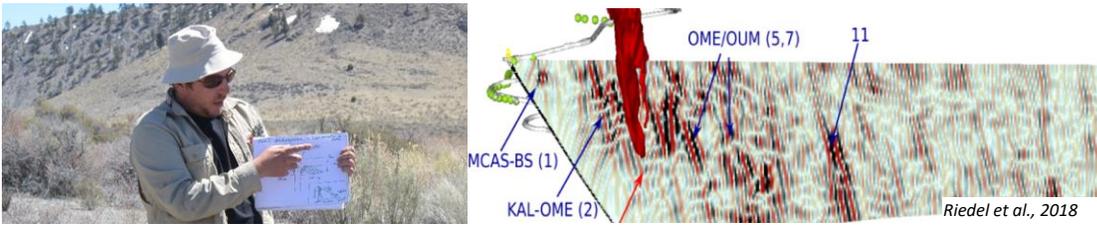


PROJET 2019-04 : Meilleurs outils pour l'exploration profonde : La sismique réflexion en exploration minérale



Dominique Genna, géo, Ph.D. – CONSOREM

La plupart des méthodes géophysiques utilisées en exploration minérale utilisent les propriétés physiques des minéralisations (conductivité, chargeabilité, magnétisme). Bien que ces méthodes soient efficaces dans les 500 premiers mètres, la sensibilité diminue drastiquement avec la profondeur. Les méthodes sismiques sont une des rares méthodes géophysiques qui démontrent un maintien, voire une amélioration relative, de la résolution avec la profondeur. En ce sens, elles représentent donc une avenue particulièrement intéressante pour l'exploration de ressources minérales enfouies. La sismique réflexion utilise la propagation des ondes élastiques pour mesurer la déformation du sous-sol. Le chemin emprunté par les ondes dépend de l'élasticité du milieu. S'il y a présence de discontinuité dans le milieu, l'onde sismique va être déviée (réflexion et réfraction). L'enregistrement des différents temps d'arrivée et des amplitudes des ondes sont ensuite utilisés pour imaginer le sous-sol.

La plupart des gisements de sulfures massifs produisent des contrastes sismiques marqués due à l'abondance de sulfures et donc à une augmentation de la densité (Figure 1). L'identification d'un réflecteur est dépendante d'un contraste d'impédance acoustique assez élevé, l'impédance étant le produit de la vitesse de propagation des ondes et de la densité du milieu. On peut voir sur la Figure 1 l'alignement des lithologies depuis les roches sédimentaires jusqu'aux roches ultramafiques. On peut également noter que les champs des minéralisations métalliques sont décalés vers des densités plus grandes illustrant que la plupart du temps il y a un contraste d'impédance suffisant entre la lithologie et les minéralisations pour créer un réflecteur sismique. Il est donc attendu, à condition que l'épaisseur soit suffisante, qu'une zone minéralisée fournisse un fort signal sismique (en réflexion ou réfraction) qui peut être utilisé pour cibler des ressources à grande profondeur.

Des avancées significatives ont été réalisées dans ce domaine au cours des dernières décennies. Au travers d'une revue détaillée de plusieurs cas d'étude, le projet 2019-04 vise à mettre en avant le potentiel d'utilisation, mais aussi les limites, des techniques d'utilisation de la sismique réflexion sur le territoire québécois. Spécifiquement, les cas sélectionnés dans le projet illustrent : 1) des levés conventionnels depuis la surface en 2D, semi-3D et 3D; 2) des levés tomographiques (source en surface ou en profondeur et récepteurs en profondeur) dans des mines actives; 3) le retraitement et l'optimisation d'anciennes données; 4) des levés de sismique

passive et 5) l'acquisition de signal sismique durant le forage.

Ce tour d'horizon permet de conclure que les méthodes sismiques actives ont un potentiel d'utilisation pour l'exploration profonde de ressources minérales, en particulier dans les camps matures ou pour l'exploration sur le pourtour d'une mine en production. Les méthodes passives démontrent un potentiel très intéressant mais la plupart sont encore en développement. Dans les deux cas, l'arrimage avec la géologie et la pétrophysique des lithologies environnantes est indispensable pour de meilleures caractérisations.

