

UMR ECOSYS

Comparaison des effets toxiques de différents polymères de microplastiques sur les traits de vie des enchytréides dans les sols

Contexte et justification

Les microplastiques (<5 mm; MPs) sont présents dans tous les écosystèmes et ont été jusqu'à récemment largement plus étudiés dans les océans. Pourtant, les teneurs en plastiques dans les sols peuvent être jusqu'à 40 fois supérieures (Piehl et al., 2018), s'échelonnant de quelques à plusieurs millions de particules par kg de sol (Büks. et Kaupenjohann, 2020).

Ces MPs peuvent affecter les organismes du sol et par conséquent le fonctionnement des sols et les services écosystémiques associés. Différents travaux ont mis en évidence des effets négatifs sur l'abondance, la croissance et la diversité de la faune (Kiyama et al, 2012; Cao et al., 2017; Rodriguez-Seijo et al., 2017; Kim et al., 2020; Kwak et An, 2021) et des microorganismes (Huang et al., 2019; Sun et al., 2022). Les effets toxiques des MPs sur les organismes du sol peuvent être liés aux caractéristiques physiques des MPs, à savoir la forme et la taille des particules (Sun et al., 2022) ou chimiques de par la composition du polymère (Sun et al., 2022), la présence d'additifs (Kim et al., 2020) ou la présence de contaminants (Rodríguez-Seijo, 2018). Ces effets écotoxiques peuvent être directs ou indirects *via* par exemple des effets sur les propriétés du sol (de Souza Machado et al., 2019; Ingraffia et al., 2022) et varient suivant les espèces exposées et la nature de la contamination en MPs (concentration, forme, taille des MPs) (de Souza Machado et al., 2019; Li et al., 2020).

Bien que la littérature sur cette thématique se développe depuis les années 2010, les impacts des MPs sur les organismes du sol et en particulier sur les enchytréides restent mal connus. Or les enchytréides sont très présents dans les sols, avec une abondance variant entre 5000 et 300 000 individus par m² et une richesse spécifique variant de 1 à une vingtaine d'espèces (Pélosi et Capowiez, 2022). De plus, les enchytréides sont des acteurs clefs du fonctionnement des sols. En effet, ils sont impliqués dans la dégradation de la matière organique (Van Vliet et al., 1995). Ils impactent également la structure des sols du fait de leur comportement fousseur et des boulettes fécales qu'ils produisent (Topoliantz et al., 2000). De ce fait, ils modifient la porosité du sol en réduisant la compaction et en favorisant les transferts d'eau et d'oxygène dans les sols (Roithmeier et Pieper, 2009; Linden et al., 1994). De plus, les enchytréides microbivores, qui représentent entre 50% selon Lagerlöf et al. (1989) et 80% des enchytréides selon Didden (1991), pourraient également jouer un rôle important dans la régulation des populations microbiennes et en particulier des pathogènes (Friberg et al., 2009). Répondant à de nombreux stress (Beylich et Graefe, 2009) et pratiques agricoles (Didden et Römbke, 2001 ; Pelosi et Römbke, 2016), ils peuvent aussi être utilisés comme bioindicateurs. En outre, du fait de leur grande diversité, de nombreux MPs restent peu étudiés. Ainsi, des connaissances sur les impacts de différents MPs sur les enchytréides apparaissent nécessaires.

Objectifs

Les objectifs de ce stage sont de mieux comprendre les effets des MPs sur les enchytréides du sol en faisant varier la nature, la taille et la teneur des MPs. Pour ce faire, 4 types de MPs représentatifs des grandes classes de polymères ont été sélectionnés : PEHD, PS, PBAT et PLA. Ces MPs se différencient notamment par leurs propriétés physiques (souples ou rigides) et leur degré de biodégradabilité. Nous travaillerons à 2 teneurs en MPs, une teneur environnementale et une teneur 5 fois plus élevée. Le sol choisi pour les expérimentations est un sol agricole déjà caractérisé (site QualiAgro). Le stage se focalisera *Enchytraeus albidus*, enchytréide modèle en écotoxicologie terrestre (norme OCDE220 ; mésofaune).

Missions

Les effets des différents MPs, apportés à différentes teneurs sur *Enchytraeus albidus* seront étudiés par le biais d'expériences menées en conditions de laboratoire standardisées dans des microcosmes de sol dans lesquels les enchytréides seront introduits en comparaison avec un témoin (sol sans MPs). Les MPs seront mélangés de manière homogène avec le sol à une concentration environnementale et à une concentration 5 fois plus élevée afin de considérer à la fois les effets écotoxicologiques chroniques et aigus. L'impact des MPs sur les enchytréides sera suivi dans le temps pendant 6-8 semaines en mesurant leur abondance (survie), le nombre de juvéniles (reproduction) et leur biomasse (croissance).

Compétences recherchées

Master 2 ou Ecole d'ingénieurs en science du sol, science de l'environnement, biologie, écotoxicologie ou domaines connexes.

Autonomie, esprit critique, goût pour le travail en laboratoire, capacité rédactionnelle. Rigueur, soin et capacités d'organisation seront également attendus.

Modalités d'accueil

Laboratoire d'accueil : UMR INRAE-AgroParisTech ECOSYS, 22 Place de L'Agronomie, 91120 Palaiseau

Indemnité : Environ 570 euros/mois

Modalités de candidature

CV et lettre de motivation à envoyer par mail à Juliette Faburé (juliette.fabure@agroparistech.fr) et Laure Vieublé Gonod (laure.vieuble@agroparistech.fr) avant le 15 décembre 2023.

