

Conditions générales sur l'utilisation de la P.P.
pour la prospection géophysique des porphyres cuprifères d'Haïti

Sur la totalité des prospects pour lesquels nous avons les rapports d'étude géophysique, c'est la polarisation provoquée qui a été utilisée, en combinaison avec le magnétisme, et presque toujours en dispositif dipôle-dipôle.

Choix de la méthode :

Le choix est logique : les porphyres cuprifères ont une minéralisation de type disséminé et la P.P. est la seule méthode qui puisse mettre ces sulfures en évidence.

Les premières campagnes effectuées par Heinrichs Geo-exploration étaient basées sur une hypothèse géologique selon laquelle la minéralisation sous les anomalies géochimiques en cuivre aurait été constituée essentiellement de bornite et de chalcopyrite et sans pyrite : il en découlait que, si cela était exact, le P.P. indiquerait immédiatement les zones minéralisées en cuivre sans risque d'être gênée, comme c'est généralement le cas pour les porphyres cuprifères, par l'auréole pyriteuse qui donne des anomalies beaucoup plus importante sur la périphérie du porphyre.

On trouve cette assertion dans [1], [3], mais cette hypothèse de départ est démentie par Ph. NICOLINI dans sa thèse, où il reconnaît (p. 134) que "les visiteurs pressés de la région de Terrier Rouge, ont affirmé, un peu vite, que la pyrite est absente du gisement" et (p. 135) qu'à Douvray, on a, par ordre décroissant : bornite-chalcopyrite-pyrite-molybdénite" et (p. 136) "les zones où la teneur en pyrite est supérieure à la teneur en bornite + chalcopyrite se situent à la périphérie de la zone riche en cuivre" (toute la page 136 mériterait d'être citée). La meilleure explication se trouve en fait dans [12], (Ab 11 reproduite fig. 15) où l'on voit qu'à Douvray la zone à bornite (centre du porphyry-copper) est bien entourée par les anomalies P.P., plus représentatives de l'auréole pyriteuse : D. BEHRING remarque que "l'espoir initial que le minerai ne serait pas pyriteux (de sorte que les anomalies P.P. indiqueraient directement la minéralisation en cuivre) ne s'est pas vérifié à Douvray".

Malgré cette déconvenue, l'utilisation de la P.P. était nécessaire pour la détection des sulfures disséminés. L'adjonction de levés magnétiques pour discriminer les anomalies P.P. dues (au moins partiellement) à la présence de magnétique était également logique.

Choix du dispositif :

Presque tous les levés P.P. effectués sur des porphyres cuprifères du Nord d'Haïti ont été faits invariablement avec des dispositifs dipôle-dipôle ou équivalents (pôle-dipôle). Seuls LEWIS et KIELEY ont parfois utilisé des quadripôles Wenner ou Schlumberger (à La Mine).

La méthodologie à utiliser dans ce type de reconnaissance de porphyre cuprifère devrait être en fait la suivante :

1er cas : on ne dispose pas d'anomalies géochimiques nettes : il est préférable d'utiliser la méthode du rectangle, qui permet de couvrir le terrain beaucoup plus rapidement, à égale densité de stations. Lorsque les anomalies P.P. sont délimitées, on peut alors les étudier par un profil dipôle-dipôle qui les recoupe normalement en leur milieu.

2ème cas : on dispose d'anomalies géochimiques bien structurées : alors on peut faire directement des profils dipôle-dipôle en travers, mais il faudrait alors pouvoir rechercher des extensions (pour lesquelles il conviendrait de lever des rectangles).

3ème cas : on ne veut pas de couverture complète du prospect : l'utilisation de profils dipôle-dipôle est alors justifiée.

En fait, l'objectif devrait être de délimiter l'auréole pyriteuse de façon à délimiter le périmètre d'investigation par forages.

On notera que cette méthode du rectangle a été convenablement utilisée par R. LAFON [8] sur les mornes Bossa et Choiseul.

