

# BIOREMEDIATION DES PCB : DE L'ISOLEMENT A L'EVALUATION DES PERFORMANCES DE SOUCHES FONGIQUES ET BACTERIENNES.

Les polychlorobiphényles (PCB) sont des composés organochlorés synthétiques persistants. Présents dans les milieux terrestres et aquatiques et bio-amplifiés tout au long de la chaîne alimentaire, ils sont reconnus comme étant des substances de types perturbateurs endocriniens, cancérigènes, embryotoxiques, immunotoxiques et neurotoxiques. La dissémination des PCB dans l'environnement pose un problème écotoxicologique et sanitaire. Des études ont montré que les PCB peuvent être transformés par certains micro-organismes du sol, ce qui suggère que la biorestauration des sites pollués est potentiellement possible, offrant une alternative plus efficace, moins coûteuse, interopérable avec de l'ingénierie de renaturation et plus éco-responsable par rapport aux techniques de décontamination physiques et chimiques déjà existantes. Cette communication vise à présenter une synthèse des résultats acquis ces dernières années par notre consortium autour de l'hypothèse selon laquelle la bioremédiation des sites pollués par les PCB est possible via l'application de microorganismes possédant des activités enzymatiques de biotransformation. Pour se faire, nous avons isolé une collection de 29 souches fongiques et 17 souches bactériennes provenant d'un site pollué aux PCB et testé leurs capacités à biotransformer l'Aroclor (i.e., un mélange commercial de PCB) ainsi qu'à produire des activités ligninolytiques *in vitro*. Parmi ces isolats, 9 souches bactériennes et 17 souches fongiques ont montré des capacités de biotransformation significatives *in vitro*, avec des taux de dégradation des PCB indicateurs compris entre 40 et 54% pour les bactéries et entre 72 et 96% pour les champignons, après quelques jours d'incubations en présence d'Aroclor (25 mg/mL). Les génomes de 6 souches bactériennes et de 4 souches fongiques, ainsi que le transcriptome de la souche fongique la plus performante, ont ensuite été analysés afin d'identifier les gènes potentiellement impliqués dans les mécanismes de transformation des PCB. L'influence du pH et de l'ajout de biosurfactants, visant à améliorer la biodisponibilité des PCB, a également été évaluée sur la performance des souches fongiques. La capacité de plusieurs de ces souches à transformer les PCB a ensuite été testée en microcosmes de sols pollués, en utilisant des inocula microbiens appliqués seuls ou en consortia, avec ou sans biosurfactants. Les premiers résultats obtenus sont très prometteurs, montrant une réduction significative de la concentration en PCB indicateurs (PCBi) atteignant 42 % après deux mois de traitement, dans un sol initialement contaminé à 8 mg/kg de PCBi. Des marqueurs moléculaires spécifiques ont été développés pour suivre la dynamique de chaque souche inoculée dans les microcosmes et évaluer leur maintien au cours du traitement. Par ailleurs, l'écotoxicité des produits de transformation générés par l'action des micro-organismes a été analysée afin de s'assurer de leur innocuité. Les résultats présentés marquent une étape clé dans notre programme de recherche, en vue d'un futur changement d'échelle sur parcelle expérimentale. Des essais complémentaires sont en cours pour affiner les conditions d'optimisation du processus de biotransformation en conditions naturelles, tester différents types de sols non indigènes, combiner bioaugmentation et biostimulation, et évaluer simultanément l'évolution des populations microbiennes, la toxicité des produits générés, ainsi que l'expression fonctionnelle des mécanismes de biotransformation *in situ*.

Marie COLETTE\* (1), Maxime LOUZON (1), Thibault LE GRATIET (2), David CHAPULLIOT (2), Amine EL HACHIMI SMIHILY (2), Titouan MASSET (1), Noah CASAÑAS (1), Giampiero DE SIMONE (3), Simona DI GREGORIO (3), David LEVIN (4), Gaël PLASSART (1), Laurence FRAISSINET-TACHET (2)

(1) ENVISOL, Pôle ECOSYSTEME, 2 rue Hector Berlioz - 38110 LA TOUR DU PIN

(2) Université de Lyon, UMR CNRS 5557 INRAE 1418, Laboratoire d'Ecologie Microbienne, F-69622 Lyon, France

(3) Department of Biology, University of Pisa, Via Luca Ghini 13, 56123, Pisa, Italy

(4) Department of Biosystems Engineering, University of Manitoba, E2-370 EITC, 75 Chancellors Circle, Winnipeg, Manitoba, Canada

Contact e-mail : [m.colette@envisol.fr](mailto:m.colette@envisol.fr), [m.louzon@envisol.fr](mailto:m.louzon@envisol.fr)

## Mots clés

PCB, Bioremediation, biotransformation, microorganismes, écotoxicité résiduelle

## Remerciements

Les auteurs remercient les différents financeurs qui ont contribué à soutenir ces travaux de recherche, dont la société ENVISOL, la région Auvergne Rhône Alpes (Pack Ambition Recherche 2021), les dispositifs MITI et EC2CO du CNRS, le living lab sur les sols CRISALID et l'ANRT.

## Références

- Maucourt, F., Cébron, A., Budzinski, H. *et al.* Prokaryotic, Microeukaryotic, and Fungal Composition in a Long-Term Polychlorinated Biphenyl-Contaminated Brownfield. *Microb Ecol* 86, 1696–1708 (2023). <https://doi.org/10.1007/s00248-022-02161-y>
- Maucourt, F.; Doumèche, B.; Chapulliot, D.; Vallon, L.; Nazaret, S.; Fraissinet-Tachet, L. Polychlorinated Biphenyl Transformation, Peroxidase and Oxidase Activities of Fungi and Bacteria Isolated from a Historically Contaminated Site. *Microorganisms* 2023, 11, 1887. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11081887>
- Maucourt, F., Doumèche, B., Nazaret, S. *et al.* Under explored roles of microbial ligninolytic enzymes in aerobic polychlorinated biphenyl transformation. *Environ Sci Pollut Res* 31, 19071–19084 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32291-4>
- Benitez, S.F., M.A. Sadañoski, J.E. Velázquez, P.D. Zapata, et M.I. Fonseca. 2021. Comparative Study of Single Cultures and a Consortium of White Rot Fungi for Polychlorinated Biphenyls Treatment. *Journal of Applied Microbiology* 131 (4): 1775-86. <https://doi.org/10.1111/jam.15073>.