

PROPOSITION DE SUJET DE STAGE DE MASTER M2 – année 2019-20

1.- DESCRIPTION DU SUJET

Titre : Etude du transfert sol- plante de composés pharmaceutiques à l'aide du RHIZOtest

Des résidus de composés pharmaceutiques sont présents dans les sols agricoles où sont recyclées des matières fertilisantes d'origine résiduaire (MAFOR ; Bourdat-Deschamps et al., 2017). Parmi les scénarios d'exposition, la plante cultivée joue un rôle dans leur transfert du sol à l'Homme. La biodisponibilité des composés pharmaceutiques dans la rhizosphère conditionne leur prélèvement par la plante. Cependant, les processus contrôlant la phytodisponibilité de ces composés restent mal connus (Miller et al., 2016) et notamment lorsqu'ils sont présents dans des MAFOR apportées au sol. Afin de préciser les processus en jeu dans le transfert sol-plante, il apparaît nécessaire de disposer d'outils opérationnels adaptés aux composés pharmaceutiques dans les sols amendés.

Le stage proposé s'inscrit dans le cadre des projets RhizoPharma (2019-2020) et Digestate (2016-2020) financés respectivement par l'INRA et l'ANR – collaborations entre l'UMR INRA-AgroParisTech Ecologie Fonctionnelle et Écotoxicologie des Agroécosystèmes ECOSYS et l'UR CIRAD Recyclage et Risque. Il s'agit d'évaluer la possibilité d'utiliser le RHIZOtest pour évaluer la biodisponibilité de composés pharmaceutiques et le transfert sol-plante pour les sols amendés avec des MAFOR. Le RHIZOtest (Figure 1 ; Bravin et al., 2010) a été développé et normalisé pour évaluer la biodisponibilité des éléments traces métalliques (ETM) dans des sols. Le dispositif du RHIZOtest présente l'avantage de séparer les racines du sol par une toile dont le diamètre des pores est inférieur à celui des racines les plus fines. Le contact entre le tapis racinaire et le sol suffit à maintenir les échanges d'eau, d'éléments nutritifs et de molécules diverses, si bien que cette interface sol-tapis racinaire permet de reproduire les interactions qui ont lieu à l'interface sol-racines, c'est-à-dire dans la rhizosphère. De premiers travaux réalisés avec le RHIZOtest dans le projet MicroReuse (sorgho, sol, eaux usées) ont fourni des résultats encourageants pour l'étude de la phytodisponibilité de quelques résidus de composés pharmaceutiques.

Une première phase du projet RhizoPharma a été dédiée à l'étude de l'adsorption d'une diversité de contaminants organiques radiomarqués au ¹⁴C sur la toile à l'interface sol-racines pour choisir le matériau limitant les pertes de molécules. La première partie du projet Digestate a par ailleurs apporté des informations en termes de niveau d'exposition potentiel des plantes à un panel de contaminants organiques dans les sols recevant des apports de MAFOR transformées ou non par compostage et/ou méthanisation. Le stage vise à évaluer la possibilité d'utiliser le RHIZOtest dans le contexte du recyclage des MAFOR et à apporter la preuve de sa possible utilisation. Les résultats du stage apporteront une première contribution à l'étude des processus en jeu dans le transfert sol-plante dans un nombre restreint de situations réalistes et contrastées.

Le RHIZOtest sera réalisé en absence et en présence d'une plante, dans des situations choisies : a) 1-2 composés pharmaceutiques radiomarqués au ¹⁴C, b) apport direct du composé pharmaceutique dans le sol ou via une MAFOR. La plante retenue sera transférée à l'issue d'une pré-culture en conditions contrôlées et ses racines mises en contact avec le sol ou le mélange sol-MAFOR contenant les résidus d'un seul contaminant pharmaceutique à la fois. Un bilan quantitatif de la répartition de l'activité ¹⁴C sera établi au début et à la fin du biotest. Le dispositif du RHIZOtest devra être entièrement placé dans une enceinte close dont l'atmosphère gazeuse interne sera renouvelée. Le ¹⁴C-CO₂ et le ¹²C-CO₂ produits par la minéralisation du composé radiomarqué et de la matière organique seront piégés à l'aide d'une solution de soude (NaOH) renouvelée

