

Titre du projet	Phytotraitement de lixiviats générés par des LET (lieux d'enfouissement techniques) et valorisation des lixiviats via l'exploitation de la biomasse végétale produite (PhytoValix) – Financement CRIBIQ et CRSNG
Chercheur(e) principal(e)	▪ Michel Labrecque (Professeur associé, Université de Montréal) ▪ Yves Comeau (Professeur titulaire, Polytechnique Montréal, département CGM)
Autres chercheurs(es) / Étudiants(es) gradués(es)	▪ Frédéric Pitre, Jardin botanique de Montréal (Chercheur à l'IRBV et Professeur associé, UdeM) ▪ Joan Laur (Postdoc, 2018) ▪ Chloé Fredette (Postdoc, 2019 -) ▪ Adam Parrot (MSc, Université McGill, 2019 -) ▪ Timea Torok (MSc, Polytechnique Montréal 2018 -) ▪ Patrick Benoist (Professionnel de recherche, IRBV)
Axe thématique 2RLQ (1 à 7 *)	▪ Axe 4
Présentation et objectifs	▪ Le Québec compte près de 40 lieux d'enfouissement techniques (LET) en exploitation qui permettent l'enfouissement de matières résiduelles d'origines diverses. Les liquides des matières enfouies et la percolation des eaux des précipitations à travers celles-ci génèrent des lixiviats chargés de matières polluantes qu'il convient de traiter avant rejet à l'environnement (matière organique, NH₄, phosphate, fer, Zinc, etc). Le traitement des lixiviats constitue donc un défi de taille qui requiert de mettre en place des technologies de traitement flexibles. Les systèmes conventionnels de traitement sont souvent composés de plusieurs procédés disposés en série et, de fait, onéreux en coûts de capitalisation (plusieurs M\$) et d'exploitation (5-30 \$/m³). Sachant que certains LET génèrent plus de 300 000 m³ de lixiviat annuellement, il existe un potentiel économique important au développement de technologies de traitement alternatives à plus faible coût comme des procédés de filtration par des plantations de saules et/ou des marais verticaux que nous développons actuellement dans le cadre de ce projet et qui pourraient se substituer en partie aux technologies classiques déjà mises en place. L'autre idée maîtresse est de valoriser les lixiviats par l'intégration des biomasses aériennes produites dans ces plantations (durant les cycles d'irrigation) dans la fabrication d'autres produits, notamment des murs végétaux (sur un cycle de coupe aux 2 ans). Le recours à ces plantes permet également un reverdissement rapide du site d'enfouissement, de lutter contre les îlots de chaleur, de favoriser la biodiversité et de recueillir l'adhésion des riverains. Le projet a été financé par le CRIBIQ et le CRSNG pour une période de 3 années (2018-2020). ▪ Durant l'été 2018, environ 7 ha de saule (<i>S. miyabeana</i>, 'SX64' 16 000 boutures par hectare, en culture intensive sur courtes rotations) ont été plantés sur le toit d'argile d'anciennes cellules d'enfouissement (qui ne sont donc plus en activité) du site d'enfouissement de Saint-Sophie qu'opère actuellement la compagnie Waste Management, un des deux partenaires du projet. Un hectare a été sélectionné pour mettre en place le dispositif expérimental qui concerne la plantation filtrante de saules (PFS, filière 2 du projet). Durant le printemps 2019, un système de collecte du lixiviat des anciennes cellules d'enfouissement et d'irrigation automatisé a été mis en place. Des études de dimensionnement

