

**Projets de recherche orientée en partenariat /  
Développement durable du secteur minier - II – 2<sup>e</sup>  
concours**

**Rapport de vulgarisation scientifique**

2022-0MN-301906

**1. TITRE DU PROGRAMME ET CONCOURS**

**Programme :** Projets de recherche orientée en partenariat / Développement durable du secteur minier - II

**2. TITRE VULGARISÉ**

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

Développement d'une méthodologie d'apprentissage profond mixte comme outil d'aide à l'interprétation de données géophysiques aéroportées multi-méthodes

**3.1 MONTANT TOTAL DE L'OCTROI OBTENU**

**298500\$**

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

**376500\$**

Projets de recherche orientée en partenariat /  
Développement durable du secteur minier - II – 2<sup>e</sup>  
concours

Rapport de vulgarisation scientifique

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

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

Ces vingt dernières années, le nombre de gisements majeurs découverts a diminué de manière drastique. Cela est en partie dû au fait que les mines les plus accessibles, sur les camps miniers connus, ont en grande partie été découvertes. Deux options peuvent alors être envisagées : (1) chercher plus en profondeur, ou (2) dans des zones peu explorées car peu accessibles.

Cela implique des investissements majeurs en exploration avec des chances de succès en diminution avec les méthodes conventionnelles actuelles. Il est connu que l'innovation est le meilleur levier pour une industrie afin d'améliorer les capacités de mesures, réduire les coûts, et augmenter la productivité. Ces dernières années, l'intelligence artificielle (IA) est certainement la technologie ayant permis le plus d'innovations et ceci dans de nombreux domaines. D'un autre côté, il existe un grand nombre de données géophysiques aéroportées disponibles à différentes échelles et à différentes résolutions. Cependant, le manque d'outils d'interprétation et d'intégration quantitative des données de ces bases de données immenses en limite leur utilisation. Notre objectif scientifique a donc été de développer des outils d'IA permettant de démocratiser et d'améliorer l'interprétation et l'intégration des mesures géophysiques aéroportées pour le géologue afin de l'aider dans ses prises de décisions concernant l'exploration minérale.

Dans ce cadre, nous avons développé un algorithme d'IA générative permettant d'améliorer la résolution des données aéromagnétiques d'un facteur 4. Les cartes générées améliorent les interprétations structurales faites par les géologues sur les cartes de super-résolution générées par IA.

Nous avons aussi développé un algorithme permettant de faire de la géologie prédictive par apprentissage profond. Un des défis a été de pouvoir générer des paires de données pétrophysiques et géophysiques aéroportées afin d'entraîner des algorithmes d'apprentissage profond. Le principal résultat de cette recherche est de permettre de générer des cartes de la géologie dans les zones inexplorées à partir des données aéromagnétiques.

En conclusion, nous avons mis en accès libre une série d'algorithmes d'IA qui permettent d'aider les géologues dans leur interprétation des données géophysiques aéroportées. Ceci aura un impact sur l'exploration minérale qui est au centre des enjeux géopolitiques de nos jours.

**Projets de recherche orientée en partenariat /  
Développement durable du secteur minier - II – 2<sup>e</sup>  
concours**

**Rapport de vulgarisation scientifique**

**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 découlent 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.

Les résultats scientifiques ont été publiés dans des conférences nationales et internationales. De plus, plusieurs publications dans des revues scientifiques avec révision par les paires ont été produites en lien direct avec la subvention :

Lauzon, Dany et Gloaguen, Erwan (2024). [Quantifying uncertainty and improving prospectivity mapping in mineral belts using transfer learning and Random Forest: A case study of copper mineralization in the Superior Craton Province, Quebec, Canada](#). *Ore Geology Reviews*, 166 (mars) : art. 105918.

DOI : 10.1016/j.oregeorev.2024.105918

Silva dos Santos, Victor, Gloaguen, Erwan et Tirdad, Shiva (2024). [Enhancing lithological mapping with spatially constrained bayesian network \(scb-net\): an approach for field data-constrained predictions with uncertainty evaluation](#). *ArXiv*, en ligne.

DOI : 10.48550/arXiv.2403.20195

Bavand-Savadkoohi, Mojata, Cedou, Matthieu, Blouin, Martin, Gloaguen, Erwan, Tirdad, Shiva et Giroux, Bernard (2023). [High-resolution aeromagnetic map through Adapted-SRGAN: A case study in Québec, Canada](#). *Computers & Geosciences*, 176 (Juillet) : Art. 105363.

DOI : 10.1016/j.cageo.2023.105363

Cedou, Matthieu, Gloaguen, Erwan, Blouin, Martin, Caté, Antoine, Paiement, Jean-Philippe et Tirdad, Shiva (2022). [Preliminary geological mapping with convolution neural network using statistical data augmentation on a 3D model](#). *Computers & Geosciences*, 167 (Octobre) : Art. 105187.

DOI : 10.1016/j.cageo.2022.105187

Cette subvention a aussi débouché sur de nouvelles questions de recherche comme comment intégrer des données d'échantillons ponctuels avec des données en carte. Cette problématique est générale à l'ensemble des mesures en sciences de la Terre.

Ces travaux ont aussi mené à ma participation au programme Horizon Europe sur le projet undercover. Ce programme vise à améliorer l'exploration des minéraux critiques et stratégiques. Je suis responsable de la partie IA. Ce programme de recherche inclus 14 partenaires privés et ou commissions géologiques de 5 pays.

**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	1	2