

Compréhension et amélioration des mécanismes intervenant dans la bioremédiation du benzo[a]pyrène dans les sols par le champignon *Talaromyces helicus*

Salomé Bertone ¹, Anne Le Goff ³, Elodie Guigon ², Katell Quenea ², Sylvie Collin ², Antoine Fayeulle ¹

¹ Université de technologie de Compiègne, ESCOM, TIMR (Transformations Intégrées de la Matière Renouvelable), Centre de recherche Royallieu - CS 60 319 - 60 203 Compiègne Cedex

² Sorbonne Université, CNRS, EPHE, PSL, UMR METIS, F-75005 Paris, France

³ Université de technologie de Compiègne, CNRS, BMBI (Biomécanique et Bioingénierie), Centre de recherche Royallieu - CS 60 319 - 60 203 Compiègne Cedex, France

Keywords: *Bioremediation, HAP, Benzo[a]pyrene, fungi, Talaromyces helicus.*

Abstract

En France, 6800 sites pollués ou potentiellement pollués ont été recensés en 2018 par la base de données en ligne BASOL du BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières). 31% de ces sites présentent une pollution aux hydrocarbures, et 12 % une contamination par des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Ces polluants organiques représentent une problématique récurrente dans les écosystèmes du fait de leur prévalence, de leur faible biodégradabilité, de leur faible biodisponibilité, de leurs propriétés toxiques et de leur accumulation dans les chaînes alimentaires. En effet, les HAP s'adsorbent sur la matière organique du sol et sont peu biodisponibles, ce qui signifie une moindre exposition aux microorganismes susceptibles de les dégrader.

La réhabilitation des sols peut se faire via différents procédés qui sont divisés en quatre grandes familles selon la nature du traitement : procédés physiques, thermiques, chimiques ou biologiques. La bioremédiation est une des techniques les plus prometteuses pour la dépollution des sols impactés par des HAP en raison de son faible coût et de son impact environnemental réduit.

Un enjeu important est donc d'améliorer la compréhension de l'accès aux polluants par les microorganismes capables de dégrader ces polluants dans les sols afin d'agir sur leur biodisponibilité. Ainsi, le but du projet de thèse est de mieux

comprendre les processus de bioremediation du benzo[a]pyrene par le champignon *Talaromyces helicus*. Des travaux antérieurs ont montré que le champignon tellurique *Talaromyces helicus* est capable de dégrader efficacement le benzo[a]pyrène (BaP) aussi bien en culture liquide que dans un sol historiquement contaminé (Fayeulle et al., 2019).

La stratégie générale consiste à utiliser des microcosmes de sols afin d'évaluer les paramètres clés permettant l'accès au B(a)P par *Talaromyces helicus* pour sa biodégradation. Il s'agit de microcosmes en colonne de verre entièrement étanche et démontable, compatible avec l'ensemble des analyses effectuées et permettant également l'analyse des différentes profondeurs de sol.

En effet, un suivi permettant de déterminer à différentes profondeurs les caractéristiques pédologiques du sol, la dégradation du B(a)P ainsi que le développement du champignon est réalisé. La cinétique de dégradation du polluant est suivie par addition de B(a)P marqué au ¹³C, soit en présence de la flore microbienne endogène, soit en bioaugmentation avec *T. helicus*. Le développement du champignon pouvant modifier certaines caractéristiques pédologiques du sol, la granulométrie et la porosité des sols sont analysées.

Le sol modèle pour ce projet a été choisi après analyse de sa texture, sa composition en matière organique ainsi que son profil de contamination aux HAP. D'autre part, afin de suivre le développement de la souche 18 de *Talaromyces helicus*, des amorces spécifiques de cette souche sont recherchées. Pour ce faire, des amorces spécifiques du gène PIS codant pour une phosphatidylinositol synthase ont été créées afin de cloner et

séquencer ce gène chez la souche 18 de *Talaromyces helicus* ainsi que chez deux autres souches de *T. helicus*. Les séquences ont été analysées dans le but de détecter une spécificité du gène PIS chez *Talaromyces helicus* souche 18. A ce jour, aucune spécificité assez importante pour créer des amorces spécifiques de la souche 18 n'a été identifiée. Le développement du champignon sera alors suivi en qPCR grâce à des amorces spécifiques de l'espèce *Talaromyces helicus*.

Dans un deuxième temps, les paramètres du sol identifiés comme importants dans la bioremédiation du B(a)P permettront de développer des systèmes microfluidiques mimant les microenvironnements du sol lors du processus de biodégradation du polluant. Les systèmes microfluidiques permettent la compartimentation de la source de polluants et de l'inoculum ainsi que la culture et l'observation *in vivo* du mycélium par microscopie. Ainsi, la culture de *T. helicus* en culture pure ou mixte avec bactéries en systèmes microfluidiques en conditions statiques ou dynamiques (en présence d'un écoulement) nous permettra d'élaborer des modèles de sols afin de mieux comprendre les mécanismes impliqués dans l'accès au polluant et son adsorption dans les sols, tout en offrant la possibilité d'une observation de l'incorporation des polluants à l'échelle cellulaire.

REFERENCES

- Baranger, C., Pezron, I., Lins, L., Deleu, M., Le Goff, A., Fayeulle, A., 2021. A compartmentalized microsystem helps understanding the uptake of benzo[a]pyrene by fungi during soil bioremediation processes. *Science of The Total Environment* 784, 147151. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147151>
- Fayeulle, A., Veignie, E., Schroll, R., Munch, J.C., Rafin, C., 2019. PAH biodegradation by telluric saprotrophic fungi isolated from aged PAH-contaminated soils in mineral medium and historically contaminated soil microcosms. *J Soils Sediments* 19, 3056–3067. <https://doi.org/10.1007/s11368-019-02312-8>