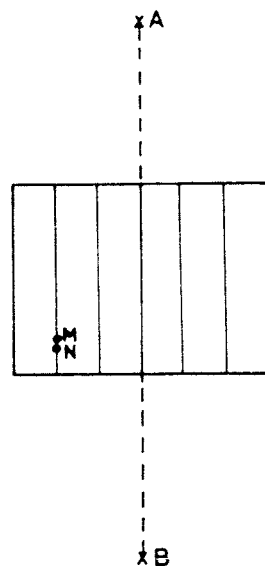
C'est donc seulement sur les prospects de Limbé, Perches, Vallières, Petite Rivière, morne Selon, Paris et Milot que l'utilisation directe de dispositifs dipôle-dipôle était logique. Partout ailleurs, il aurait été préférable et moins onéreux de faire les levés systématiques avec la méthode du rectangle. Il serait intéressant de connaître les termes de l'appel d'offres du Projet PNUD (HAI/74/09) et de relire les propositions Scintrex [74] et Geoterrex [73] pour savoir qui est à l'origine de cet engouement pour le dispositif dipôle-dipôle en P.P..

Rappel sur la méthode du rectangle :

Les électrodes d'injection A et B sont fixes.

On lève des profils situés dans un rectangle, dont la longueur et la largeur sont voisines de la moitié et du tiers de AB, à l'aide de dipôles mobiles MN.

Si on se bornait au profil central (tiers central de AB), ce serait le dispositif du gradient ("gradient array" des anglo-saxons).



Avantages :

- on ne déplace que deux électrodes d'où une plus grande rapidité d'exécution.
- A et B étant fixes, il n'y a pas d'à-coups-de-prise et on peut mettre une injection puissante.
- on cartographie une anomalie P.P. à moindres frais.

Inconvénients :

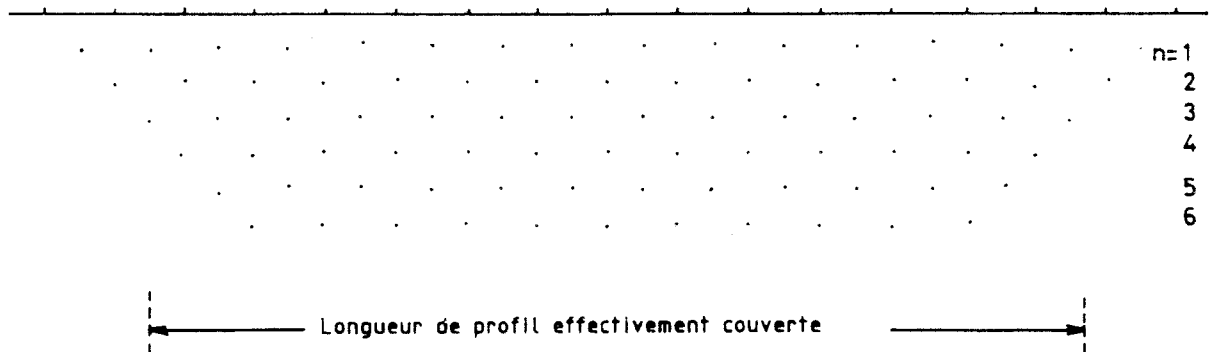
- A et B étant assez espacés, MN doit être assez grand pour que le signal reçu soit suffisant.
- on ne connaît pas la profondeur du toit du corps perturbateur, mais on peut toujours faire un sondage électrique ou un petit dipôle-dipôle centré sur l'anomalie.

Mesurage des longueurs des profils dipôle-dipôle P.P. :

Selon qu'on compte les distances couvertes avec $n = 1$ ou avec $n = 6$ on obtient des différences assez importantes sur les longueurs des profils et cela d'autant plus que le profil est court.

Lorsque F.A. SEWARD écrit qu'Heinrichs Geoexploration Company a couvert 136,3 km de P.P., il semble qu'il ait comptabilisé les distances couvertes avec $n = 1$.

Il est préférable, pour avoir une meilleure idée de la quantité de travail réalisée, de compter les dipôles complets : c'est-à-dire la moyenne des distances couvertes avec $n = 1$ et $n = 6$.

