



HAL
open science

Disponibilité des contaminants organiques hydrocarbonés dans les sols : DECORES

Audrey Pernot, Stéphanie Ouvrard, Pierre Leglize, Pierre Faure, Delphine
Derrien, Laurence Mansuy-Huault

► To cite this version:

Audrey Pernot, Stéphanie Ouvrard, Pierre Leglize, Pierre Faure, Delphine Derrien, et al.. Disponibilité des contaminants organiques hydrocarbonés dans les sols : DECORES. 3. Rencontres Nationales de la Recherche sur les Sites et Sols Pollués, Nov 2014, Paris, France. ADEME Editions, 2014, Recueil des résumés - Communications posters. hal-01260995

HAL Id: hal-01260995

<https://hal.science/hal-01260995>

Submitted on 3 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Disponibilité des contaminants organiques hydrocarbonés dans les sols : DECORES

Audrey PERNOT¹, Stéphanie OUVRARD¹, Pierre LEGLIZE^{1*}, Pierre FAURE², Delphine DERRIEN³, Laurence MANSUY-HUAULT²

¹ : Laboratoire Sols et Environnement, UMR 1120 INRA-Université de Lorraine, 2 avenue de la forêt de Haye 54518 Vandoeuvre-les-Nancy

² : Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux, UMR UMR 7360 CNRS-Université de Lorraine, Faculté des sciences, BP70239, Bd des Aiguillettes, 54506 Vandoeuvre-les-Nancy

³ : Biogéochimie des écosystèmes forestiers, UR 1138, Centre Nancy-Lorraine, 54280 Champenoux
audrey.pernot@univ-lorraine.fr ; stephanie.ouvrard@univ-lorraine.fr ; pierre.faure@univ-lorraine.fr ; delphine.derrien@nancy.inra.fr ; laurence.huault@univ-lorraine.fr

* contact : pierre.leglize@univ-lorraine.fr

Résumé

Dans les sols de friches industrielles issus d'anciennes cokeries, les composés organiques tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont faiblement disponibles. Cette faible disponibilité est fortement limitante pour les traitements de remédiation appliqués à ces sols. Dans ce contexte de réhabilitation des sols de friches industrielles, nous proposons d'évaluer l'impact de l'apport de matière organique fraîche sur la disponibilité de ces HAP en effectuant le lien entre la structure du sol, la nature de la matière organique (MO) et la disponibilité des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Une expérience longue durée d'incubation de terre de friche industrielle après un apport de débris végétaux a été réalisée. L'objectif de cette expérimentation est de déterminer le rôle de l'incorporation de matière organique naturelle dans le sol sur l'évolution du niveau d'agrégation et sur la disponibilité des HAP. Les résultats obtenus montrent une dégradation rapide de la MO fraîche et son accumulation dans les limons fins. L'impact sur la disponibilité des HAP est faible avec une tendance à favoriser la stabilisation des HAP dans cette même fraction des limons fins.

Introduction

En Europe, environ 500 000 sites ont été référencés comme étant contaminés. Ces sites sont en forte interaction avec la population humaine et nécessitent des opérations d'évaluation des risques et de traitements. Une part importante de ces surfaces contaminées est amenée à être cultivée pour des plantes à usage alimentaire dans des zones urbaines et périurbaines (jardins potagers, maraichages,...) [1-2]. Parmi les pollutions présentes, on retrouve fréquemment des contaminants organiques issus d'apports passés de sous produit et déchet et/ou de retombées atmosphériques. Actuellement, l'impact environnemental en lien étroit avec la (bio)disponibilité de ces composés reste mal connu.

L'objectif général de ce projet est d'identifier les facteurs de contrôle de la disponibilité de contaminants organiques persistants (comme les hydrocarbures aromatiques) dans les sols urbains ou industriels. Même si ces sols peuvent être fortement contaminés (teneurs totales élevées donc danger élevé), l'ancienneté de la contamination rend ces composés faiblement disponibles (risque *a priori* faible). Il s'agit alors de confronter ces deux paramètres (forte teneur et faible disponibilité) pour mieux apprécier les risques de transfert de ces molécules vers l'environnement. Par ailleurs, dans le contexte d'un sol cultivé, il est important de prédire comment cette disponibilité peut être modifiée par le développement d'un couvert végétal (apport de matière organique naturelle fraîche et développement racinaire).

