DÃ©veloppement d'un procÃ©dÃ© de bioremÃ©diation de fongicides par des champignons filamenteux

Utiliser des champignons pour dÃ©grader des pesticides prÃ©sents dans l'eau : c'est la piste qu'explore Abdelkader SELMI, enseignant-chercheur Ã CPE Lyon. BaptisÃ© FungiClean, le projet est conduit au sein du laboratoire BioFactory de l'Ã‰cole CPE Lyon, en collaboration avec l'entreprise Conidia Coniphy, spÃ©cialisÃ©e dans l'Ã©valuation et le contrÃ´le de contamination microbiologique. H2o novembre 2026.

DES CHAMPIGNONS POUR DÃ‰GRADER DES FONGICIDES

DÃ©veloppement d'un procÃ©dÃ© de bioremÃ©diation de fongicides par des champignons filamenteux

Abdelkader SELMI

enseignant-chercheur en Biotechnologies et Bioproduction

responsable de la Majeure Sciences du Vivant Biotechnologies

plateforme BioFactory, dÃ©partement Biotechnologies - CPE LyonÂ

H2o - novembre 2026

Â

Utiliser des champignons pour dÃ©grader des pesticides prÃ©sents dans l'eau : c'est la piste explorÃ©e par le projet FungiClean, conduit au sein du laboratoire BioFactory de l'Ã‰cole CPE Lyon, en collaboration avec l'entreprise Conidia Coniphy, spÃ©cialisÃ©e dans l'Ã©valuation et le contrÃ´le de contamination microbiologique.

Les premiers rÃ©sultats indiquent que certaines souches naturelles de champignons filamenteux peuvent rÃ©duire la quantitÃ© de deux pesticides ciblÃ©s dans l'eau. Parmi eux figure le tÃ©buconazole, un fongicide. Ainsi, des champignons pourraient donc contribuer Ã dÃ©grader un produit utilisÃ© pour les combattre. Un point reste dÃ©terminant : ce que deviennent ces pesticides aprÃ¨s leur dÃ©gradation. Les chercheurs doivent encore identifier les substances produites et vÃ©rifier leur innocuitÃ©, afin de s'assurer que l'on ne remplace pas une pollution par une autre. Encore au stade expÃ©rimental, ces travaux explorent une piste de dÃ©pollution dont l'efficacitÃ© et les conditions d'utilisation restent Ã prÃ©ciser.

L'objectif de l'Ã©tudeÂ

Le tÃ©buconazole et le pyrimÃ©thanil sont deux molÃ©cules organiques fongicides utilisÃ©es dans l'agriculture qui possÃ¨dent des effets toxiques sur le vivant ainsi qu'une grande persistance dans les sols et les milieux naturels. Les champignons filamenteux sont importants dans la biodÃ©gradation des molÃ©cules organiques grÃ¢ce au riche arsenal enzymatique qu'ils sont capables de sÃ©crÃ©ter. Toutefois, en dÃ©pit de ce fort potentiel, ils restent peu utilisÃ©s industriellement en raison des contraintes techniques dues Ã la formation des filaments dans les cultures en milieu liquide.

Le projet FungiClean vise Ã dÃ©velopper une approche de bioremÃ©diation (dÃ©pollution grÃ¢ce Ã un microorganisme) de ce deux pesticides, basÃ©e sur un bioprocÃ©dÃ© utilisant des champignons filamenteux en levant le verrou de la technologie de culture en milieu liquide grÃ¢ce Ã leur immobilisation sur des mousses Ã cellules ouvertes.Â

Dans une dÃ©marche de dÃ©veloppement durable, la mise au point du bioprocÃ©dÃ© sera faite sur des souches modÃ¨les avant d'utiliser des souches issues de l'environnement proche du lieu de pollution. Dans un premier temps, des souches modÃ¨les de champignons filamenteux prÃ©levÃ©es sur des sols contaminÃ©s par de fortes teneurs en polluants organiques ont Ã©tÃ© sÃ©lectionnÃ©es pour Ã©valuer leurs potentiels de dÃ©gradation du tÃ©buconazole et du pyrimÃ©thanil. En parallÃ¨ l'objectif a consistÃ© Ã dÃ©velopper un bioprocÃ©dÃ© de culture en milieu liquide de champignons filamenteux dont la croissance est canalisÃ©e sur des supports solides Ã cellules ouvertes.

