



2020-MN-286604

## 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).

Détection de la sismicité induite par l'activité minière par apprentissage profond

### 3.1 MONTANT TOTAL DE L'OCTROI OBTENU

224700

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

224700



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

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

L'objectif général du projet est de développer des outils d'aide à la décision permettant d'assurer la sécurité du personnel et d'optimiser l'exploitation des mines à partir du monitoring microsismique. Plus concrètement, on vise à améliorer la résolution du suivi de la sismicité induite par l'extraction minière, en particulier pour les événements de faible magnitude, ceci dans le but d'inférer les changements de l'état de contrainte et d'estimer le risque associé. L'objectif spécifique est d'implémenter des méthodes de détection des ondes sismiques, de pointé des temps d'arrivée, et de catalogage des microséismes par apprentissage profond (AP), pour une utilisation en temps réel dans des environnements variés.

La méthodologie repose sur l'utilisation d'un réseau de neurones convolutifs (CNN) pour détecter les événements. Concrètement, le code python PhaseNet développé en sismologie et disponible en accès libre, a été adapté pour traiter les données acquises dans le contexte minier. D'un point de vue sismique, l'environnement minier est très différent des sites où sont installés des sismographes pour suivre les tremblements de terre. En particulier, plusieurs bruits sont présents dans les mines, qui complexifient les signaux enregistrés. Pour tester la méthodologie et mesurer sa performance, un jeu de données synthétiques massives, aux caractéristiques entièrement connues, a été construit. Ce jeu de données reproduit les caractéristiques du bruit mesuré dans une mine, qui ont pu être établis à partir de données fournies par le partenaire. La création des données synthétiques, qui nécessite la modélisation d'un très grand nombre de microséismes et qui est extrêmement exigeante en calculs, a pu être réalisée grâce à l'infrastructure nationale de calcul scientifique (Calcul Québec).

Les travaux ont été retardés par les contraintes liées à la pandémie et au confinement, qui ont grandement affectées l'étudiant travaillant au projet. Les travaux se poursuivent néanmoins. La validation de la méthodologie suit son cours et se fait de façon étroite avec le partenaire industriel.



**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.

Comme mentionné dans le résumé vulgarisé, le projet a connu du retard et les résultats attendus ne sont que partiels au moment de soumettre ce rapport. L'étudiant au doctorat a vécu une dépression et a songé à deux reprises à abandonner son programme, ce qui fait que les travaux ont été suspendus pendant plusieurs mois. Grâce notamment à la contribution d'un stagiaire postdoctoral, un jeu de données synthétiques a pu être créé pour tester la méthode. Ce jeu de données va être publié en accès libre (le résumé est rédigé et sera soumis cet automne à la suite de l'approbation par le partenaire). Le partenaire va d'ailleurs utiliser ces données pour tester, à l'interne, d'autres méthodes de traitement. Le code PhaseNet a été modifié pour pouvoir traiter les données acquises dans les mines. Une fois entièrement validé, le code modifié sera publié en accès libre.

**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 |
|----------------------|-----------------------|----------|----------|--------------|
|                      |                       |          | 1        | 1            |