



2020-MN-286254

## 1. TITRE DU PROGRAMME ET CONCOURS

**Programme** : Programme de recherche en partenariat sur le développement durable du secteur minier-II, 1er concours

## 2. TITRE VULGARISÉ

Indiquez le titre du projet de recherche (doit être rédigé en français).

Titre du projet  
L'imagerie sismique; un outil pour réduire les risques d'exploration et d'exploitation en profondeur

### 3.1 MONTANT TOTAL DE L'OCTROI OBTENU

364 490\$

### 3.2 MONTANT TOTAL DU PROJET (incluant l'octroi obtenu par le FRQNT et la contribution des partenaires)

364 490\$

#### 4. RÉSUMÉ VULGARISÉ (doit être rédigé en français. Maximum 1 page).

Veillez résumer, de façon vulgarisée, votre projet de recherche : introduction, méthodologie, résultats, conclusion.

Les ondes sismiques permettent d'imager des structures à plus de 1000 m et de maintenir une résolution qui est inatteignable pour les méthodes électriques et électromagnétiques. C'est d'ailleurs pourquoi des levés de sismique réflexion d'envergure adaptés à l'industrie minière gagnent en popularité dans le reste du monde. La géologie particulière et la nordicité du Québec entraînent des défis de taille pour l'acquisition de ces données. Par conséquent, plusieurs acteurs dans l'exploration et l'exploitation minière du Québec sont réticents à investir dans l'acquisition des données qui pourraient pourtant réduire certains coûts de forage et les aider avec le développement de leurs futures mines.

Les objectifs du projet étaient : (1) de développer une chaîne de géophone en forage pour permettre de faire des profils sismiques verticaux à l'intérieur de forages de faibles diamètres (NQ) et (2) de développer une source sismique électromagnétique adaptée aux besoins de l'industrie minière.

Les deux projets de conception ont été conçus pour permettre la formation de quatre étudiants à la maîtrise, soit deux étudiants qui avaient la responsabilité de la conception des systèmes électroniques et deux autres étudiants qui avaient la responsabilité du développement des aspects mécaniques des prototypes.

Les projets ont été lancés au début de la pandémie de COVID-19 et le nombre d'étudiants admis dans les laboratoires a été restreint pour la première année du projet. Notre équipe a alors préconisé le développement de la chaîne de géophone pour la première partie du projet.

Le premier étudiant (A. Mercier), en collaboration avec l'équipe de supervision, a conçu un numériseur à composante multiple qui peut être déployé à partir d'un treuil à câble conventionnel utilisé dans l'industrie minière. Les plans et devis pour la construction du système sont disponibles en libre accès sur la plateforme GitHub (<https://github.com/Geophysical-Instrumentation-Group-UL/Geophysical-Open-Seismic-Hardware>) sous le nom de projet Geophysical Open Seismic Hardware.

Le deuxième étudiant (S. Dourlet), en collaboration avec l'équipe de supervision, a conçu le module de couplage nécessaire pour permettre à la chaîne de géophone d'être ancrée à la paroi du forage. Les plans et devis pour ce système sont disponibles dans le mémoire de l'étudiant et seront partagés dans le cadre du projet Geophysical Open Seismic Hardware lorsque le prototype aura été validé en forage. Pour l'instant, le mécanisme de couplage est capable d'exercer les forces nécessaires en laboratoire, mais la capsule étanche et les câbles de jonctions imperméables restent à concevoir.

Ayant de la difficulté à recruter des étudiants à la maîtrise durant les années de pandémie, les co-chercheurs (Dupuis et Giroux) ont établi le cahier de charge pour la source vibrante électromagnétique et ont fait l'achat des pièces nécessaires pour l'assemblage du prototype.

Durant la dernière année du projet, deux étudiants de génie physique ont été recrutés pour aider à la conception de la source sismique électromagnétique. Dans le cadre de leur projet de fin d'études (B. Girard et R. Tremblay), on fait la conception, la modélisation et la mise en service d'un prototype. Cette source est composée de 7 actuateurs sur une plaque laminée qui inclut une couche d'amortissement de contrainte qui favorise le couplage de la source avec le sol.

Les objectifs du projet ont donc été atteints même si les prototypes ne sont pas encore suffisamment robustes pour permettre la commercialisation de ceux-ci. Les systèmes qui ont été conçus permettront aux équipes de recherche québécoise de se démarquer dans l'acquisition des données de sismique en forage en proposant des outils de type libre-accès qui sont uniques au monde.

## 5. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS ET RETOMBÉES (doit être rédigé en français. Maximum ½ page).

1) Énoncer très brièvement les résultats attribuables directement aux travaux financés. 2) Décrire clairement, s'il y a lieu, toute(s) retombée(s) déjà observée(s) ou confirmée(s) qui découle des travaux, que ce soit sur le plan scientifique, économique, social, environnemental, politique, culturel, artistique ou technologique. 3) Préciser aussi, s'il y a lieu, les nouvelles pistes ou questions de recherche soulevées par les résultats.

Deux mémoires de maîtrise ont été rédigés ainsi qu'un rapport de projet de fin d'études. Les travaux de recherche ont été présentés lors d'un colloque du "Canadian Exploration Geophysical Society". Cette présentation fut retenue comme étant la meilleure du colloque et par conséquent A. Mercier fut invité à présenter le système et ses résultats à la conférence "Geoconvention" à Calgary. L'évolution des travaux fut ensuite présentée à la conférence internationale de la 'Society of Exploration Geophysicists' lors de la conférence "Second International Meeting for Applied Geosciences & Energy" à Houston au Texas. La performance du numériseur à composante multiple a fait l'objet d'un article de revue scientifique intitulé 'Geophysical Open Seismic Hardware : Design of a Vertical Seismic Profiling instrument' dans la revue "Journal of Open Hardware". Cet article est déjà cité par d'autres groupes de recherche et a suscité de l'intérêt de chercheurs du Colorado School of Mines (Prof. Shragge) et de l'Université de Toronto (Prof. Swidinsky, Teck Chair in Exploration Geophysics). Les co-chercheurs (Prof. Dupuis et Prof. Giroux) ont d'ailleurs entamé des pourparlers avec ces deux chercheurs pour mettre sur pied une conférence qui permettrait aux chercheurs en géophysique de se réunir afin de faire avancer les instruments géophysiques en libre accès. Cette conférence devrait avoir lieu en 2026 ou en 2027 à Québec, ce qui permettra de faire rayonner l'innovation québécoise dans le domaine de l'instrumentation géophysique.

## 6. ÉTUDIANTS ET ÉTUDIANTES, POSTDOCTORANTS ET POSTDOCTORANTES IMPLIQUÉ(E)S DANS LE PROJET

A) Indiquez le nombre d'étudiant(e)s et de stagiaires postdoctoraux / postdoctorales impliqué(e)s dans la réalisation du projet de recherche par cycle d'études.

Collège / Université	1 <sup>er</sup> cycle	Maîtrise	Doctorat	Postdoctorat
Université Laval	3	2		