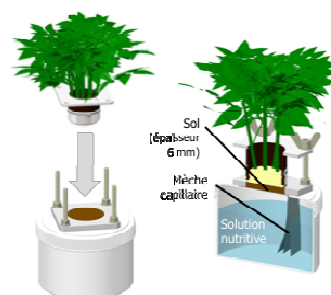


Figure 1 : RHIZOtest

Phase d'exposition : Contact sol-plantes – 8 jours (norme ISO 16198, 2015)

régulièrement sur toute la durée du test. Aux dates choisies, le sol sera échantillonné pour réaliser des extractions successives afin de cibler des résidus plus ou moins liés au sol (extraction douce avec une solution aqueuse pour la disponibilité environnementale ; extraction eau-acétonitrile pour une disponibilité maximale) (Goulas et al., 2017). Le pH sera mesuré dans les extraits aqueux, afin de caractériser toute modification de conditions dans le sol rhizosphérique par rapport au sol seul. L'activité ^{14}C dans les extraits et les pièges NaOH sera quantifiée à l'aide d'un compteur à scintillation liquide. Les échantillons solides (culots d'extraction, sol restant, parties aériennes et racines) seront mis à sécher, broyés, et brûlés dans un oxidizer pour quantifier ensuite l'activité ^{14}C associée. L'activité ^{14}C sur la toile précédemment en contact avec le sol sera comptée, tout comme celle sur la mèche placée entre la solution nutritive et le sol. Des solvants organiques pourront être utilisés pour désorber les composés adsorbés sur les autres matériaux.

Possibilité de thèse : oui selon les projets en cours dans l'UMR ECOSYS et l'UR Recyclage et Risque

2.- MODALITES D'ACCUEIL

Equipe(s) d'accueil : UMR INRA-AgroParisTech ECOSYS, Thiverval-Grignon

Durée, Période de stage : 5-6 mois dans la période Février-Juillet 2020

Indemnité : 3,75 € / heure + remboursement partiel du pass Navigo

Hébergement : Possible selon la disponibilité de chambres sur le Campus de Grignon

3.- ENCADREMENT

Responsable direct : Claire-Sophie Haudin (ECOSYS, MC AgroParisTech) haudin@agroparistech.fr

Co-encadrants : Pierre Benoit (ECOSYS, DR INRA) pierre.benoit@inra.fr , Matthieu Bravin (UR Recyclage et Risque, CR CIRAD) matthieu.bravin@cirad.fr

<https://www6.versailles-grignon.inra.fr/ecosys>

<https://ur-recyclage-risque.cirad.fr/>

4.- CONTRAINTES PARTICULIERES

-

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bourdat-Deschamps, M., Ferhi, S., Bernet, N., Feder, F., Crouzet, O., Patureau, D., Montenach, D., Moussard, G.D., Mercier, V., Benoit, P., Houot, S., 2017. Fate and impacts of pharmaceuticals and personal care products after repeated applications of organic waste products in long-term field experiments. *Science of The Total Environment* 607–608, 271–280.

Bravin, M.N., Michaud, A.M., Larabi, B., Hinsinger, P., 2010. RHIZOtest: A plant-based biotest to account for rhizosphere processes when assessing copper bioavailability. *Environmental Pollution* 158, 3330–3337.

Goulas, A., Bourdat-Deschamps, M., Néliu, S., Jimenez, J., Patureau, D., Haudin, C.-S., Benoit, P., 2017. Development of a soft extraction method for sulfamethoxazole and transformation products from agricultural soils: Effects of organic matter co-extraction on the environmental availability assessment. *Science of The Total Environment* 607–608, 1037–1048.

Miller, E.L., Nason, S.L., Karthikeyan, K.G., Pedersen, J.A., 2016. Root Uptake of Pharmaceuticals and Personal Care Product Ingredients. *Environ. Sci. Technol.* 50, 525–541.