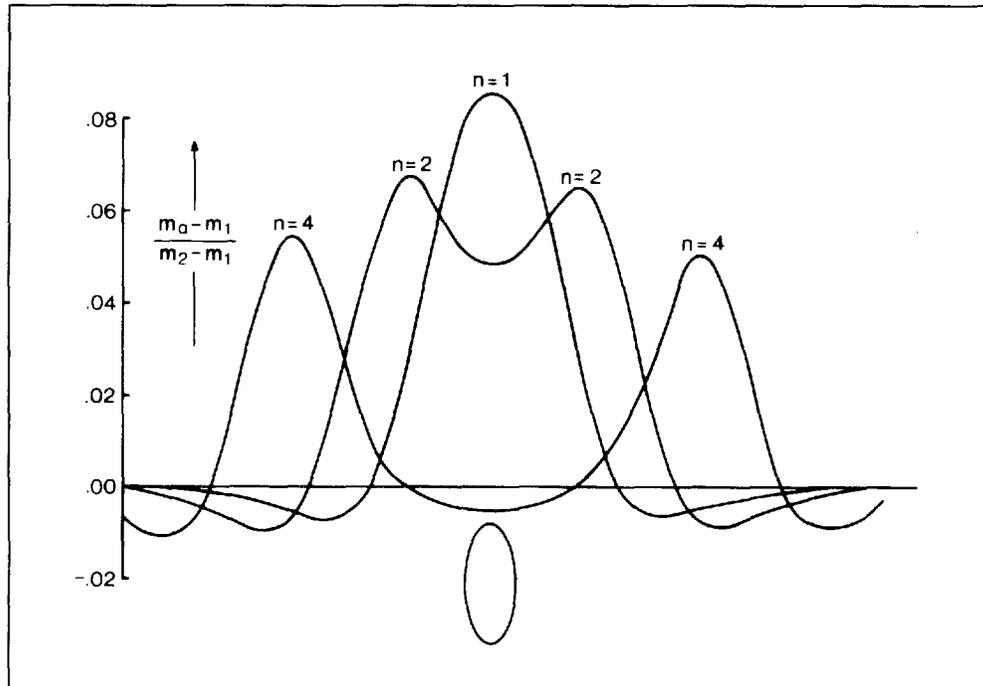


Figure 5: Anomalies dipôle-dipôle typiques

24- Quel est le mode de présentation des données ?

Les valeurs de résistivité apparente et de chargeabilité apparente sont présentées sous formes de cartes de contours (pour une vision globale) et de profils (pour les détails). Un troisième paramètre calculé à partir des précédents est également mis en plan de la même façon, soit le facteur métal ou la chargeabilité vraie, si cette dernière est calculable. Le point de report des lectures a été établi par convention à mi-chemin entre P_1 et C_1 .

25- Que se passe-t-il si les lignes ne sont pas parallèles ?

Si le décalage sur la ligne de rattachement est inférieur à 20% de l'espacement entre les lignes de levé, une simple correction permet de niveler adéquatement les profils pour éviter toute distorsion indésirable lors du traçage des cartes de contours. Aucune anomalie ne sera créée ou ne se volatilisera à cause d'un tel écart. Si les lignes sont vraiment irrégulières, nous conseillons l'utilisation du pôle-pôle transversal (PPT^{MD}), ce qui est fréquemment le cas en terrain montagneux.

26- Si deux types de structures, nord-sud et est-ouest, sont possiblement présentes sur une propriété, est-il préférable d'utiliser le PPL^{MD} ou une configuration en ligne conventionnelle ?

En examinant la figure 1 on constate que le volume excité en PPL^{MD} englobe tout l'espace entre les deux lignes de levé, ce qui n'est pas le cas avec les configurations en ligne. Le PPL^{MD} serait donc sensible aux deux types de structures recherchées. La sensibilité est toutefois supérieure pour les structures perpendiculaires aux lignes de levé.

27- Existe-t-il des modèles théoriques sur lesquelles l'interprétation du PPL^{MD} peut être appuyée ?

Oui, SAGAX a mis au point un logiciel de modélisation de l'effet de polarisation provoquée pour des corps tridimensionnels possédant des dimensions, pendage, azimuth et contraste de chargeabilité variables. Ce logiciel fonctionne sur micro-ordinateur et permet de fournir des modèles sur lesquels notre interprétation peut se baser. En plus de la configuration PPL^{MD} , ce logiciel permet de calculer l'effet des configurations pôle-pôle transversal (PPT^{MD}), pôle-dipôle et dipôle-dipôle, ce qui facilite les comparaisons.

