



# Assemblée générale du SOERE PRO

Mardi 24 novembre 2015  
INRA de Colmar





## - Assemblée Générale du SOERE PRO -

24 Novembre 2014, INRA Colmar

### Programme

**9h – 9h30 : Accueil café**

**9h30 – 10h15 : Principales informations en 2014/2015** - informations sur les sites du SOERE PRO, site web et veille, ANAEE, ALLENI, système d'information, retours du Directoire Scientifique ; **Michaud A et Houot S** ; ECOSYS Grignon

**10h15 – 11h15 : Expériences Européennes**

*CRUCIAL: a long-term field trial to assess waste recycling impacts on environment and production system integrity*, **Peltre C**, Jensen LS, Magid J ; University of Copenhagen, Danemark (10h15 – 10h45)

*The fate of P and C in long-term compost amended soils: a comparison between French and Belgian experiments*, **Smolders E** et al ; KUL, Belgique (10h45 – 11h15)

**11h15 – 11h30 : Pause**

**11h30 – 12h45 : Travaux de recherche conduits sur les sites du SOERE PRO : Intérêt agronomique**

*Long-term urban waste compost amendment enhances OC and N stocks but does not alter organic matter composition*, **Paetsch L**, Mueller C, Rumpel C, Houot H, Kögel-Knabner I ; TUM, Allemagne (11h30 – 11h50)

*Impacts de l'épandage de composts urbains sur le cycle du P dans QualiAgro*, **Lauverjon R**, Mollier A, Houot S, Mercier V, Michaud A, Rampon JN, Morel C ; ISPA Bordeaux (11h50 – 12h10)

*Étude de la dynamique hydrique et du transport de solutés en sol nu après apport de Produits Résiduaux Organiques. Application à la lixiviation des nitrates*, **Isch A**, Montenach D, Hammel F, Coquet Y, Ackerer P ; LHyGeS, Strasbourg (12h10 – 12h30)

*Indices multicritères pour évaluer la qualité du sol et de la récolte suite à des apports répétés de PRO : application sur le site de QualiAgro*, **Obriot F**, Stauffer M, Cheviron N, Eden M, Revallier A, Vieublé-Gonod L, Houot S ; ECOSYS, Grignon (12h30 – 12h45)

**12h45 – 14h : Déjeuner**

**14h – 14h30 : Travaux de recherche conduits sur les sites du SOERE PRO : Intérêt agronomique**

*Méthodes statistiques pour analyser un essai longue durée et mettre en évidence l'effet agronomique de l'apport répété de PRO : application à deux sites du SOERE PRO et comparaison des résultats*, **Germain M**, Bell A, Mercier V, Montenach D, Schaub A, Valentin N, Houot S, Lollier M, Michaud A ; SEAV Colmar / ECOSYS Grignon (14h – 14h15)

*Optimisation de l'utilisation des Produits Résiduaux Organiques par l'agriculture à l'échelon territorial : le cas de la Plaine de Versailles*, **Noirot-Cosson PE**, Lubbers M, Bamière L, Vaudour E, Gilliot JM, Gabrielle B, Aubry C, Houot S ; ECOSYS, Grignon (14h15 – 14h30)



### **14h30 – 16h30 : Travaux de recherche conduits sur les sites du SOERE PRO : Impacts potentiels**

*Premiers résultats du monitoring des émissions de N<sub>2</sub>O sur le site EFELE, Flécharde C, de Oliveira AB, Morvan T, UMR INRA Agrocampus SAS, Rennes (14h30 – 14h50)*

*Test du modèle Volt'Air pour simuler la volatilisation d'ammoniac après épandage de fumier et composts, Voylokov P, Flura D, Decuq C, Durand B, Labat C, Houot S, Genermont S ; ECOSYS, Grignon (14h50 – 15h10)*

*Analyse des composés pharmaceutiques dans les PRO et les sols du SOERE PRO, Ferhi S, Gielnik A, Bernet N, Deschamps M, Houot S ; ECOSYS Grignon (15h10 – 15h30)*

*Modélisation de la dynamique des HAP dans des sols agricoles recevant des apports de produits résiduels organiques, Brimo K, Ouvrard S, Houot S, Garnier P ; ECOSYS Grignon et LSE Nancy (15h30 – 15h50)*

