

2020-MN-285996

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).

Mise en végétation écologique des sites miniers recouverts d'un matériau granulaire : Développement d'une méthode efficace et peu coûteuse

3.1 MONTANT TOTAL DE L'OCTROI OBTENU

282 182 \$ (incluant les frais d'administration; donc 209 214 \$ pour la recherche)

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

403 182 \$

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

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

Considérant l'impact négatif des activités minières sur les communautés locales et les écosystèmes, la restauration des sites perturbés est essentielle. Les méthodes de végétalisation actuellement utilisées (p. ex., hydroensemencement d'espèces agronomiques, monocultures d'arbres) sont dispendieuses, peu adaptées et inefficaces, puisqu'elles ne conduisent pas à la régénération d'écosystèmes boréaux ou subarctiques diversifiés et viables à long terme. L'objectif de ce projet était de développer une méthode de remise en végétation écologique plus holistique, facilement applicable et moins coûteuse pour les sites miniers composés de particules fines (sable et gravier) et visant une stabilisation efficace du substrat. Pour ce faire, une approche se basant sur les principes de succession écologique a été utilisée, le « Rough and Loose » (volet 1) qui vise à décompacter le sol en créant une succession de buttes et dépressions. De plus, nous nous sommes intéressés à une communauté d'organismes négligée en restauration: les croûtes biologiques (volet 2), soit la communauté de bryophytes, lichens, bactéries et champignons formant une couche adhérent au substrat minéral et essentielle à la formation des sols en milieu perturbé.

Pour le volet 1, l'approche de Rough and Loose a été testée au site minier de Preissac et dans six bancs d'emprunt (dépôts minéraux meubles utilisés pour la construction de routes) au parc des Grands-Jardins, en combinaison avec l'ajout de débris organiques (bois raméal fragmenté, débris forestiers) et inorganiques (blocs rocheux). La régénération de la végétation et les conditions abiotiques ont été évaluées après 3 ans à Preissac et après 5 ans au parc des Grands-Jardins, puis comparées avec l'écosystème de référence (forêt boréale) et avec des sites réhabilités avec la méthode agronomique conventionnelle. La présence d'une microtopographie, la décompaction des sols et l'ajout de débris forestiers ont augmenté le couvert et la diversité végétale. L'approche de Rough and Loose en l'absence d'amendement a permis une certaine recolonisation par des plantes pionnières, mais leur couvert reste limité par rapport à l'état initial des sites.

Pour le volet 2, les croûtes biologiques indigènes des zones boréales et subarctiques ont été caractérisées ainsi que les conditions abiotiques associées. Dans un second temps, certaines de ces croûtes biologiques ont été récoltées puis propagées en serres durant 6 mois en testant différentes régies de culture : régime hydrique, ombrage, amendement argileux. Finalement, les deux croûtes biologiques ayant le mieux performé en serres ont été réintroduites sur le site minier de Preissac. Trois grands groupes de croûtes biologiques indigènes ont été identifiés : celles dominées par les cyanobactéries, celles par les lichens du genre *Stereocaulon* et celles par les mousses *Racomitrium canescens* et *Stereocaulon* spp. Ce gradient croissant d'état de succession écologique s'est avéré lié avec une diminution du magnésium, du potassium et du pH, et une augmentation de carbone et de la conductivité électrique. En serre, la l'ombrage et un régime hydrique humide ont favorisé la croissance des espèces de mousses et de cyanobactéries, et ont défavorisé les algues et les lichens. L'étude de la communauté bactérienne, basée sur la région ARN ribosomique 16S, a permis d'identifier les groupes bactériens les plus abondants des croûtes biologiques cultivées en serre : Proteobactéria, Cyanobactéria et Chloroflexi. Malheureusement, la réintroduction des croûtes biologiques à Preissac n'a pas été réussie en raison d'importantes dépositions aériennes sableuses.

En conclusion, la méthode de Rough and Loose avec l'ajout de débris forestiers semble favoriser l'établissement d'une communauté d'espèces végétales pionnières typiques de la forêt boréale, accélérant la succession écologique de ces sites perturbés, et ce, à moindre coût. Ce projet est l'un des premiers s'intéressant aux croûtes biologiques des zones boréales et subarctiques, et dans le contexte de la restauration de perturbations minérales. Des avancées importantes ont été faites quant à l'amélioration des méthodes de propagation en serre, mais les méthodes doivent être peaufinées pour la réintroduction sur le terrain.

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.

- 1) La méthode Rough and Loose, avec l'ajout de débris, a été reconnue comme la plus efficace pour restaurer une communauté diversifiée de plantes indigènes et pionnières au site de Preissac et au Parc des Grands-Jardins. En ce qui concerne les croûtes biologiques, trois principales communautés ont été identifiées des zones boréales et subarctiques, en plus des conditions abiotiques qui y sont associées. En fonction de la composition des croûtes biologiques, les techniques de propagation en serre les plus performantes ont été déterminées.
- 2) Suivant la démonstration de l'efficacité de la méthode de Rough and Loose avec l'ajout de débris, celle-ci a été appliquée lors de la restauration de Mine principale à Chibougamau par WSP Global. Le coût de la méthode est estimé à environ 700 \$ par hectare, par opposition à un minimum de 20 000 \$ par hectare pour de l'hydroensemencement. Pour la province, l'utilisation de la méthode de Rough and Loose permettrait une économie potentielle de près de 9 M\$ si 10 % des sites miniers étaient restaurés selon cette approche écologique. Les communautés autochtones profiteront en premier lieu de ce projet, étant donné la situation des sites dégradés dans les régions boréales et nordiques. Cela se traduira par la création d'emplois et le rétablissement des environnements forestiers, soutenant ainsi leurs activités traditionnelles.
- 3) L'approche de Rough and Loose doit être adaptée et testée dans le contexte climatique du Bas-Arctique, pour la restauration des sites miniers et de bancs d'emprunt. Quant aux croûtes biologiques, d'autres études seront nécessaires pour mieux connaître leurs caractéristiques fonctionnelles afin d'avoir une meilleure idée de leurs rôles spécifiques sur l'écosystème. Finalement, d'autres approches de réintroduction sur le terrain devront être évaluées (p. ex., haies brise-vent, plantes compagnes).

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
Université Laval	4	1	1	3