

Bioprospection et développement des connaissances sur les souches fongiques de l'estuaire du Saint-Laurent

CONTEXTE

Biopterre a été mis au fait de besoins de chercheurs et d'industriels dans le domaine des biotechnologies qui ont la volonté de valoriser les matières résiduelles et de produire certaines molécules pour le développement de procédés de chimie verte.

Afin de répondre à cette clientèle, un projet sur les champignons marins du fleuve Saint-Laurent a vu le jour. En effet, dans l'estuaire, la pression osmotique et le pH sont élevés ce qui peut créer un environnement hostile pour les champignons.

La recherche sur des souches adaptées aux conditions difficiles du fleuve pourra mener à des découvertes importantes, dont des souches ayant :

- Une meilleure capacité de transformation des matières résiduelles.
- Une production abondante de certaines enzymes nouvelles et adaptées à des conditions environnementales pouvant se rapprocher de conditions industrielles. Cette expérience s'inscrit dans le cadre d'un projet de maîtrise de l'UQAR.

MÉTHODOLOGIE

1. Campagne d'échantillonnage

À l'été et à l'automne 2020, des prélèvements sur les côtes des rives nord et sud ainsi qu'au large de l'estuaire du Saint-Laurent, avec la collaboration du Réseau Québec Maritime (RQM), ont été réalisés le long d'un gradient de salinité. Les échantillons récoltés sont des matrices lignocellulosiques comme du bois ou de la paille.

2. Optimisation des manipulations de laboratoire

Des essais de méthodes de conservation de ces échantillons ont été menés. Les échantillons sont caractérisés pour certaines propriétés physiques et chimiques en laboratoire sur des milieux de culture sélectifs. Les souches fongiques ont été isolées et leurs capacités métaboliques caractérisées à l'aide de tests enzymatiques.

3. Identification et caractérisation

Le séquençage d'au moins 23 isolats prometteurs permettra d'améliorer considérablement les connaissances sur leur potentiel biotechnologique dans la production de molécules à haute valeur ajoutée.

RETOMBÉES SUR LA FORMATION

Des professeurs et des étudiants du programme Techniques de bioécologie du Cégep de La Pocatière seront impliqués dans la récolte des échantillons, leur traitement en laboratoire et l'analyse de données en 2021. Des activités de formation pédagogique seront mises en place dans ce programme pour sensibiliser et faire participer les étudiants collégiaux aux enjeux de la présente recherche.

COMPÉTITIVITÉ

- La bioremédiation en conditions difficiles est un secteur particulier où le présent projet pourra avoir un impact significatif. En effet, l'attaque d'hydrocarbures aromatiques polycycliques par les enzymes en eau salée pourrait permettre une bioremédiation des cours d'eau.
- Les souches fongiques permettant la production en grande quantité de molécules d'intérêt tout en ayant une croissance satisfaisante dans des conditions particulières pourraient constituer de bonne plateforme pour l'amélioration génétique de souches existantes.

HYPOTHÈSE DE DÉPART ET RISQUE

Des souches fongiques soumises à des conditions marines particulières pourraient présenter des caractéristiques favorables au développement de bioprocédés industriels innovants et respectueux de l'environnement. Les caractéristiques des enzymes recherchées sont, en outre, une activité à de plus basses températures, à des pH plus élevés ou à des pressions osmotiques élevées.

Les risques liés à cette étude sont que les conditions des sites d'échantillonnage et les échantillons eux-mêmes ne permettent pas d'isoler d'espèces fongiques produisant les molécules ciblées ou que les tests fonctionnels ne permettent pas d'identifier le potentiel biotechnologique d'une souche.

Dans de tels cas, les stations et les méthodes d'échantillonnage pourront être ajustées pour les prochaines campagnes d'échantillonnage et l'utilisation du séquençage complet du génome serait envisagée pour identifier les capacités métaboliques des souches isolées.

RÉSULTATS

Exemples de résultats obtenus chez Biopterre :

- Une centaine de souches différentes ont été isolées des échantillons prélevés aux stations visitées lors de la campagne d'échantillonnage 2020.
- Les protocoles de prélèvement, de conservation des échantillons et de production de milieux de culture sélectifs ont été optimisés.
- Certains isolats produisent des ligninases capables de fonctionner à des conditions particulières (pH de 7, salinité à 15 % et température de 18 °C), ce qui est encourageant pour la suite des tests.
- D'autres caractéristiques intéressantes ont été observées, comme certaines souches ayant une forte production de cellulases fonctionnant à basses températures (15-20 °C) sans présence de cellulose dans leur milieu de culture ou des souches produisant des pigments.