	ont été entreprises pour évaluer la capacité de traitement des lixiviats par ces PFS irriguées pendant 88 jours. Les saules présentent la particularité de croître vite et d'évapo-transpirer beaucoup, ce qui permet de traiter de grandes quantités de liquides. Ils ont, en outre, la capacité d'assimiler de grandes quantités d'éléments nutritifs comme l'ammonium et le phosphate et de phyto-extraire des contaminants inorganiques ou de stimuler la décontamination des contaminants organiques par les microorganismes du sol. Un ensemble de paramètres est actuellement analysé sur une base hebdomadaire ou bimensuelle (DCO, MES, EC, COD, NHx, NOx, o-PO4, Fe et Zn) dans les eaux de percolation (via des lysimètres). La variation de l'humidité du sol a été aussi modélisée via l'emploi de tensiomètres. D'autres paramètres éco-physiologiques ou métagénomiques (variation des populations microbiennes dans le sol suite aux différents traitements) sont aussi analysés. Ces études de dimensionnement à grande échelle reposent sur des résultats antérieurs obtenus au cours la saison de croissance précédente (2018) avec des saules cultivés dans de grands containers contenant soit un sol argileux soit un sol sableux et irrigués avec deux doses de lixiviats (filière 1). L'année prochaine (filière 3, saison 2020), des essais de dimensionnement seront entrepris pour le traitement des lixiviats hybrides (issus d'anciennes zones d'enfouissement et de cellules en activité) par des marais filtrants verticaux en mode saturé et irrigués par le bas (bottom feeding). En parallèle, des essais à petite échelle de pré-traitement des lixiviats hybrides, en amont des marais filtrants, sont actuellement mis en place pour tenter d'éliminer la matière organique et le fer via différentes approches techniques (PB, RF, A/D, UASB et MBBR).
Résultats (préliminaires/finaux)	1. Avec 88 jours d'irrigation (soit environ 200-350 mm totaux de lixiviat par m²), la plantation filtrante de saule a été capable d'évapo-transpirer 75-89% du lixiviat appliqué, 7-16% ayant été captés par le sol et 0-14% ayant été ruisselés). L'efficacité de la plantation n'est pas affectée par l'effet de dose (D1 vs D2). 2. La plantation a été capable de traiter entre 58-78% de la COD, 100% des TKN (azote total) ou de l'ammonium et 100% du fer et du zinc. Par contre, le taux des NOx a augmenté notablement (de 0,05 à 23-30 mg/ml), ce qui semble montrer que le taux de nitrification par les bactéries du sol est élevé. 3. Les données physiologiques indiquent qu'il n'y a pas de différence significative dans la conductance stomatique des plantes exposées aux différents traitements, ce qui indique qu'il n'y a pas d'effet phytotoxique des lixiviats. Par contre, en présence des lixiviats, la hauteur et le diamètre des tiges est inférieur à ceux obtenus avec les plantes non irriguées alors que le nombre de tiges est plus importante en présence des lixiviats (+20-30%). Le taux des chlorophylles est notablement plus élevé (+50%) dans les plantes irriguées avec les lixiviats.
Retombées escomptées et applications	1. Proposer aux entreprises qui opèrent des sites d'enfouissement technique des approches vertes peu coûteuses, alternatives aux traitements biologiques (RBS) et chimiques classiques pour le traitement de grandes quantités de lixiviats avant leur rejet dans l'environnement. 2. Créer des boucles économiques pour intégrer les biomasses végétales produites par le bioprocédé des PFS dans des filières vertes.
Publications associées (Articles, présentations, affiches...)	Posters: 1. Parrott, A., Fredette, C., Lachapelle-T., X., Comeau, Y., Labrecque M., Benoist P. and Pitre, F. Can willows treat landfill leachate on-Site? 9th annual bioconnect symposium, Montreal, 04 Nov 2019. Présentations orales:

	1. Labrecque, M. 2018. Willows for wastewater treatment in small communities: constructed wetlands or short-rotation plantations. PhytoSudoe - New trends in restoration of degraded soils iii: trace elements, organic pollutants and constructed wetlands. October 9 to 11 2018. Vitoria-Gasteiz, Spain.
Partenaires : industries, gouvernements, autres	▪ Agro Énergie (Francis Allard, Président) ▪ Waste Management (Ghislain Lacombe, Directeur général adjoint de l'ingénierie et de l'environnement)
Site(s) (Région(s))	▪ Site d'enfouissement technique (Sainte-Sophie)
Date de début /date prévue de la fin de projet	2018-2020, possiblement reproductible 1 année supplémentaire.