Dans cette optique, une expérience longue durée d'incubation d'un sol de friche industrielle après de débris végétaux a été réalisée. L'objectif de cette expérimentation était de déterminer le rôle de l'incorporation de matière organique naturelle dans le sol sur l'évolution du niveau d'agrégation dans un système fortement anthropisé.

Matériels et Méthodes

Le sol étudié provient de l'ancienne cokerie de Neuves Maisons (54) présentant une contamination en éléments traces et en polluants organiques. Le matériel, appelé bulk, a été tamisé à 2 mm et lyophilisé. Après le fractionnement granulodensimétrique, cinq tailles d'agrégats ont été obtenues : sables grossiers (200-2000 µm), sables fins (50-200 µm), limons grossiers (20-50 µm), limons fins (2-20 µm) et argiles (0-2 µm). Par la suite, les agrégats ainsi obtenus seront appelés directement sables grossiers, sables fins, limons grossiers, limons fins ou argiles en fonction de leur taille. La quantité d'argiles étant trop faible, cette fraction n'a pas été caractérisée. Une caractérisation chimique (carbone total, carbone organique total et azote total), une quantification de la matière organique extractible, une quantification des HAP, une estimation de leur

disponibilité ainsi qu'une caractérisation de la phase solide (diffraction des rayons X (DRX), pétrographie organique et microscopie électronique à balayage) ont été effectuées sur les fractions granulodensimétriques ainsi que sur le bulk.

La deuxième phase de ce projet a consisté à introduire de la matière organique fraîche (maïs) équivalente à 10 ans de culture dans ce sol de cokerie et de réaliser des incubations sur une durée de 15 mois. L'évolution de la terre a été suivie pendant 15 mois : (i) la biomasse microbienne carbonée de la terre a été quantifiée par la méthode d'extraction-fumigation (ii) un fractionnement granulodensimétrique a permis de suivre la structure de la terre, (iii) la matière organique extractible au solvant a été extraite et les HAP et disponibles ont été quantifiés et enfin (iv) les outils isotopiques ont permis de suivre le carbone apporté par le maïs.

Résultats discussion

Le fractionnement granulodensimétrique de la terre a mis en évidence une tendance à l'agrégation des particules fines vers les sables grossiers probablement due (i) à l'augmentation de l'activité de la biomasse microbienne qui produit des exopolymères et (ii) plus particulièrement à la matière organique fraîche et à ses produits de dégradation qui cimentent les particules entre elles. Les différentes analyses réalisées sur les échantillons bruts et sur les fractions granulodensimétriques ont montré que la matière organique fraîche additionnée était (i) préférentiellement dégradée dans les sables et (ii) accumulée dans les limons fins (Tableau 1). Cette accumulation suggère que les limons fins protègent la matière organique, qu'elle soit d'origine naturelle ou anthropique.

Tableau 1. Evolution du pourcentage de carbone dérivant du maïs dans les fractions granulodensimétriques et dans la terre brute au cours des 15 mois d'incubation (n = 3)

	t ₀	t ₃	t ₆	t ₉	t ₁₂	t ₁₅
200-2000 (µm)-SG	9,4 (a)	5,3 (b)	1,7 (c)	2,9 (bc)	2,3 (bc)	0,4 (c)
50-200 (µm) – SF	9,2 (a)	3,0 (b)	4,5 (b)	4,5 (b)	2,8 (b)	2,8 (b)
20-50 (µm) – LG	6,5 (a)	6,9 (a)	7,8 (a)	4,4 (a)	7,0 (a)	5,8 (a)
2-20 (µm) - LF	10,4 (a)	12,2 (a)	14,7 (a)	12,7 (a)	13,1 (a)	12,4 (a)
Brut	8,9 (a)	7,3 (a)	6,4 (a)	6,8 (a)	6,4 (a)	7,4 (a)

En terme de pollution, le faible taux de dégradation des HAP malgré les conditions d'incubation optimales et l'augmentation de l'activité microbienne suggère que les microorganismes, bien qu'adaptés à la dégradation des HAP, dégradent préférentiellement le carbone facilement dégradable. Enfin, les différences observées dans le temps pour la diminution de la disponibilité des HAP suggèrent que les limons stabilisent la matière organique anthropique et que la matière organique naturelle accélère cette stabilisation (Tableau 2).