RÃ©sultats et conclusion

7 souches de champignons filamenteux extraites de sols contaminÃ©s par des polluants organiques ou possÃ©dants une capacitÃ© de dÃ©gradation de la cellulose ou de la lignine ont Ã©tÃ© utilisÃ©es pour Ã©valuer la rÃ©sistance au tÃ©buconazo pyrimÃ©thanil.Â Les essais de dÃ©gradation du tÃ©buconazole et du pyrimÃ©thanil ont mis en Ã©vidence des potentiels de bioremÃ©diation diffÃ©rents selon les souches. Parmi les souches ainsi testÃ©es, deux d'entre elles ont prÃ©sentÃ© une meilleure efficacitÃ© de bioremÃ©diation, ces deux souches Ã©tant celles de Trichoderma reesei et de Fusarium solani.

Des tests croisÃ©s avec la culture en entier (contenant le milieu et le champignon) ou des filtrats de cultures (sans champignon) ont mis en Ã©vidence une activitÃ© portÃ©e par des molÃ©cules du surnageant sÃ©crÃ©tÃ©es par les champign

Des Ã©tudes sont dÃ©sormais en cours pour caractÃ©riser et identifier les produits de dÃ©gradation, ainsi que les enzymes impliquÃ©es et leurs modes d'induction. En effet, il est important de dÃ©montrer soit une dÃ©gradation totale des pesticides, soit, en cas de dÃ©gradation partielle, de montrer que les produits de dÃ©gradation sont sans danger pour l'environnement.

En parallÃ¨le des expÃ©riences sur la bioremÃ©diation, des essais ont Ã©tÃ© rÃ©alisÃ©s pour identifier les mousses Ã cellule ouvertes sur lesquelles les champignons sont capables de se fixer. Des essais rÃ©alisÃ©s en tube et en biorÃ©acteur/fermenteur ont permis d'identifier les mousses de polyurÃ©thane ou le loofa comme matÃ©riau privilÃ©giÃ© pour fixation des champignons (Figure 1).Â

Les essais sur mousses ont mis en Ã©vidence : une fixation partielle s'agissant de la souche de Fusarium solani et une fixation totale s'agissant de la souche de Trichoderma reesei (Figure 2).Â Â

Figure 1 - Croissance de Trichoderma reesi sur diffÃ©rentes mousses aprÃ¨s 4 jours de culture

a. cuivre (350 ppi) ; b. nickel-chrome (500 ppi) ; c. aluminium (350 ppi) ; d. polyurÃ©thane (200 ppi) ; e. polyurÃ©thane (350 ppi).

Â

Figure 2 - Croissance de Trichoderma reesei sur des mousses de polyurÃ©thane (1 L ; 350 ppi) dans un biorÃ©acteur Ã cuve agitÃ©e de 5 L aprÃ¨s 4 jours de culture

a. T0 : avant inoculation du champignon ;Â b. T68h : toutes les mousses sont recouvertes de champignons, le surnageant est limpide et ne contient pas de champignon ; c. T68h : section transversale d'une mousse en polyurÃ©thane colonisÃ©e par le champignon.

Â

Nos travaux ont permis : 1) de mettre en Ã©vidence le potentiel de souches sauvages (naturelles) de champignons filamenteux pour la bioremÃ©diation des deux pesticides, le tÃ©buconazole et le pyrimÃ©thanil, et 2) de dÃ©velopper un procÃ©dÃ© de culture en milieu liquide de champignons filamenteux grÃ¢ce Ã leur immobilisation sur des mousses Ã cellules ouvertes.

Des travaux restent Ã mener pour :

- RÃ©aliser des essais sur des prÃ©lÃ¨vements d'eaux polluÃ©es ;

- Optimiser le bioprocÃ©dÃ© de culture en fermenteur ;Â

- DÃ©velopper une stratÃ©gie d'induction de la production des enzymes responsables de la bioremÃ©diation afin d'accÃ©lÃ©re et/ou augmenter la dÃ©gradation des pesticides ;

- ImplÃ©menter des stratÃ©gies de suivi en ligne (spectroscopie Raman, Biomasse) pour suivre la croissance et la production d'enzymes ;

- DÃ©velopper un procÃ©dÃ© de filtration en continu permettant d'isoler ces derniÃ¨res.

DÃ©veloppements Ã suivre.Â â–„Â

Â

Â ResSources

Ã‰quipe de recherche

Augustin Dunand-Alm, Ketsia Van de l'Isle, Alexisa Lefranc, Fanny Chassoulier, Clarisse MassÃ©, Fahem Idris, Sana Djeghdir, Pierre-Xavier Maziani, Heidi BÃ¶hnert.

Laboratoires

Plateforme BioFactory - dÃ©partement Biotechnologies, CPE LyonÂ

Conidia Coniphy

RÃ©fÃ©rences

Han, L., Kong, X., Xu, M., Nie, J., 2021. Environmental Pollution 287, 117660.

Wightwick, A., Bui, A., Zhang, P., Rose, G., Allinson, M., Myers, J., Reichman, S., Menzies, N., Pettigrove, V., 2011. Archives of environmental contamination and toxicology 62, 380-90.