



HAL
open science

bioindicateurs d'impact du recyclage de produits résiduaux organiques en sols cultivés: lien avec la disponibilité de micropolluants organiques et métalliques

Sabine Houot, Pierre Benoit, Enrique Barriuso, Guillaume Bodineau, Veronique V. Etievant, Jean-Noel J.-N. Rampon, Marjolaine M. Deschamps, Yvan Capowiez, Philippe P. Cambier, Jean Pierre Petraud, et al.

► To cite this version:

Sabine Houot, Pierre Benoit, Enrique Barriuso, Guillaume Bodineau, Veronique V. Etievant, et al.. bioindicateurs d'impact du recyclage de produits résiduaux organiques en sols cultivés: lien avec la disponibilité de micropolluants organiques et métalliques. 4. Séminaire d'Écotoxicologie de l'INRA, Sep 2006, Dinard, France. hal-02753974

HAL Id: hal-02753974

<https://hal.inrae.fr/hal-02753974>

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.

3^{ème} Séminaire d'Écotoxicologie de l'INRA



Dinard, 17-20 Septembre 2006

Bioindicateurs d'impact du recyclage de produits résiduels organiques en sols cultivés : lien avec la disponibilité de micropolluants organiques et métalliques

S.Houot¹, P. Benoit¹, E. Barriuso¹, G. Bodineau¹, V. Etievant¹, JN Rampon¹, M. Deschamps¹, Y.Capowiez², P. Cambier³, JP Petraud³, A. Jaulin³, T. Lebeau⁴, J. Kuntz⁴, C. Leyval⁵, T. Beguiristain⁵, P. Leglize⁵, C. Steinberg⁶, V. Edel-Hermann⁶, N. Gautheron⁶, C. Francou⁷, M. Poitrenaud⁷.

(1) INRA EGC, 78850 Thiverval-Grignon ; (2) INRA Ecologie des Invertébrés, 84000 Avignon ; (3) INRA, PESSAC, 78000 Versailles ; (4) UHA, 68000 Colmar ; (5) CNRS, LIMOS, 54000 Nancy ; (6) INRA, Microbiologie et Géochimie des sols, 21000 Dijon ; (7) Veolia Propreté, 78520 Limay.

Ce projet vise à évaluer les risques d'impacts à long terme du recyclage en agriculture de composts d'origine urbaine sur la composante biologique de sols cultivés, incluant microflore et faune. Les populations testées sont proposées comme bioindicateurs d'impact dont la réponse sera reliée aux effets des composts sur les caractéristiques physico-chimiques d'un sol et à l'état des polluants dans ce sol. Les composts sont vecteurs de polluants organiques (HAP étudiés ici) et métalliques (ETM) en faibles concentrations. Leur application répétée pourrait avoir un effet perturbateur sur le fonctionnement biologique des sols, en raison du cumul de faibles doses de polluants. Mais les composts sont avant tout des matières organiques (MO) dont l'apport répété peut modifier les caractéristiques physico-chimiques du sol comme sa teneur en MO, son pH... Ces 2 composantes devront être prises en compte dans l'interprétation des effets des apports de composts sur la composante biologique du sol.

Les mesures sont réalisées dans un essai de longue durée (collaboration INRA – CREED, Centre de Recherches pour l'Environnement, l'Energie et le Déchet, du groupe VEOLIA Environnement) où les apports répétés de composts se font selon des pratiques courantes réelles mises en œuvre chez les agriculteurs.

Les mesures portent sur :

- la taille, la diversité et l'activité de la macrofaune (vers de terre) et la microflore (communautés bactériennes et fongiques) du sol,
- la qualité chimique des sols soumis aux épandages et donc soumis d'une part à des apports organiques et à l'accumulation de faibles doses d'ETM et de CTO, polluants dont le comportement sera dépendant des interactions entre polluants et composés organiques.
- la spéciation des ETM et des CTO comme indicateur d'exposition des organismes vivants dans le sol. Cette spéciation est faite dans différentes fractions granulométriques des produits épandus et des sols soumis aux épandages. En effet, les fractions grossières de la MO ont des turnovers plus rapides que les MO associées aux fractions fines et sont également plus facilement consommées par la faune du sol.