Tableau 2. Evolution du pourcentage de HAP disponible (% de HAP totaux) dans les échantillons bruts et les fractions granulodensimétriques des modalités M0 (sans apport de maïs) et M10 (avec apport de maïs) au cours des 15 mois d'incubation (n = 3)

Fractions	Mod	t ₀	t ₃	t ₉	t ₁₂	t ₁₅
200-2000 (µm)-SG	M0	1,2 (a)	1,3 (a)	1,3 (a)	1,2 (a)	1,0 (a)
	M10	1,4 (a)	1,2 (a)	1,6 (a)	1,5 (a)	1,1 (a)
50-200 (µm) – SF	M0	1,6 (abc)	1,8 (a)	1,6 (abc)	1,3 (cd)	1,3 (cd)
	M10	1,5 (abc)	1,5 (abc)	1,6 (abc)	1,7 (ab)	1,1 (d)
20-50 (µm) – LG	M0	1,5 (abcde)	1,6 (abcd)	1,7 (abc)	1,3 (de)	1,4 (bcde)
	M10	1,8 (a)	1,8 (ab)	1,4 (cde)	1,4 (bcde)	1,2 (e)
2-20 (µm) - LF	M0	1,3 (a)	1,2 (ab)	1,1 (bc)	0,9 (def)	0,9 (de)
	M10	1,2 (ab)	1,2 (ab)	0,8 (f)	0,8 (ef)	1,0 (cd)
Brut	M0	1,5 (a)	1,4 (a)	1,4 (a)	1,6 (a)	1,3 (a)
	M10	1,2 (a)	1,4 (a)	1,4 (a)	1,3 (a)	1,3 (a)

Conclusions et perspectives

L'incorporation de matière organique naturelle fraîche dans la terre de friche industrielle réalisée en conditions contrôlées par ajout de résidus végétaux provenant uniquement des parties aériennes d'une

plante (maïs) a montré d'un point de vue agronomique, l'incorporation de la matière organique naturelle fraîche induisant (i) une agrégation avec une augmentation de la proportion des sables grossiers et une diminution de la proportion des sables fins et des limons grossiers, (ii) une accumulation et une stabilisation du carbone frais dans les limons fins. Dans un second temps, d'un point de vue évolution de la pollution, l'incorporation de matière organique fraîche a induit une dégradation de la matière organique extractible et des HAP totaux d'environ 10 %. Une diminution de la disponibilité des HAP a également été observée mettant en avant le vieillissement de la contamination. Cette diminution est particulièrement visible dans les limons fins, confirmant la stabilisation de la matière organique anthropique dans cette fraction. De plus, cette stabilisation se met en place plus tôt dans le temps en présence de matière organique fraîche suggérant que cette dernière accélère la stabilisation de la matière organique entraînant une surprotection des HAP. Ces résultats suggèrent donc que dans un contexte de croissance de plantes (e.g. phytoremédiation ou production de biomasse), le carbone apporté par la culture ne mobilisera pas la pollution.

Références

- [1] Fismes J., Perrin-Ganier C., Empereur-Bissonnet P., Morel J.L., 2002. Soil-to-root transfer and translocation of polycyclic aromatic hydrocarbons by vegetables grown on industrial contaminated soils. *Journal of Environmental Quality*, **31**, 5, 1649-1656.
- [2] El Hamiani O., El Khalil H., Lounatea K., Sirguy C., Hafidi M., Bitton G., Schwartz C., Boularbah A., 2010. Toxicity assessment of garden soils in the vicinity of mining areas in Southern Morocco. *Journal of Hazardous Materials*, **177**, 1-3, 755-761.

Remerciement

Ce projet a été financé par le programme CNRS EC2CO cytrix 2011 dans le cadre des travaux de doctorat d'Audrey Pernot financé par l'Institut Carnot Energie et Environnement en Lorraine (ICEEL).