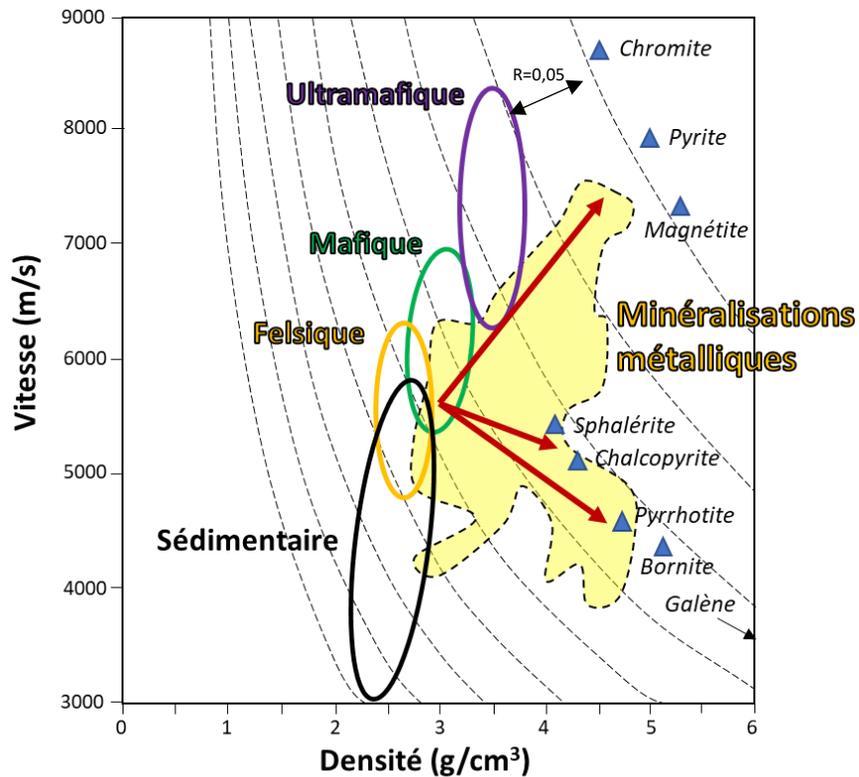


Figure 1. Diagramme Vitesse de propagation des ondes acoustique dans le milieu vs Densité du milieu. Les lignes en pointillés représentent le contraste d'impédance acoustique nécessaire pour fournir un réflecteur (incrément de 5 % du coefficient de réflexion; $R=0,05$). Modifié de Hurich et al. 2001.

FICHE SOMMAIRE

Objectifs	<ul style="list-style-type: none">• Inventaire, performance et analyse de cas d'étude de différentes méthodes de sismique réflexion disponibles pour l'exploration des gisements en profondeur.
Résultats	<ul style="list-style-type: none">• Avec l'amélioration des techniques d'acquisition et de traitement du signal sismique, il y a clairement un potentiel d'utilisation sur le territoire québécois.• Nécessite un arrimage avec la géologie et la pétrophysique pour une meilleure caractérisation.• Le potentiel d'utilisation est principalement dans les camps matures et mines en activités.• Les levés de sismique passive et de sismique durant le forage (<i>Seismic While Drilling</i>) sont deux avenues particulièrement intéressantes puisque les coûts d'acquisition sont une fraction d'un levé conventionnel. Ces méthodes sont cependant encore en développement.
Innovations	<ul style="list-style-type: none">• Mise en évidence du potentiel d'utilisation de la sismique réflexion appliquée à l'exploration minérale au Québec.
Produits livrés	<ul style="list-style-type: none">• 1 rapport, 3 présentations

RÉFÉRENCES :

- Hurich C.A., Deemer S.J., Indares A. and Salisbury M., 2001. Compositional and metamorphic controls on velocity and reflectivity in the continental crust: An example from the Grenville Province of eastern Quebec. *Journal of Geophysical Research*, B106, 665– 682.
- Riedel M., Cosma C., Enescu N., Koivisto E., Komminaho K., Vaittinen K., and Malinowski M., 2018. Underground vertical seismic profiling with conventional and fiber-optic systems for exploration in the Kylahti polymetallic mine, Eastern Finland. *Minerals*, 8, 538.