*Évaluation et réduction des risques de contamination par des polluants organiques dans le contexte de l'usage de produits résiduels organiques sur sols agricoles, Aemig Q, Jimenez J, Patureau D, Michel J, Molina P, Deschamps M, Fehri S, Houot S ; LBE Narbonne et ECOSYS Grignon (15h50 – 16h10)*

*Les émissions de composés organiques volatiles (COVs) dans les paysages agricoles. Identification des sources et incidences climatiques, Potard K, Monard C, Le Moigne A, Le Bris N, Caudal JP, Le Garrec JL, Binet F ; ECOBIO, Rennes (16h10 – 16h30)*

### **16h30 – 17h : Bilan et discussion**

## Résumés

<b>SOERE PRO - Principales informations en 2014/2015 : .....</b>	<b>5</b>
Michaud A, Houot S, pour l'équipe du SOERE PRO .....	5
<b>CRUCIAL: a long-term field trial to assess waste recycling impacts on environment and production system integrity .....</b>	<b>7</b>
Peltre C, Jensen LS, Magid J.....	7
<b>Long-term urban waste compost amendment enhances OC and N stocks but does not alter organic matter composition.....</b>	<b>8</b>
Paetsch L, Mueller C, Rumpel C, Houot H, Kögel-Knabner I.....	8
<b>Impacts de l'épandage de composts urbains sur le cycle du P dans QualiAgro .....</b>	<b>9</b>
Lauverjon R, Mollier A, Houot S, Mercier V, Michaud A, Rampon JN, Morel C .....	9
<b>Étude de la dynamique hydrique et du transport de solutés en sol nu après apport de Produits Résiduaires Organiques. Application à la lixiviation des nitrates .....</b>	<b>10</b>
Isch A, Montenach D, Hammel F, Garnier P, Lafolie F, Coquet Y, Ackerer P.....	10
<b>Indices multicritères pour évaluer la qualité du sol et de la récolte suite à des apports répétés de PRO : application sur le site de QualiAgro.....</b>	<b>11</b>
Obriot F, Stauffer M, Cheviron N, Peres Guénola, Eden M, Goubard-Delaunay Y, Revallier A, Vieublé-Gonod L, Houot S .....	11
<b>Méthodes statistiques pour analyser un essai longue durée et mettre en évidence l'effet agronomique de l'apport répété de PRO : application à deux sites du SOERE PRO et comparaison des résultats.....</b>	<b>12</b>
Germain M, Bell A, Mercier V, Montenach D, Schaub A, Valentin N, Houot S, Lollier M, Michaud A .....	12
<b>Optimisation de l'utilisation des Produits Résiduaires Organiques par l'agriculture à l'échelon territorial : le cas de la Plaine de Versailles.....</b>	<b>13</b>
Noirot-Cosson PE, Lubbers M, Bamière L, Vaudour E, Gilliot JM, Gabrielle B, Aubry C, Houot S.....	13
<b>Premiers résultats du monitoring des émissions de N<sub>2</sub>O sur le site EFELE .....</b>	<b>14</b>
Flécharde C, de Oliveira AB, Morvan T.....	14
<b>Test du modèle Volt'Air pour simuler la volatilisation d'ammoniac après épandage de fumier et composts .....</b>	<b>15</b>
Voylovkov P, Flura D, Decuq C, Durand B, Labat C, Houot S, Genermont S.....	15
<b>Analyse des composés pharmaceutiques dans les PRO et les sols du SOERE PRO.....</b>	<b>16</b>
Ferhi S, Gielnik A, Bernet N, Deschamps M, Houot S.....	16
<b>Modélisation de la dynamique des HAP dans des sols agricoles recevant des apports de produits résiduaires organiques .....</b>	<b>17</b>
Brimo K, Ouvrard S, Houot S, Garnier P .....	17
<b>Evaluation et réduction des risques de contamination par des polluants organiques dans le contexte de l'usage de produits résiduaires organiques sur sols agricoles .....</b>	<b>18</b>
Aemig Q, Jimenez J, Patureau D, Michel J, Molina P, Deschamps M, Fehri S, Houot S .....	18
<b>Les émissions de composés organiques volatiles (COVs) dans les paysages agricoles. Identification des sources et incidences climatiques .....</b>	<b>19</b>
Potard K, Monard C, Le Moigne A, Le Bris N, Caudal JP, Le Garrec JL, Binet F.....	19