Les mesures sont faites à différents pas de temps après l'épandage de Septembre 2004. La variation des réponses dans des traitements n'ayant pas reçu d'épandage permettra

Comment citer ce document :

Houot, S., Benoit, P., Barriuso Benito, E., Bodineau, G., Etievant, V., Rampon, J.-N., Deschamps, M., Capowiez, Y., Cambier, P., Petraud, J. P., Jaulin, A., Lebeau, T., Kuntz, J., Leyval, C., Beguiristain, T., Leglize, P., Steinberg, C., Edel-Hermann, V., Gautheron, N., Francou, C., Poitrenaud, M. (2006). bioindicateurs d'impact du recyclage de produits résiduels organiques

d'appréhender les variations « naturelles » des indicateurs qui seront comparées à l'intensité des variations dans les traitements soumis à épandage.

Le site «Qualiagro» (Feucherolles, 78) mis en place en 1998, a une superficie de 6 ha. Le sol est de type limoneux lessivé décarbonaté d'une profondeur supérieure à 1.2 m. La teneur en matière organique moyenne initiale est de 1.9 %, valeur proche du seuil critique évalué à 1,5 % dans ce type de sol. Le sol a un pH initial de 6.9. Les teneurs en ETM initiales sont faibles par rapport à la moyenne des sols du même type dans la région, celles en HAP sont faibles également, équivalentes aux valeurs citées dans la bibliographie dans un sol peri-urbain.

Le dispositif comprend 5 traitements organiques. Trois composts sont comparés à un fumier de bovins, amendement organique de référence et à un traitement témoin sans apport :

- un compost d'ordures ménagères résiduelles OMR (ordures ménagères résiduelles après collecte sélective des emballages « propres et secs »)
- un compost de boues, DVB (co-compostage de boues d'épuration urbaines et de déchets verts ou de fragments de palettes)
- un compost de fraction fermentescible des ordures ménagères, FFOM (collecte sélective de cette fraction co-compostée avec des déchets verts)

Ces 5 traitements reçoivent ou non une fertilisation azotée. Le dispositif comprend 4 blocs de 10 parcelles. Le dispositif est cultivé selon une rotation blé-maïs. Les composts et le fumier sont apportés tous les 2 ans, en début d'automne, sur chaume de blé. Seuls les traitements OMR +N et DVB+N sont étudiés ici et comparés aux 2 témoins avec et sans N.

Quatre applications de compost ont déjà eu lieu. Les composts OMR ont une biodégradabilité supérieure à celle des composts de DVB avec en moyenne 40 et 10% du C des composts facilement minéralisable, respectivement pour OMR et DVB. Les teneurs en ETM sont toujours supérieures dans les composts d'OMR où la moyenne des analyses dépasse les teneurs réglementaires pour le Cr et Pb. Les teneurs moyennes en HAP des composts sont très inférieures aux maxima réglementaires.

Les doses de composts sont calculées de façon à apporter environ 4 t C par hectare à chaque épandage. Les doses effectivement épandues sont mesurées. Les flux d'ETM sont conformes à la réglementation pour les DVB, à l'exception des flux de Cu. Pour les composts OMR, les flux d'ETM dépassent les flux réglementaires pour Cr, Cu Pb et Zn. Les flux des 3 HAP (FLT, BbF et BaP) sont inférieurs aux flux maxima réglementaires.

L'ensemble de ces apports a modifié les caractéristiques physico-chimiques des sols. Les teneurs en C organique ont augmenté dans les parcelles recevant les composts de DVB et de moindre façon dans les parcelles recevant le compost OMR. Les teneurs en N augmentent moins que celles de C, ce qui se traduit par une augmentation du C/N dans tous les traitements. Le pH et le taux de saturation en Ca et Na de la CEC tendent à augmenter dans le traitement OMR et à diminuer dans les autres traitements. Toutes ces variations des caractéristiques physico-chimiques du sol devront être prises en compte pour expliquer les modifications des populations microbiennes, de la faune, de leur activité au même titre que les modifications de teneurs et de spéciation des polluants générés par les apports de composts.

Les évolutions en ETM totaux dans les horizons de surface dans les différents traitements sont cohérentes par rapport aux flux d'ETM apportés par les composts. Seules les teneurs en cuivre augmentent significativement dans les traitements DVB et OMR. Les teneurs en HAP totaux n'évoluent pas entre 1998 et 2004 et restent en moyenne autour de 200 mg/kg dans tous les traitements.

