

2022-OMN-301631

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).

Titre du projet : Développement d'un outil prédictif de la dégradation par corrosion de conduites par intelligence artificielle.

3.1 MONTANT TOTAL DE L'OCTROI OBTENU

160625 \$

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

180625 \$



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

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

Le but du projet de recherche est de proposer un modèle prédictif permettant d'évaluer l'usure par corrosion d'une conduite en acier de 16,4 km étant utilisé pour convoyer des résidus miniers en solution de la mine Goldex. La corrosion se produisant principalement par l'intérieur de la conduite, son inspection visuelle n'est pas possible, et l'activité intense de la mine rend l'inspection par caméra impossible dû à l'impact lié à un arrêt des activités. Préalablement au projet, la mine Goldex a instrumenté sa conduite avec des capteurs permettant de mesurer en temps réel le taux de résidus solide dans le fluide, le pH de flottaison, la température de la pulpe en flottaison, la pression et la température dans la conduite en différentes locations. Au cours du projet présenté, des capteurs intrusifs, sondes galvaniques, ont été installées dans la conduite afin de mesurer le courant de corrosion, de même que des capteurs non-intrusif, capteurs à ultrasons, dans le but de mesurer l'impact de l'effet de la corrosion sur l'épaisseur des parois de la conduite. Les mesures ont été réalisées sur trois zones caractéristiques distinctes afin de fournir des données probantes. La disposition des capteurs et l'analyse préliminaire des données a été réalisée conjointement par le chef de projet et le responsable des analyses non destructives du CMQ ainsi que l'équipe sur le terrain de la mine Goldex. À la suite d'analyse par ultrasons conventionnels depuis 2017, le CMQ a développé l'analyse de sections corrodée par ultrasons phased-array (PAUT), ce qui permet de mesurer des épaisseurs plus faibles, ce qui aide significativement à estimer la durée de vie restante de la conduite. La technique PAUT a permis de cartographier l'épaisseur de la paroi, dont l'épaisseur est représentée par différentes couleurs. Cette technique permet d'avoir une meilleure représentation de l'épaisseur de la paroi en comparaison aux ultrasons conventionnels. Les épaisseurs mesurées par PAUT ont été confirmées par mesure physique avec micromètre et pied à coulisse.

Les données cumulées obtenues au cours du projet ont été utilisées pour alimenter un modèle numérique capable de prédire la progression de l'usure de la conduite en fonction des différents paramètres environnementaux. Le modèle a été alimenté par les données et certains résultats de caractérisation mené en laboratoire concernant les produits de corrosion prélevés à certains stades de l'étude. 80 % des données ont été utilisées pour entraîner le modèle alors que 20 % des données ont été utilisées pour confirmer le modèle. Le modèle utilisé est le modèle Random Forest Regressor. Les données prédites par le modèle pour chacun des capteurs ont donné des valeurs proches de celles originellement reçue, à l'exception des capteur 7 et 8 pour lesquels quelques valeurs dérogent. Le modèle a donc globalement permis de prédire avec une bonne précision, et ce à mi-projet. En fin de projet, en juin 2024, le modèle donnait des résultats prédictifs encore plus proche des résultats mesurés. Le modèle présente à ce stade un coefficient de détermination R^2 pour les sondes 2, 4 et 5 supérieurs à 94, et de valeur moyenne de 96,5 %. Le coefficient de détermination entre 2021 et 2023, après 129 jours puis 452 jours de mesures, montre une évolution passant de 23 % à 94 %, ce qui assure une alimentation de données adéquate du modèle.



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.

Au cours de ce projet de recherche, l'analyse comparative de la dégradation de la conduite mesurée par ultrasons Phased-Array et par utilisation d'une Intelligence Artificielle a permis de confirmer que la mesure de l'épaisseur peut être réalisée de manière non destructive et non invasive en donnant des résultats proches de la réalité. Ces mesures, permettent de contrôler l'état de la conduite et surtout de prévenir des bris sans provoquer d'arrêt de maintenance non planifié. Cette approche peut avoir un impact financier considérable pour la mine, en permettant d'avoir un meilleur contrôle sur cette partie sensible du réseau de transfert de pulpe. Aussi, l'analyse des données d'instrumentation a permis de générer un modèle d'intelligence artificielle permettant de prédire la perte d'épaisseur en fonction du temps, et en mesurant les données intrants, soient le tonnage de matière transportée, la température et le pH dans la zone, la pression et la température, ainsi que les débits et températures des rivières et bassins attenants.

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 ^{er} cycle	Maîtrise	Doctorat	Postdoctorat
2		2		