Mesure de la polarisation spontanée :

Dans les gîtes de type porphyre cuprifère, les sulfures ne sont en général pas assez abondants ni continus pour donner des anomalies P.S. notables.

La P.S. a été cependant mesurée, sans grand succès : les variations observées sont dues souvent aux effets d'électrofiltration sur les altérites, mais parfois pourraient être provoquées par des concentrations de sulfures (par exemple Massey ?).

La prospection géophysique dans la recherche de l'or

Il importe avant tout de dégager une stratégie d'emploi des méthodes géophysiques pour la prospection de l'or : les méthodes à utiliser dépendront du contexte géologique où se trouve l'or et qu'il conviendra de définir en premier lieu.

Les cas possibles sont à envisager :

1) L'or est associé à des sulfures tels que pyrite, mispickel, etc. : c'est évidemment la méthode de polarisation provoquée qui doit être envisagée :

- il faut d'abord estimer l'épaisseur de l'altération afin de choisir des longueurs de dispositifs (et donc des profondeurs d'investigation) convenables ;
- un profil d'essai doit ensuite être réalisé pour vérifier que la zone aurifère se distingue bien des roches environnantes par les paramètres P.P. (polarisabilité ou chargeabilité) ;
- en fonction de la nature des éléments de départ (anomalie géochimique, prospect avec tranchées, métallotecte connu), il faut décider du dispositif à utiliser :
 - . dipôle-dipôle pour des profils de reconnaissance,
 - . rectangle pour une couverture systématique du prospect.

Dimension des dispositifs :

- dipôle-dipôle : prendre une longueur de dipôle double de l'épaisseur d'altération ;
- rectangle : la ligne d'injection AB doit être supérieure à 10 fois l'épaisseur d'altération, mais elle doit rester inférieure à une valeur qui permette d'obtenir le signal minimal admissible sur MN dont la longueur est fixée par la résolution demandée. On lèvera des rectangles contigus ayant des côtés communs pour juger de la validité des raccords.

2) L'or est associé à une zone de fracture

* Soit dans une zone conductrice (shear-zone) qu'il est possible de détecter :

- par électromagnétisme :
 - . méthode V.L.F. si l'altération n'a pas plus de 10 à 15 m d'épaisseur, on utilisera le mode inclinaison,
 - . méthode Max-Min si le terrain ne présente pas de variations de pente trop importantes à l'échelle du levé,
 - . méthode TURAM si le terrain est accidenté ;
- par résistivité si la puissance de la shear-zone est supérieure à l'épaisseur de l'altération.

Dans tous les cas, il est préférable d'avoir une idée sur la direction de la shear-zone pour orienter les profils perpendiculairement à cette direction ; sinon il faut faire un levé avec deux directions de profils (perpendiculaires entre eux).

* Soit dans des filons résistants (quartz-barytine), ou du moins plus résistants que l'encaissant :

- profils de résistivité si la puissance cumulée des filons résistants n'est pas trop faible par rapport à l'épaisseur de la zone d'altération ;
- des profils E.M.-V.L.F. (mode résistivité) peuvent être envisagés si l'altération superficielle ne dépasse pas quelques mètres ;
- profils électromagnétiques (V.L.F.-inclinaison, TURAM) si des salbandes conductrices se trouvent aux épontes de ces filons.

Ici encore, quel que soit le cas envisagé, il est nécessaire de faire des profils d'essai sur le point d'accrochage. Il faut tester la méthode sur le site retenu avant de faire un levé systématique.

Dimension des dispositifs :

- en V.L.F. ou en TURAM, l'espacement des stations sera de 10 à 20 m ;
- en Max-Min, l'intervalle entre émetteur et récepteur sera supérieur au double de la profondeur d'investigation recherchée ;
- en résistivité, la longueur du dipôle de réception MN doit être au moins égale à la puissance de la zone (conductive ou résistante) recherchée ; la longueur de la ligne d'injection AB doit être supérieure à 10 fois l'épaisseur de la zone d'altération, mais rester dans certaines limites pour que le signal reçu sur MN soit convenable.

