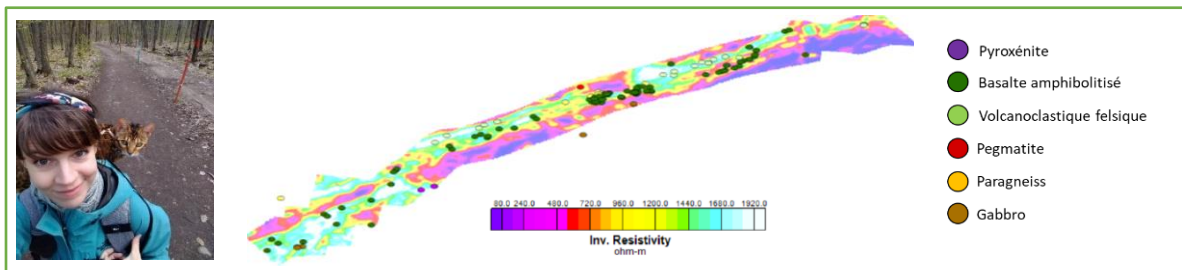


## Projet 2020-02 : Cartographie des zones de résistivité à partir des ondes électromagnétiques (EM)



*Par Morgane Gigoux, Ph.D. – CONSOREM*

*Collaborateurs : Dominique Fournier, Ph.D., MIRA Géoscience et Michel Allard, ing., M.Sc., chercheur associé CONSOREM*

La résistivité électrique est une propriété physique fondamentale des roches qui quantifie la force avec laquelle cette roche s'oppose à la circulation d'un courant électrique. Elle est l'inverse de la conductivité électrique qui peut se mesurer par une variété d'appareils de prospection électrique (DC-RES) et électromagnétique (EM). Tous ces appareils répondent à une grande variété de conducteurs tant naturels qu'artificiels (ex. : mort-terrain, argiles, graphite, sulfures massifs, zone de cisaillement, lignes hautes tensions, etc.). Les roches archéennes font partie des roches les plus résistives sur Terre (1000 à 100 000  $\Omega$ m, Palacky, 1988).

Ce projet va ainsi s'intéresser à la résistivité du sous-sol archéen au Québec (Abitibi et Baie-James). Dans un tel contexte de résistivité extrême, la problématique est d'évaluer la possibilité de faire ressortir les plus subtiles variations de résistivités au sein de ces roches qui pourraient être liées, entre autres, à des variations lithologiques et/ou des zones d'altérations. En réalité, la complexité de ce projet réside dans le fait que l'estimation de la résistivité d'une roche, en un endroit x, y, z dans le sous-sol à partir de mesures à la surface ou au-dessus du sol, va dépendre non seulement du contexte géologique, mais aussi de l'appareillage, de l'échelle à laquelle on travaille, de l'anisotropie lithologique, de l'épaisseur de mort-terrain ou de la présence de pergélisol, etc. Il s'agit donc d'une propriété physique délicate à interpréter. Les objectifs de ce projet ont donc été de 1) démontrer ou non la possibilité de cartographier la résistivité des roches archéennes d'un secteur à partir des différents systèmes EM utilisés par les compagnies minières et de 2) savoir quelles informations en tirer. En effet, l'idée initiale du projet était de savoir s'il existait un lien entre la géologie et la résistivité du sous-sol, de documenter l'effet de l'altération et de l'épaisseur de mort-terrain sur ce signal de résistivité.

Pour la réalisation du premier objectif, on a cherché à estimer la résistivité par la méthode d'inversion 1D de données de levés EM hélicoptés. Le résultat montre qu'il est possible de cartographier la résistivité par inversion des données EM dans certains contextes. En d'autres termes, tous les systèmes EM et tous les contextes géologiques ne sont pas adaptés aux inversions. En effet, certains secteurs, comme le secteur de Windfall, sont des contextes trop résistifs pour la réalisation de l'inversion 1D des données SkyTEM. Aussi parmi les systèmes EM testés dans le secteur de Matagami, le VTEM, l'HéliTEM et le SkyTEM sont des systèmes adaptés aux inversions contrairement au système ProspecTEM, testé sur le secteur de Mythril et Lac Harbor (Baie-James), qui ne l'est pas.