Références

- Beylich, A., Graefe, U. (2009). Investigations of annelids at soil monitoring sites in Northern Germany: reference ranges and time-series data. *Soil Organisms*, 81, 175-196.
- Büks, F. et Kaupenjohann, M. (2020). Global concentrations of microplastics in soils-a review. *Soil*, 6, 649-662.
- Cao, D., Wang, X., Luo, X., Liu, G., Zheng, H. (2017). Effects of polystyrene microplastics on the fitness of earthworms in an agricultural soil. *IOP Conferences Series: Earth and Environmental Science*. 61, 012148.
- Didden W.A.M. (1991). Population ecology and functioning of Enchytraeidae in some arable farming systems. PhD Dissertation, Agricultural University Wageningen, The Netherlands
- Didden, W., Römbke, J. (2001). Enchytraeids as indicator organisms for chemical stress in terrestrial ecosystems. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 50, 25-43.
- Friberg, H., Fayolle, L., Edel-Hermann, V., Gautheron, N., Steinberg, C.F.C. (2009). Response of *Rhizoctonia solani* to soil faunal grazing and organic amendments - different from general microbial dynamics. *IOBC/WPRS Bulletin* 42, 63-67.
- Huang, Y., Zhao, Y., Wang, J., Zhang, M., Jia, W., & Qin, X. (2019). LDPE microplastic films alter microbial community composition and enzymatic activities in soil. *Environmental Pollution*. 254, 112983.
- Ingraffia, R., Amato, G., Bagarello, V., Carollo, F.G., Giambalvo, D., Iovino, M., Lehmann, A., Rillig, M.C., Frenda, A. S. (2022). Polyester microplastic fibers affect soil physical properties and erosion as a function of soil type. *Soil*, 8, 421-435.
- Kiyama, Y.; Miyahara, K.; Ohshima, Y. (2012). Active uptake of artificial particles in the nematode *Caenorhabditis elegans*. *Journal of Experimental Biology*, 215, 1178-1183.
- Kim, S. W.; Waldman, W. R.; Kim, T.-Y.; Rillig, M. C. (2020). Effects of Different Microplastics on Nematodes in the Soil Environment: Tracking the Extractable Additives Using an Ecotoxicological Approach. *Environmental Science & Technology*, 54, 13868-13878.
- Kwak, J.I., An, Y.J. (2021). Microplastic digestion generates fragmented nanoplastics in soils and damages earthworms spermatogenesis and coelomocyte viability. *Journal of Hazardous Materials*. 402, 124034.
- Lagerlöf, J., Andrén, O., Paustian, K. (1989). Dynamics and contribution to carbon flows of Enchytraeidae (Oligochaeta) under four cropping systems. *Journal of Applied Ecology*, 26, 183-199.
- Li, J., Song, Y., & Cai, Y. (2020). Focus topics on microplastics in soil: analytical methods, occurrence, transport, and ecological risks. *Environmental Pollution*, 257, 113570.
- Linden, D.R., Hendrix, P.F., Coleman, D.C., van Vliet, P.C.J. (1994). Faunal indicators of soil quality. In *Defining soil quality for a sustainable environment* (Doran J.W., Coleman D.C., Bezdicsek D.F. & Stewart B.A., eds.), Vol. 35, 91-106. SSSA Special Publication.
- Pelosi C., Capowiez Y. (2022). Les enchytréides, mieux les connaître pour mieux les utiliser. *Étude et Gestion des Sols*. 29. 59-67.
- Pelosi C., Römbke J. (2016). Are Enchytraeidae (Oligochaeta, Annelida) good indicators of agricultural management practices? *Soil Biology and Biochemistry*, 100, 255-263.
- Piehl, S., Leibner, A., Löder, M.G.J., Dris, R., Bogner, C., Laforsch, C. (2018). Identification and quantification of macro- and microplastics on an agricultural farmland. *Scientific Reports*, 8, 1-9.
- Rodriguez-Seijo, A., Lourenço, J., Rocha-Santos, T. A. P., Da Costa, J., Duarte, A. C., Vala, H., & Pereira, R. (2017). Histopathological and molecular effects of microplastics in *Eisenia andrei* Bouché. *Environmental Pollution*, 220, 495-503.
- Rodríguez-Seijo, A., Santos, B., da Silva, E.F., Cachada, A. et Pereira, R. (2018). Low-density polyethylene microplastics as a source and carriers of agrochemicals to soil and earthworms. *Environmental Chemistry*, 16, 8-17.
- Roithmeier, O., Pieper, S. (2009). Influence of Enchytraeidae (*Enchytraeus albidus*) and compaction on nutrient mobilization in an urban soil. *Pedobiol.* 53, 29-40.
- Sun, Y., Duan, C., Cao, N., Li, X., Li, X., Chen, Y., Huang, Y., Wang, J. (2022). Effects of microplastics on soil microbiome: The impacts of polymer type, shape, and concentration. *Science of the Total Environment*, 806, 150516.
- de Souza Machado, A.A., Lau, C.W., Kloas, W., Bergmann, J., Bachelier, J. B., Faltin, E., Becker, R., Görlich, A.S., Rillig, M.C. (2019). Microplastics can change soil properties and affect plant performance. *Environmental Science & Technology*, 53, 6044-6052.
- Topoliantz, S., Ponge J.F., Viaux, P. (2000). Earthworm and enchytraeid activity under different arable farming systems, as exemplified by biogenic structures. *Plant Soil*, 225, 39-51.
- van Vliet P.C.J., Beare, M.H., Coleman, D.C. (1995). Population dynamics and functional roles of Enchytraeidae (Oligochaeta) in hardwood forest and agricultural ecosystems. *Plant Soil*, 170, 199-207.