## SOERE PRO - Principales informations en 2014/2015 :

Informations sur les sites du SOERE PRO, site web et veille, ANAEE, ALLENVI, système d'information, retours du Directoire Scientifique

### Michaud A<sup>1</sup>, Houot S<sup>1</sup>, pour l'équipe du SOERE PRO

<sup>1</sup>UMR EcoSys, 78 850 Thiverval-Grignon

**Mots clés :** Produits Résiduaire Organiques, recyclage agricole, observatoire de recherche, valeur agronomique, risques environnementaux et sanitaires, contextes d'apports, scénarios, changement d'échelle

Le SOERE PRO est un observatoire de recherche en environnement composé de dispositifs expérimentaux au champ de longue durée étudiant le recyclage agricole des produits résiduaire organiques (PRO). Il a été labellisé en 2011 par l'Alliance Nationale de Recherche pour l'Environnement, ALLENVI, pour évaluer la valeur agronomique et les éventuels impacts environnementaux et sanitaires du retour au sol de PRO.

Le SOERE PRO apporte des jeux de données sur le long terme pour (1) mieux évaluer les effets de l'apport répété de PRO sur la dynamique de la matière organique et le potentiel stockage du C organique dans les sols, les cycles biogéochimiques des éléments majeurs (CNP...), le devenir des contaminants chimiques et biologiques potentiellement présents dans les PRO, les activités biologiques ; (2) simuler sur le long-terme les conséquences de l'apport répété de PRO et intégrer ces aspects dans une analyse multi-critères globale des effets associés à l'apport répété de PRO pour (3) tester et optimiser différents scénarios d'insertion des PRO dans les systèmes de culture.

Le SOERE-PRO est aujourd'hui un réseau de 4 sites principaux instrumentés (Qualiagro en Ile de France initié en 1998, Plateforme de Colmar en Alsace initiée en 2000, EFELE en Bretagne initié en 2012, site de la Mare à la Réunion initié en 2014) et 3 sites associés peu ou pas instrumentés (La Bouzule en Lorraine, Couhins en Aquitaine, site de Gampéla au Burkina Faso). Ces sites à l'échelle de la parcelle permettent de mesurer, depuis plus de 10 ans pour certains, les évolutions de l'agro-système sur le long-terme après des apports répétés de PRO provenant des activités urbaines et agricoles (boues, composts, effluents d'élevages) et issus de différentes filières de traitements (aucun traitement, compostage, digestion anaérobie).

Outre les suivis de monitoring effectués sur les sites, les travaux du SOERE PRO sont issus de collaborations avec différents instituts de recherche et des acteurs de la filière de gestion des PRO. Ainsi, les 4 sites principaux du SOERE PRO sont conduits de façon coordonnée pour (1) exploiter conjointement les jeux de données (ex. traitements statistiques, modélisation, développement d'indices de qualité), et (2) apporter des conditions expérimentales et des jeux de données pour des programmes de recherche conduits par le passé ou en cours (ex. FP7 GENESIS, ADEME Bioindicateurs, ANR Isard, ANR CEMABS, SNOWMAN ECOSOM, PhD) et pour de futurs programmes de recherche via l'ouverture des sites à tout scientifique intéressé par les résultats sites notamment via l'insertion de sites du SOERE PRO à des infrastructures de type ANAEE-France.

Les sites du SOERE PRO sont intégrés au contexte national d'acteurs de la recherche et de la filière PRO (ex. industriels du traitement des PRO, conseillers agricoles, instituts techniques, acteurs de terrain, scientifiques) :

- Depuis 2013, 3 sites du SOERE PRO sont intégrés à ANAEE-France (QualiAgro, Colmar et EFELE). ANAEE-France, Infrastructure de recherche nationale *AnaEE France* (Analyses et Expérimentations pour les Ecosystèmes), est un réseau de « services » constitué de dispositifs expérimentaux, structures expérimentales permettant de piloter les conditions environnementales, infrastructures analytiques, grands instruments, plate-forme de modélisation, et base de données, offerts à la communauté scientifique et dédiés à la compréhension des processus biologiques des écosystèmes.

- Depuis 2011, le SOERE PRO est associé au Réseau PRO (CasDAR/ADEME 2011-2014). Le réseau PRO est un réseau d'acteurs et de sites expérimentaux étudiant le recyclage des PRO, pour mutualiser, partager et exploiter conjointement les données PRO et les méthodes d'études (champ, laboratoire), le système d'information est commun avec le SOERE PRO. Le réseau PRO permet d'élargir les contextes d'étude du recyclage des PRO en agriculture.