Pour la seconde partie du projet, le système SkyTEM a été investigué en détail avec les inversions des low moments (LM), plus sensibles aux variations de résistivités de surface. Les résultats sur le secteur de Veronneau ont démontré une relation entre les altérations en subsurface et les résistivités obtenues par inversions des LM à 2m de profondeur. La résistivité du secteur semble être plus réactive à la silicification (gain en Si) et la carbonatation (norme CO<sub>2</sub> et gain en CaO) des basaltes. Dans le secteur de Windfall, il existe aussi une bonne relation entre les valeurs du signal des canaux précoces du LM et les résistivités PP au sol, avec une forte anti-corrélation de -0.82. Dans le secteur de Veronneau, les résistivités obtenues par inversions se corrèlent bien avec les résistivités prédites des LM à partir des statistiques réalisées à Windfall. Cette relation resterait à valider dans d'autres secteurs, mais si celle-ci s'avère généralisable, cela signifierait qu'il serait alors possible de se passer des inversions, dans le cas où le mort-terrain est absent ou peu conducteur, pour avoir accès aux résistivités des roches en surface. Le signal des canaux précoces ressort donc comme étant une des clés pour accéder directement à l'information de résistivité des roches en subsurface. À noter que ces données LM sont disponibles pour le SkyEM mais également pour le système HéliTEM récemment mis à jour. Quant au VTEM, Geotech a récemment grandement amélioré la mesure des canaux précoces. Enfin, les derniers résultats de ce projet ont concerné la problématique du mort-terrain et de l'estimation de son épaisseur. La prédiction de l'épaisseur de mort-terrain par inversion 1D semble grandement améliorée en utilisant comme modèle de départ, en première approximation, une épaisseur et une résistivité déduite des « conductivity depth imaging (CDI) » qui est un processus de transformation simple des mesures en résistivité (Macnae *et al.*, 1991). En résumé, il s'agit d'un projet novateur qui vise ultimement à valoriser les données EM utiles à l'exploration minérale. L'idée est de soutirer un maximum d'informations utiles qui permettrait de rentabiliser les levés et de minimiser les coûts pour l'industrie. Les résultats de ce projet ouvrent des pistes de recherches futures liées à l'utilisation et à la valorisation des données EM en exploration.

## FICHE SOMMAIRE PROJET 2020-02

<b>Objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Réalisation de cartographie de résistivité par inversion 1D à partir des données électromagnétiques ;</li> <li>◆ Investiguer les relations entre les altérations, la lithologie, l'épaisseur de mort terrain et le signal de résistivité.</li> </ul>
<b>Résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Cartographie de résistivité par inversion 1D réalisée à partir des données SkyTEM, VTEM et HéliTEM à Matagami ;</li> <li>◆ Modifications et améliorations des modèles de départ pour les inversions de Matagami et estimation de l'épaisseur du mort-terrain à partir des CD ;</li> <li>◆ La résistivité augmente avec les gains en silice/calcium et la norme CO<sub>2</sub> à Veronneau ;</li> <li>◆ Calcul de la résistivité prédite à Windfall à partir des données brutes des LM du SkyTEM.</li> </ul>
<b>Innovations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Valorisation des données EM en exploration minérale ;</li> <li>◆ Plusieurs pistes de recherche proposées (à valider sur d'autres cas géologiques) : 1) l'estimation de l'épaisseur de mort terrain à partir des CDI, 2) le calcul d'une résistivité prédite à partir des valeurs brutes des LM du SkyTEM, 3) l'utilisation des résistivités par inversion pour identifier des zones fortement silicifiées ou carbonatées.</li> </ul>
<b>Produits livrés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 1 Rapport et présentations</li> </ul>