La prospection géophysique sur les gisements de type skarn

En Haïti, le gisement de Mémé rentre dans cette catégorie. Aucun levé géophysique n'y a été réalisé, à notre connaissance. D'autres gisements de ce type peuvent exister dans la province et il est nécessaire de définir dès à présent la marche à suivre pour le cas où un prospect serait à étudier.

Une caractéristique générale des gisements de skarn est le développement de minéraux magnétiques (magnétite, pyrrhotine); le gisement de Mémé obéit à cette règle et la présence de magnétite y est signalée.

Ceci est important car la prospection magnétique peut alors être utilisée dans la reconnaissance de ces gîtes : cette méthode est plus simple et moins onéreuse que la méthode de polarisation provoquée qui permet de mettre en évidence les sulfures disséminés.

Toutefois, la méthode magnétique ne permettra de localiser un tel gisement que si l'enrichissement en magnétite est notable et si sa teneur y est supérieure à celle des roches volcaniques voisines.

C'est pourquoi il serait intéressant de faire un levé magnétique sur la mine Mémé : ce n'est pas un gros travail puisqu'il n'y aurait que 3 à 4 km de profils à lever à la maille 20 m x 20 m, soit une journée de travail. Le seul problème est la gêne que pourraient apporter d'éventuels objets en fer (rails, câbles, machines) laissés dans l'exploitation.

En tout état de cause, une reconnaissance d'un gisement de skarn, approché par géochimie ou par découverte d'affleurements, devrait comporter une prospection magnétique qui permettrait de mieux implanter les forages de reconnaissance. Ce n'est qu'en cas d'absence d'anomalie magnétique caractéristique qu'il faudrait se résoudre à employer la méthode de polarisation provoquée.

W.W.L. Weber rapporte que la concession de 250 km² accordée à Sedren, filiale de Consolidated Halliwell, a été volée en 1956 en aéromagnétisme. Le suivi au sol (mag., P.S., géochimie) a abouti à localiser 23 prospects dont Mémé, Cassins et Bresillac (300 km de profils au sol).

Kesler S.E. (1967) Skarn and ore formation at the Meme copper deposit, Haïti, Econ. Geol. - 1967(10), vol. 62, n° 6.

Kesler S.E. (1968) Contact-localized ore formation at the Meme mine, Haïti. Econ. Geol. - 1968(), vol. 63, n° 5, pp. 541-552.

Weber W.W.L. (1957) Copper occurrences in Haïti ; exploration and development by Canadian capital. Can. Min. Journ. vol. 78, pp. 743-546.

Remarques sur la stratégie d'ensemble de la prospection géophysique
et de son suivi par forage

Après examen des diverses campagnes géophysiques minières réalisées en Haïti, on s'aperçoit que :

- toutes sont localisées dans le Nord du pays ;
- à l'exception de morne Bossa et de Mémé, toutes ont été faites pour recherche de sulfures disséminés (la plupart du temps sous des anomalies géochimiques ou sur des prospects qualifiés de porphyres cuprifères) ;
- la méthode principale de recherche de sulfures disséminés a toujours été la polarisation provoquée + résistivité, généralement en dispositif dipôle-dipôle, le magnétisme et la P.S. ont été faits en compléments ;
- le suivi par forage n'a pas toujours été fait bien que les compagnies géophysiques aient toujours proposé des forages de contrôle sur les anomalies trouvées : il est plus rapide de citer les gîtes ou, les forages ont été faits (souvent d'ailleurs avant la géophysique) : Douvray, Blondin, Faille B, Mont Organisé, Grand Bois et morne Bossa. Il ne sert à rien de décider d'une campagne de géophysique si l'on n'est pas décidé à effectuer un minimum de forages de contrôle sur les anomalies trouvées.

Sous réserve de l'opinion des géologue et géochimiste impliqués dans la rédaction de ce rapport, un certain nombre de forages, proposés par les géophysiciens après les campagnes de mesure, mériteraient d'être faits, notamment à la Mine.

