



2020-MN-285043

1. TITRE DU PROGRAMME ET CONCOURS

Programme : Programme de recherche en partenariat pour un développement durable du secteur minier

2. TITRE VULGARISÉ

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

Couplage d'un procédé d'un procédé électrochimique et de distillation membranaire pour la production d'une eau recyclable de haute qualité pour l'industrie minière

3.1 MONTANT TOTAL DE L'OCTROI OBTENU

381 000\$

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

381 000\$



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

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

Projet de recherche : Fabrication de membranes électrofilées pour le traitement des eaux usées minières

Introduction : La distillation membranaire (MD) nécessite une membrane super-hydrophobe microporeuse pour éliminer les solutés de l'eau incluant les substances non volatiles. Le procédé fonctionne en utilisant un gradient de température à travers la membrane pour favoriser le passage de la vapeur d'eau à travers ses pores, transférant ainsi efficacement la vapeur vers la phase liquide. Les eaux usées provenant de l'extraction de l'or présentent des risques environnementaux importants en raison de la présence de métaux lourds toxiques tels que Cu, As, Fe, Zn, Pb et le cyanure. La MD présente une solution prometteuse pour éliminer complètement ces polluants. L'adsorption est également largement utilisée pour l'élimination/récupération des métaux lourds. Cette étude examine l'efficacité pour le traitement des eaux usées minières d'une membrane mésoporeuse de type PVDF-HFP MCM-48 incorporant des nanosphères de silice ou une membrane nanocomposite électrofilée PVDF-HFP/rGO recouverte de POTS par électro-pulvérisation. De plus, l'étude examine l'élimination/récupération des ions Pb (II), Zn (II), Cu (II) et As (III) de l'eau à l'aide de cellulose carboxyméthylée à base de pâte kraft dans un processus d'adsorption sur colonne à lit fixe.

Méthodologie : La membrane nanocomposite PVDF-HFP/rGO a été préparée en dissolvant du PVDF-HFP et du rGO dans du DMAc/acétone, puis électrofilée pour créer une membrane hydrophobe et hautement poreuse. Le revêtement POTS a été appliqué par électro-pulvérisation, améliorant les propriétés de surface jusqu'à devenir super-hydrophobe. Des tests de stabilité ont validé la durabilité du revêtement POTS. De plus, des nanosphères de silice MCM-48 mésoporeuses électrofilées incorporées à une membrane PVDF-HFP ont été fabriquées et évaluées pour leurs performances MD. La carboxyméthylation de la pâte kraft cellulosique à l'aide de NaOH et de chloroacétate de sodium a produit une cellulose carboxyméthylée contenant des groupes carboxyle chargés négativement, qui ont été testées pour l'élimination/récupération des métaux lourds.

Résultats : La caractérisation SEM a révélé la structure du tapis de nanofibres, avec un diamètre moyen de 159 nm et une épaisseur de 200 µm. La membrane recouverte de POTS présentait une porosité d'environ 80 % et une taille moyenne de pores d'environ 490 nm. Le revêtement POTS a transformé la membrane d'hydrophobe à superhydrophobe, validée par des mesures d'angle de contact. Les tests de stabilité ont confirmé la durabilité de la membrane dans diverses conditions. En utilisant de la silice poreuse MCM-48 comme nanocharge, une membrane PVDF-HFP MD hautement perméable a été développée. Les deux membranes ont démontré d'excellentes performances en MD, atteignant un flux d'eau élevé et un rejet complet du soluté. Environ 99 % de chacun des ions métalliques des deux systèmes (monocomposant et multicomposant) ont été éliminés de l'eau au moment de leur passage dans un processus d'adsorption sur colonne à lit fixe.

Conclusion : Cette étude présente une nouvelle approche pour le traitement des eaux usées minières, utilisant une membrane électrofilée PVDF-HFP/rGO recouverte de POTS par électropulvérisation, ainsi qu'une technique d'adsorption de cellulose carboxyméthylée à base de pâte kraft. Le procédé produit efficacement un revêtement superhydrophobe stable, permettant la production d'eau pure à partir des eaux usées synthétiques des mines d'or. Les membranes ont démontré des performances constantes, suggérant une applicabilité pratique. De plus, l'incorporation de nanosphères de silice mésoporeuses MCM-48 dans la membrane PVDF-HFP est prometteuse pour le futur traitement des eaux usées minières via MD. La cellulose carboxyméthylée chargée négativement a montré de fortes interactions électrostatiques avec les ions métalliques, facilitant ainsi leur élimination/récupération réussie des eaux usées minières.

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.

Le projet financé vise à traiter les eaux usées minières en utilisant une méthode électrochimique combinée à la distillation membranaire. La méthode électrochimique sert de processus de prétraitement, préparant les eaux usées à la distillation membranaire afin de produire une eau réutilisable de haute qualité. Dans cette étude, les eaux usées synthétiques reproduisant celles provenant d'une mine d'extraction d'or et contenant des ions cyanures, As (III), Fe (III), Pb (II), Cu (II) et Zn (II) ont subi une distillation membranaire sans prétraitement électrochimique. La membrane utilisée dans le procédé de distillation membranaire a été développée dans notre laboratoire. Cette dernière a permis avec succès de produire de l'eau pure avec un flux d'eau d'environ 29 kg/m²/h, soit un flux commercialement viable. Étant donné que l'eau synthétique testée ne contenait pas de matières organiques ou de particules, le prétraitement électrochimique n'était pas nécessaire pour ce segment de recherche. Or, cette étape sera cruciale pour traiter les véritables eaux usées minières. De plus, nous avons développé un nouvel adsorbant, à base de pâte kraft, de cellulose carboxy-méthylée, pour éliminer/récupérer les métaux lourds des eaux usées minières. Une question de recherche s'est posée concernant la présence d'ammoniac traversant la membrane avec la vapeur d'eau en raison de sa nature volatile. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour comprendre le processus de traitement global et potentiellement éliminer ou récupérer l'ammoniac de l'eau minière. La prochaine étape du développement de ce procédé consistera à tester sa performance à l'échelle pilote en utilisant des eaux usées réelles provenant d'un site d'affinage de minerai aurifère.

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
Polytechnique Montréal				1
Concordia			1	