28- Est-ce que la présence d'un grand conducteur pourrait masquer celle d'un corps polarisable du côté opposé à celui des électrodes à l'infini ?

Aucunement. Un levé effectué pour le M.E.R.Q. au lac Waconichi le confirme d'ailleurs.

29- N'y aurait-il pas "canalisation" du courant le long d'un tel conducteur ?

Oui, puisqu'une boucle de courant emprunte toujours le chemin le plus facile et le plus direct. Dans un tel cas, certaines précautions doivent donc être prises lors de l'implantation des électrodes à l'infini.

30- Quel serait l'effet d'un mort-terrain très conducteur sur le PPL^{MD} ?

Un mort-terrain très conducteur réduit considérablement l'efficacité de toutes les méthodes électriques et électromagnétiques de prospection géophysique. Le pôle-pôle est toutefois moins affecté à cause de la présence des électrodes à l'infini qui forcent les lignes de courant en profondeur. En dipôle-dipôle, si la dimension des dipôles est du même ordre de grandeur que l'épaisseur du mort-terrain ou inférieure à celle-ci, tout le courant sera canalisé dans ce dernier. L'investigation se limitera donc au recouvrement conducteur, peu importe l'espacement "n" entre les dipôles.

31- Y a-t-il possibilité de couplage électromagnétique en pôle-pôle ?

Le couplage électromagnétique existe toujours en polarisation provoquée (sauf avec les configurations orthogonales), mais son influence néfaste ne se fait pas toujours sentir. Dans le domaine du temps, il est possible de s'en éloigner facilement et sa présence n'a jamais empêché la réalisation d'un levé PPL^{MD} selon les règles de l'art. Dans certaines conditions où le roc est constitué de sédiments très conducteurs, un levé pourrait être impossible à réaliser. Mais dans le cas d'un mort-terrain conducteur recouvrant un socle très résistif comme celui du Bouclier Canadien, cette éventualité est quasi inexistante.

32- Peut-on effectuer un levé pôle-pôle dans le domaine des fréquences ?

Non, à cause de la sensibilité de cette technique au couplage électromagnétique qui est plus présent en pôle-pôle qu'en dipôle-dipôle. Ceci explique d'ailleurs en partie les réticences des gens qui possèdent un équipement ne fonctionnant que dans le domaine des fréquences à adopter le pôle-pôle !

33- Combien de kilomètres de pôle-pôle SAGAX a-t-il effectué durant la saison 1986-1987 ?

Près de trois mille kilomètres, ce qui témoigne de sa pertinence et de son efficacité.

34- Est-il déjà arrivé que certaines anomalies en dipôle-dipôle ne ressortent pas en pôle-pôle ?

Oui, mais après sondage de l'anomalie et/ou vérification du levé dipôle-dipôle il s'est avéré qu'il s'agissait de fausses anomalies dues à certaines difficultés de mise en oeuvre du levé dipôle-dipôle, difficultés non rencontrées en pôle-pôle (mauvais contacts, faible rapport signal/bruit, etc). Aucune anomalie dipôle-dipôle réelle n'est pas également sortie lors d'un levé pôle-pôle adéquat. En théorie, il est d'ailleurs impossible qu'une source polarisable génère une anomalie en dipôle-dipôle et non en pôle-pôle puisque le dipôle-dipôle est en quelque sorte la dérivée du pôle-pôle !

35- L'inverse est-il possible ?

Oui, à cause de la profondeur d'investigation supérieure du pôle-pôle pour une même longueur de dispositif.

36- Y-a-t-il des lectures négatives en PPL^{MD} ?

Oui. En dipôle-dipôle, les lectures négatives sont omniprésentes en présence d'un mort-terrain argileux ("background" négatif). Ceci est un signe alarmant d'une profondeur d'investigation insuffisante. Dans les mêmes conditions, le PPL^{MD} donnera des lectures positives, signe évident d'une plus grande contribution du socle à la mesure.

Les lectures négatives en PPL^{MD} peuvent survenir en présence d'un corps polarisable situé entre deux lignes de levé et enfoui peu profondément. Dans ce cas, la source est située dans la zone de contribution négative située entre P_1 et C_1 , près de la surface (voir la figure 3B) et génère donc une anomalie négative (figure 6A). La même source située à l'extérieur de la zone de contribution négative génèrera une anomalie positive (figure 6B). Voilà donc un type de discrimination inexistant avec les configurations conventionnelles en ligne.