Le seul prospect où la géophysique devrait être complétée est morne Bossa (s.l.), si l'on estime que le gîte sulfuré mérite d'être reconnu.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**SUBSTANCES METALLIQUES****II - GEOPHYSIQUE MINIERE**

- [1] Heinrichs Geoexploration Company (1976) - Etude géophysique minière au sol à Terrier Rouge-Perches (Nord Haïti). Programme PNUD n° 22/76, BME, 05-0063-76 Recmin. PNUD (56).
- [2] Heinrichs Geoexploration Company (1977) - Etude géophysique minière au sol dans les zones Vallières, Petite Rivière, Morne Selon et Mont Organisé (Nord Haïti). Programme PNUD n° 22/76, BME, 05-0 065-77 Recmin. PNUD (18).
- [3] Seward F.A. (1976) - Evaluation of results of geophysics work undertaken by Heinrichs Geoexploration Company under sub-contract for Haïti/74/019 project. PNUD (77) 05030/76/02.
- [4] ONU (1977) - Rapport sur le gisement de Douvray, p. 13, Chapitre géophysique : résumé du rapport de Heinrichs Geoexploration. PNUD (47).
- [5] Heinrichs Geoexploration Company (1977) - S.F.H.M. Rapport sur le département du Nord. BME, 01-0002-77 Recmin. PNUD (18).
- [6] S.F.H.M. (1977) - Exploration progress report. Nov. 1975 through Dec. 1976. Limbe project Haïti, pp. 39-42. Geophysical work. BME, archives centrales, RE 12/12/78.
- [7] ONU (1978) - Rapport sur l'étude géologique du Nord d'Haïti. PNUD (4).
- [8] Lafon R. (1980) - Région de Milot - Secteur Choiseul - Rapport sur la phase des travaux effectués jusqu'au 1/1/1980. BME. 02/0034-80, Recmin. PNUD (44) 05030/80/02.
- [9] Scintrex (1983) - Rapport du levé magnétique et P.P.. Projet du Mont Organisé (Haïti). PNUD. PNUD (69) 05030/83/06.
- [10] Lewis et Kieley (1984) - Geophysical orientation surveys (faille A & B, La mine et Milot). Exploration pour métaux précieux et de base dans le Nord d'Haïti. Projet UNRFNRE. BME, archives centrales, technical report n° 19. UNRFNRE : United National Revolving Fund for National Resources Exploration.
- [11] Lewis et Kieley (1984) - Exploration pour métaux précieux et de base dans le Nord d'Haïti. Geophysical surveys at La Mine, Faille B and Treuil. BME, archives centrales, technical report n° 13.
- [12] Behring D. et al. (1984) - Exploration des porphyry-copper vorkommens Douvray Bei Terrier Rouge (Nord Haïti). Geol. JB Hannover A.75.

- [13] Phoenix Geophysics (1985) - Report on the IP and resistivity survey at the La Mine polymetallic prospect. Zone C. Northern Haïti for the UNRFFNR. BME, archives centrales, technical report n° 20.
- [14] Phoenix Geophysics (1985) - Report on the IP and resistivity survey at The Faille B Grid prospect (North Haïti) for the united nations. BME, archives centrales, technical report n° 19.

Geoterrex Ltd. (1973) - Proposal to conduct and interpret an integrated ground geophysical survey in Haïti on behalf of the U.N. Project HAI/74/09, rapport n° 73 figurant dans une liste des rapports PNUD, mais demeure introuvable.

Scintrex Ltd. (1974) - A proposal to carry out a ground geophysical survey in Haïti on behalf of the U.N.. Project HAI/74/09, rapport n° 74, figurant dans une liste des rapports PNUD, mais demeure introuvable.

Heinrichs Geoexploration (1977) - Induced polarization and Electro Magnetic Survey in the Jean Rabel vicinity, Department du N-W et Limbe vicinity, Department du Nord. For Société franco-haïtienne des Mines (rapport non retrouvé, connu seulement par des commentaires de B. Lambolez).