Les **faits marquants ayant eu lieu en 2014/2015** sont présentés ci-après :

- **Animation** : (1) comité technique du SOERE PRO (avril 2015, point sur les mesures des flux de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O), bilan des travaux conduits sur les sites, travaux conduits pour et avec ANAEE-France), (2) formation sur les suivis de flux de gaz à effet de serre et volatilisation de NH<sub>3</sub> (octobre 2015, mesures des flux de GES, suivi et maintenance des chambres automatiques, suivi de la volatilisation de NH<sub>3</sub>), (3) Directoire Scientifique (novembre 2015, stratégie de recherche scientifique ; visibilité extérieure (site web, plaquettes) ; organisation des travaux et priorités (ex. site web, cahier charges) ; accès aux données/sites/échantillons, aspects juridiques ; stratégie de financement, administratif ; adéquation des travaux aux attentes des filières PRO (amont/aval), de l'évolution des travaux (agro-écologie, aller vers le territoire) et de la fourniture de résultats pratiques aux acteurs de terrain), (4) organisation de l'Assemblée générale (novembre 2015).
- **Faits marquants sur les sites** : mise en place des chambres de suivis de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>O) sur les sites de QualiAgro, Colmar et la Mare à la Réunion ; début de la conduite du site QualiAgro en agriculture biologique et premiers épandages en « bio », nouvelle conduite du site de Colmar avec le projet PRO'spective.
- **Labellisation par ALLENI en 2015** du SOERE PRO et des SOERE ACBB et F-ORE-T : Demande d'argumentation d'ALLENI sur le retard des développements des systèmes d'information de ces SOERE et de l'insertion des données. En réponse à cet avis, une réponse argumentée et concertée entre ces 3 SOERE a été transmise en septembre 2015 avec un planning de développements et d'insertion des données. Depuis l'AG, le SOERE PRO a été re-labellisé par ALLENI.
- **ANAEE-France** : comme indiqué précédemment, depuis 2013, 3 sites du SOERE PRO sont intégrés à ANAEE-France (QualiAgro, Colmar et EFELE) qui est une infrastructure nationale rassemblant un réseau de dispositifs expérimentaux analytiques et de modélisation majeurs dédiés à la compréhension des processus biologiques des écosystèmes. En 2014/2015, les faits marquants sont l'avancement des travaux sur la charte des services (ex. sites du SOERE PRO), la mutualisation de développements dans le système d'information PRO avec les SOERE ACBB et F-ORE-T (données sol), la mise en place d'un cahier des charges pour les suivis des capteurs (ex. climat du sol et suivis de GES) et l'organisation de journées techniques dédiées à ces suivis.
- **ANAEE-Europe** : une réponse à un AAP Européen est en cours en France avec d'autres pays européens pour constituer un réseau de sites expérimentaux sur les écosystèmes et les changements globaux, dans le but de créer une infrastructure européenne avec accès aux sites et aux données, mise en place d'expérimentations sur les sites. Des sites du SOERE PRO devraient être présentés pour la réponse française.
- **Recherche pour la mise en place d'un financement récurrent des coûts de fonctionnement des sites du SOERE PRO** : rédaction d'une fiche présentant le SOERE PRO et les besoins en termes de financement du fonctionnement des sites, fiche envoyée à l'ADEME et au Département EA INRA pour mettre en œuvre une structure pérenne de fonctionnement du SOERE PRO.
- **Site web et veille scientifique** : mise en place d'une veille scientifique et d'un site web ValorPRO (<http://www6.inra.fr/valor-pro>) présentant notamment le SOERE PRO et les résultats acquis.
- **Système d'information PRO** (travail collaboratif SOERE PRO et Réseau PRO, acteurs recherche et filière) : développement des parties permettant de créer et décrire les dispositifs expérimentaux et les PRO épandus en tenant compte de la diversité des situations, début de test et d'insertion des listes permettant ces descriptions, début des développements pour la partie « physico-chimie du sol » en mutualisation avec ACBB et F-ORE-T et pour la partie « physico-chimie des PRO ». Un planning de développement et des insertions a été élaboré en réponse à ALLENI.

