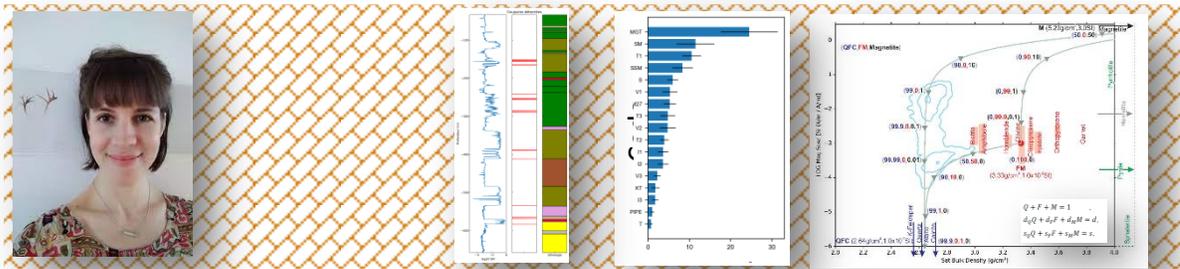


Projet 2021-02 : Valorisation des données de susceptibilité magnétique en exploration minérale



Par Morgane Gigoux, Ph.D. – CONSOREM

Collaborateurs : Sylvain Trépanier, géo, M. Sc.A., chercheur associé CONSOREM, Valentin Peyrard, Étudiant, Polytechnique de Montréal, Charles L. Bérubé, Ph.D., Professeur adjoint, Département des génies civil, géologique et des mines, Polytechnique de Montréal et Michel Allard, ing., M.Sc.A., chercheur associé

Un premier volet du projet a été consacré à valoriser les données de susceptibilité magnétique (K) en créant un outil numérique permettant quatre applications pratiques : 1) la détection de coupure, 2) la détermination de la résolution optimale des prises de mesures, 3) l'analyse de sensibilité du signal prédit aux lithologies et 4) de tester la prédiction de K à partir des lithologies et inversement. Au total, plus de 1 million de données publiques et privées ont été utilisées pour la réalisation de ce premier objectif. Le second volet s'est concentré à améliorer les estimations des proportions de magnétite et de pyrrhotite à partir d'analyses roches totales et du soufre dans Lithomodeleur (Norme CIPW et Norme Bas Grade).

1) Valorisation des données de susceptibilité

Une collaboration a été initiée avec Charles Bérubé (professeur adjoint à Polytechnique Montréal) et Valentin Peyrard (étudiant à la maîtrise à Polytechnique Montréal) pour la réalisation de ce volet. Ils ont développé un modèle d'auto-encodeur à partir d'un code à 3 dimensions qui représente parfaitement les caractéristiques discriminantes de K à partir de 3 forages représentatifs et minéralisés du camp de Matagami (BD LAMROC). Ce code de segmentation par apprentissage non-supervisé est basé sur une architecture de réseau neuronal 1D. Il a pour avantage de générer un modèle qui tient compte non seulement des valeurs, mais aussi de la variabilité du signal. L'objectif n'était pas de reconstruire la lithologie du forage, mais de vérifier si l'auto-encodeur était capable d'identifier les caractéristiques discriminantes et les ruptures majeures dans le signal. Le résultat montre que le premier prototype d'auto-encodeur a la capacité de faire ressortir certaines variabilités au sein d'une lithologie en apparence homogène et d'identifier les principaux points de rupture. Ce modèle nécessitera d'être raffiné et renforcé dans une phase 2 qui se poursuit pour l'année 2022-2023. L'entraînement et les répétitions de l'auto-encodeur pour différentes tailles de fenêtres ont permis de suggérer une résolution optimale dans la prise des mesures à partir des forages de Matagami (BD LAMROC et Glencore). Un espacement limite de 16,5 m pour une profondeur moyenne de forage de 560 m a été estimé.

Le modèle a été utilisé dans un contexte métallogénique différent au Nunavik à partir de forage au sein de roches protérozoïques (BD Mine Raglan) : l'espacement maximal des mesures obtenu est d'environ 5 m pour une profondeur moyenne de forage de 350m. L'évaluation de la sensibilité de la prédiction du signal de K à la lithologie a permis de mettre en avant les lithologies qui avaient le plus d'effet sur l'amplitude du signal. Il s'agit sans grande surprise des sulfures massifs et semi-massifs à Matagami. Néanmoins la même analyse au Nunavik suggère que les roches ultra-mafiques soient beaucoup plus sensibles que les sulfures massifs.

Cela signifie que dans un tel contexte métallogénique dominé par ce type de lithologie, l'utilisation de la susceptibilité magnétique pour la détection de sulfures massifs n'est pas optimale. Les tests de prédiction ont démontré qu'il était possible de prédire le signal de K à partir des lithologies, mais non l'inverse. En effet, le chevauchement des valeurs de K entre les lithologies et la grande variabilité qui existe au sein même d'une lithologie rendent la fiabilité de la prédiction impossible dans ce sens.

2) Amélioration des outils pour l'exploration

L'intégration de K, du soufre et de la pyrrhotite aux calculs des normes CIPW et Bas Grade a été réalisée à partir du système d'équations du modèle minéralogique quantitatif des travaux de Enkin *et al.*, (2020). Ce modèle permet d'estimer les proportions de minéraux à partir de la densité et de la susceptibilité des roches. Ils démontrent également que c'est un modèle compatible avec le calcul de la norme CIPW des roches ignées à partir des analyses géochimiques. Avec la collaboration de Sylvain Trépanier, ce modèle a été intégré au logiciel prototypage Lithomodeleur du CONSOREM (version 4.3) puis validé à partir de bases de données géochimiques en roches totales intégrant les analyses en soufre (Glencore et Midland) et pétrographiques (Midland). Le diagramme de Henkel (1976), ainsi qu'une base de données de référence des valeurs moyennes de K et de densité de minéraux et de roches en Abitibi, ont été intégrés également au logiciel.

FICHE SOMMAIRE PROJET 2021-02

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Valoriser les données de susceptibilité magnétique pour l'exploration ◆ Améliorer les calculs normatifs de la magnétite et des sulfures à partir de K et des analyses géochimiques roche totale et du soufre.
Résultats	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Création d'un prototype d'auto-encodeur capable de faire ressortir les variabilités au sein d'une lithologie d'apparence homogène et d'identifier les points de rupture. ◆ Estimation de la résolution optimale des prises de mesures en fonction de la longueur moyenne des forages et du contexte métallogénique ◆ Évaluation de la sensibilité de la prédiction du signal de K à la lithologie : les sulfures massifs et semi-massifs ont le plus d'effet sur l'amplitude du signal à Matagami. Au Nunavik, ce sont les roches ultra-mafiques qui ressortent comme plus sensibles, bien devant les sulfures. ◆ Il est possible de prédire le signal de K à partir des lithologies, mais pas l'inverse.
Innovations	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Création d'un outil numérique (auto-encodeur) pour la valorisation de K en exploration ◆ Nouveaux outils de calculs normatifs dans une nouvelle version LithoModeleur 4.3.0
Produits livrés	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Bases de données publiques (Finlande, Canada, LAMROC) ◆ Version Lithomodeleur 4.3.0 avec une base de données de référence (K et densité moyenne de minéraux et roches archéennes d'Abitibi) et 5 diagrammes intégrés ◆ Rapport et présentations