DANS UN MONDE SANS CONTRAINTE...

Sans contrainte financière, toutes les souches isolées dans le projet auraient été identifiées et caractérisées. Ceci permettrait de créer une base de données des souches fongiques du fleuve bonifiée non seulement par les autres campagnes de Biopterre dans le cadre du présent projet, mais aussi par tous les acteurs québécois portant une attention sur le développement des connaissances du système fluvial.

FINANCEMENT

- CRSNG RI-Regroupement pour l'Innovation Fongique
- Fonds Desjardins
- Mitacs Accélération
- Réseau Québec Maritime
- Synchrone

PARTENAIRES

- Cégep de La Pocatière, développement d'activités pédagogiques en lien avec le projet et participation étudiante
- Merinov, participation à la campagne d'échantillonnage 2020 et prêt d'équipements
- Réseau Québec Maritime a permis la récolte d'échantillons au large du fleuve sur le bateau Lampsilis lors de la mission Odyssée Saint-Laurent 2020
- Université du Québec à Rimouski, soutien au projet de maîtrise sous la direction des professeurs Karine Lemarchand de l'ISMER et Jean-Sébastien Deschênes d'où est tiré le présent projet

AVANCÉE TECHNIQUE OU TECHNOLOGIQUE

Il y a très peu, voire pas d'étude des communautés fongiques dans le fleuve Saint-Laurent. La recherche doit être mise en place pour permettre la caractérisation et l'exploitation de ressources fongiques marines ayant un potentiel biotechnologique important.

La production de certaines molécules à haute valeur ajoutée, comme les enzymes ligninolytiques et les hydrophobines, à partir de matières résiduelles et par des champignons marins performants, pourrait amener une commercialisation viable de ces molécules.

TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

De nouvelles expertises ont été et seront acquises chez Biopterre par l'entremise de ce projet.

- L'étude, la caractérisation et le traitement de souches fongiques marines.
- L'optimisation des techniques de fermentation en milieu solide.

Aussi, des données seront communiquées à certains organismes qui s'impliquent dans le projet.

- Les étudiants et les professeurs du Cégep de La Pocatière participent activement aux différentes activités du projet.
- Les données générales des échantillons prélevés au large du fleuve grâce au soutien du RQM ont été transférées à cet organisme et à tous leurs membres pour contribuer à l'effort scientifique global de caractérisation du Saint-Laurent.
- La SADC est impliquée pour le volet des matières résiduelles.
- Le SEREX est impliqué pour l'utilisation des enzymes.
- Le CENET est impliqué pour la purification des enzymes.
- Le CRABE (UQAR) a été sollicité.

IMPACT ENVIRONNEMENTAL

L'étude des champignons marins pourrait mener à :

- La découverte d'enzymes efficaces pour la bioremédiation en environnement plus froid et/ou salé.
- L'identification et caractérisation de souches qui permettront de regarder d'un œil nouveau le Saint-Laurent comme un habitat complexe où le règne fongique joue un rôle peut-être plus grand que ce qui est envisagé à l'heure actuelle.

L'utilisation de champignons comme source de molécules et d'enzymes intéressantes pour des applications biotechnologiques présente un fort potentiel écologique. Voici quelques exemples d'avantages de l'utilisation des champignons pour des applications industrielles :

- Demande peu d'énergie pour une croissance rapide.
- Sont disponibles tout au long de l'année.
- Ressource biologique et renouvelable.
- Peuvent croître sur des matières résiduelles et la valorisation de ces matières par la fermentation en milieu solide (FMS) leur évite l'enfouissement.

Autres avantages de la FMS :

- La production d'enzymes par la FMS a de plus faibles coûts énergétiques et une faible consommation d'eau.
- Le développement de substrats plus sélectifs diminue les traitements nécessaires en amont et emmène moins de dépense énergétique.

PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Une entente sur la propriété intellectuelle est actuellement en discussion entre Biopterre et l'Université du Québec à Rimouski.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

BÉRUBÉ-SIMARD Félix-Antoine, chercheur
BOUCHARD Pierre, professionnel de recherche
JEANNOTTE Richard, codirecteur
THIFFAULT Marilee, technicienne de laboratoire