# CRUCIAL: a long-term field trial to assess waste recycling impacts on environment and production system integrity

**Peltre C<sup>1</sup>, Jensen LS<sup>1</sup>, Magid J<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Department of Plant and Environmental Sciences, Faculty of Science, University of Copenhagen, Thorvaldsensvej 40, Frederiksberg C, DK-1871, Denmark

**Mots clés:** Produits résiduaux organiques, énergie labour, matière organique, analyse thermique, spectroscopie moyen infrarouge

L'essai au champ CRUCIAL a été mis en place en 2003. Il est situé à la ferme expérimentale de l'université de Copenhague à Taastrup (20 km à l'ouest de Copenhague, Danemark). Le sol est un luvisol avec en moyenne 13% d'argile. L'essai a été cultivé principalement sous une rotation de céréales de printemps. Différents produits résiduaux organiques (PROs) ont été apportés annuellement : un compost d'ordures ménagères résiduelles (apporté à une dose normale : CH et à une dose accélérée : CHA) ; une boue d'épuration (à une dose normale : S et accélérée : SA) ; Un fumier de ferme à une dose accélérée (CMA), ainsi qu'un lisier de bovin (CS), un traitement avec application d'urine humaine, un engrais vert (GM), litière (DL) comparés à un traitement de référence avec apport d'engrais minéral (NPK) et un traitement non fertilisé (U). La dose d'apport normale est calculée pour fournir approximativement 100 kg N ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> ajusté fonction de la culture en cours. La dose accélérée vise à appliquer approximativement trois fois la dose normale de PROs. L'apport répété de PROs a permis d'augmenter la teneur en C organique du sol (COS) de 1.4% pour le traitement de référence NPK à 3.5% pour le compost d'ordures ménagères à une dose accélérée (CHA). La densité apparente du sol a été modifiée par l'apport de PROs et a montré une forte corrélation avec la teneur en COS. L'activité microbienne s'est révélée liée au niveau d'apport de PRO. Il n'y a pas eu d'augmentation de la tolérance des communautés microbiennes au cuivre et le lessivage de métaux lourds n'a généralement pas été augmenté par les apports de PROs. Des mesures de la force de traction nécessaire pour le labour ont montré que l'énergie nécessaire pour le labour était fortement corrélée avec la teneur en argile et en COS, expliquant 67% de la variance. La diminution de l'énergie nécessaire pour le labour dans les traitements amendés pourrait conduire à une économie de carburant de 14% pour le traitement CH et de 25% pour le traitement accéléré CHA. La composition de la matière organique du sol s'est révélée modifiée par les apports des différents types de PROs. Des mesures d'analyse thermique ont montré une stabilité thermique accrue pour les traitements avec apport de compost et de fumier par rapport aux traitements avec apport de boues d'épuration et d'engrais NPK. Des analyses de spectroscopie photo-acoustique dans le moyen infrarouge (FTIR-PAS) ont montré que cette stabilité thermique accrue était liée à une plus forte absorbance dans les régions spectrales 1580-1500 cm<sup>-1</sup> attribuée aux liaisons aromatiques C=C-C et amide II, 1460 – 1400 cm<sup>-1</sup> attribuée aux liaisons C-H de groupements méthyles, possiblement chevauché par des carbonates et dans la région 1400-1380 cm<sup>-1</sup> correspondant aux liaisons C-O de groupements carboxylate et hydroxyles phénoliques.

e-mail: peltre@plen.ku.dk

## Long-term urban waste compost amendment enhances OC and N stocks but does not alter organic matter composition

**Paetsch L, Mueller C, Rumpel C, Houot H, Kögel-Knabner I**

Soil organic matter amendments, originating from waste materials, could be used to enhance soil organic carbon storage and fertility of cropland soils. However, there is a limited understanding about the long-term effect of different urban waste compost amendments on soil organic matter composition and their impact on soil organic carbon (SOC) storage. Accordingly, the long-term effects of different organic matter (OM) amendments on the amount and composition of particulate and mineral associated soil organic matter (SOM) were investigated. To examine amendment impacts, surface soils were sampled from a long-term field experiment under cropping rotation, which received 0.4 kg organic carbon (OC) per m<sup>2</sup> of urban compost or cattle manure (FYM) addition biannually since 1998. The composts were produced from home sorted organic wastes mixed with green waste (BIO), residual municipal solid waste after separate collection of packaging (MSW) or a mixture of green waste and sewage sludge (GWS). SOM pools were separated by a combined density and particle size fractionation and analyzed for C and N contents as well as C composition by solid-state <sup>13</sup>C NMR spectroscopy.