37- Quels sont les désavantages du PPL^{MD} ?

Essentiellement son seul désavantage connu est la dépendance pratique de l'espacement P_1-C_1 avec l'écartement entre les lignes de levé. Voir les questions # 10 et # 12 à ce sujet.

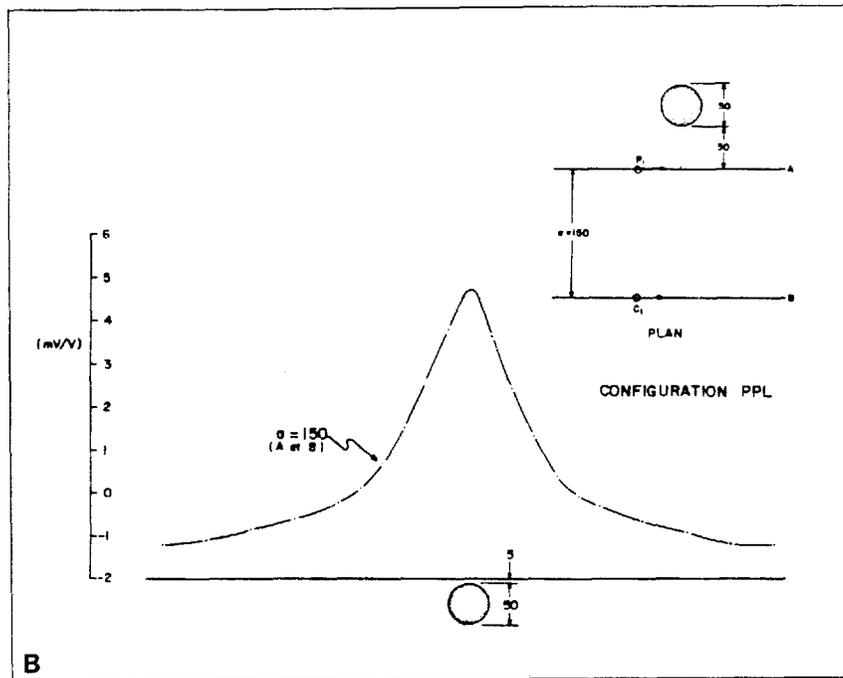
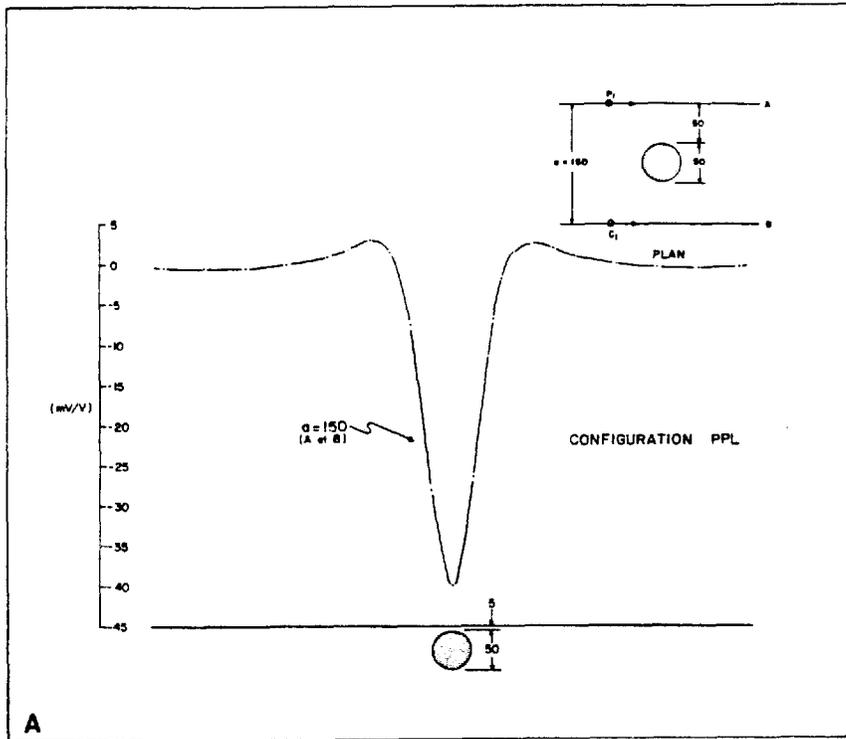


Figure 6: A) Anomalie négative
B) Anomalie positive