La spéciation physique (distribution dans des fractions granulo-densimétriques, FGD) et chimique des ETM et des HAP dans les composts et dans les sols sont utilisées comme

indicateurs d'exposition des organismes vivants. Dans les composts, elle montre l'**enrichissement en ETM des fractions légères enrichies en MO et dans la fraction < 50µm** (Figure 1).

La distribution des ETM dans les FGD des sols sera également présentée. La spéciation chimique des ETM (extraction au CaNO₃ et EDTA) dans les différentes FGD (sol et composts) complétera l'évaluation de la biodisponibilité des ETM.

Enfin la disponibilité des HAP dans les composts est également évaluée par spéciation. Pour cela des extractions séquentielles dans l'eau, puis à l'ASE (Accelerated Solvent Extractor) à l'eau subcritique puis à l'aide de solvants organiques sont mises au point. En particulier, une méthode de purification et de concentration des HAP contenus dans les extraits aqueux par absorption sur barreau magnétique (SBSE pour « Stir Bar Sorptive Extraction ») a été mise au point.

La synthèse des résultats obtenus concernant l'évaluation de la spéciation des ETM et HAP sera présentée dans l'exposé.

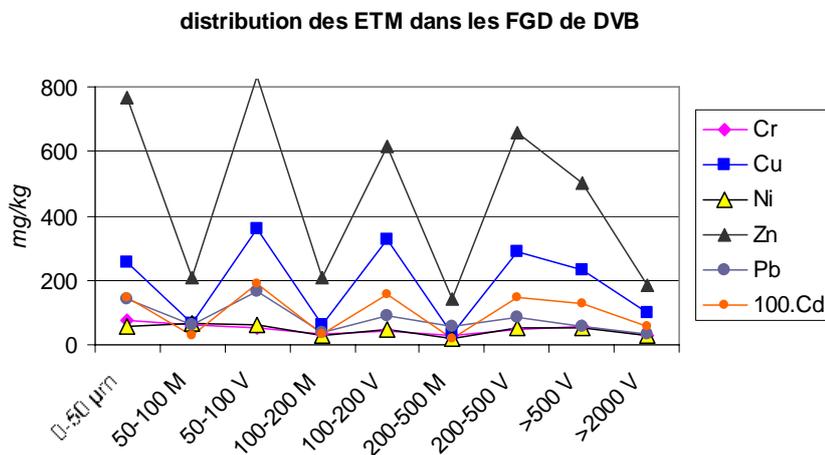


Figure 1 : Distribution des ETM dans les fractions granulo-densimétriques du compost DVB

Les effets des traitements sur la microflore du sol sont abordés via l'évolution de la structure des communautés microbiennes, bactériennes et fongiques incluant les champignons mycorhiziens en utilisant deux techniques d'analyse de l'ADN extrait des sols : la PCR-TTGE et la PCR-T-RFLP. Ces 2 méthodes ont nécessité des mises au point techniques. Par ailleurs, l'intervention de trois laboratoires différents a mis en évidence la nécessité d'une intercalibration. Les premiers résultats montrent que la structure des communautés fongiques estimée par TTGE est modifiée par OMR dès le premier prélèvement après épandage alors que l'impact du compost DVB n'est pas mis en évidence.

L'épandage du compost OMR exerce des **effets positifs** plus importants et durables sur la **taille des communautés lombriciennes** que DVB (Fig 2), sans modifier leur structure. A certaines dates, on a pu déceler des effets attractifs et répulsifs du sol ayant reçu des composts d'OMR et de DVB respectivement, qui pourraient contribuer aux évolutions d'abondance observées.

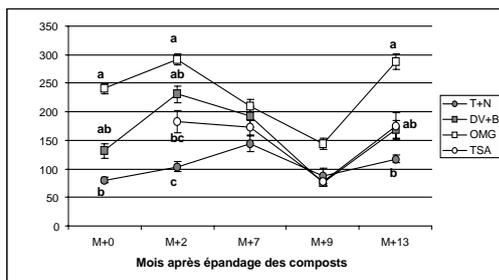


Fig.2 : Evolution temporelle de l'abondance des vers de terre (+ erreurs standards) dans chaque traitement. A une date donnée, les points portant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5%.

En résumé, les épandages des 2 composts dans les conditions expérimentales du site n'ont aucun effet délétère sur les communautés de vers de terre ; ils modifient la structure des communautés microbiennes sans que cela puisse être attribué à une exposition plus importante à des composés toxiques.