Farmyard manure and urban waste composts from BIO and GWS resulted in increased SOC and N stocks in bulk soils, occluded particulate organic matter <20µm (oPOMsmall) and clay fractions. The high variability of the composition with each amendment type was reflected in the POM fractions but not in the highly uniform composition of the mineral-associated OM. We suggest that the OM composition in the clay fraction is determined by the microbial residues that are independent in their composition from the input material. Soil wettability was not affected by the amendments and all soils remained hydrophilic even after long-term amendment. Application of BIO and GWS enhanced OC and N stocks in bulk soils and especially the fine mineral fraction in a magnitude similar to conventional FYM.

## Impacts de l'épandage de composts urbains sur le cycle du P dans QualiAgro

Lauverjon R<sup>1</sup>, Mollier A<sup>1</sup>, Houot S<sup>2</sup>, Mercier V<sup>2</sup>, Michaud A<sup>2</sup>, Rampon JN<sup>2</sup>, Morel C<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INRA/Université de Bordeaux, UMR ISPA, <sup>2</sup> INRA/AgroParisTech, UMR 1402 ECOSYS, 78850 Thiverval-Grignon

**Mots clés** : essai longue durée ; phosphore ; sol ; bilan ; flux ; stock ; biodisponibilité ; fumier ; déchets verts ; boues STEP ; ordures ménagères résiduelles ; biodéchet

L'impact de l'épandage répété de composts urbains sur le cycle du phosphore (P), a été quantifié en analysant les relations entre le bilan cumulé des entrées et sorties de P et les dynamiques des stocks de P-total, P-organique, P-inorganique, et P-disponible dans le sol. Les deux sous-essais de QualiAgro, l'un recevant une fertilisation minérale azotée raisonnée (+Nopt) et l'autre recevant une fertilisation faible (+Nfai), ont été étudiés. Chacun comprend cinq traitements répétés quatre fois :

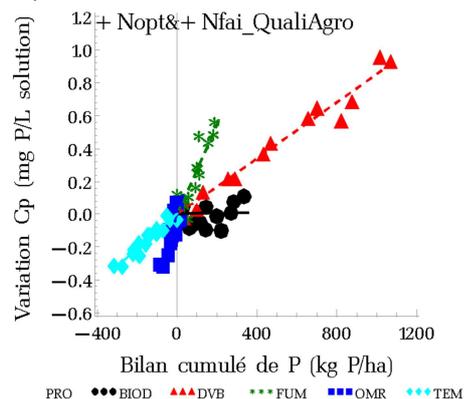
- Un témoin (**TEM**) ne recevant pas de fertilisation phosphatée (ni minérale ni organique) ;
- Un compost de déchets verts mélangés avec une boue de station d'épuration urbaine (**DVB**) ;
- Un compost d'ordures ménagères résiduelles (**OMR**) ;
- Un compost de biodéchets (**BIOD**) issu du compostage d'un mélange de la fraction fermentescible des ordures ménagères et de déchets verts ;
- Un fumier de vaches laitières (**FUM**).

Les composts urbains et le fumier ont été apportés à raison d'environ 4 t C ha<sup>-1</sup> tous les deux ans. QualiAgro est implanté sur un sol de texture limono-argileuse, décarbonatée et neutre (pH= 7.1). La succession culturale est une rotation maïs grain et blé d'hiver. Des échantillons de terre de la couche labourée (0-28 cm) ont été prélevés avant chaque épandage, puis séchés à l'air, tamisés à 2 mm et stockés avant de déterminer les teneurs et stocks de P-total, P-organique et P-disponible pour les plantes ainsi que les principales propriétés physico-chimiques ont été déterminés. Le P-disponible du sol a été évalué par : i) la concentration (C<sub>p</sub>) des ions phosphate (iP) en solution et la capacité du sol à réapprovisionner la solution sur de longues périodes, i.e. 1 an; ii) l'extraction chimique Olsen.

Les différents indicateurs du P-disponible fournissent des informations similaires dans les deux sous-essais +Nopt et +Nfai. Compte tenu des teneurs en P et du rapport C/P des produits, les 7 épandages, effectués depuis 1998, ont apporté en moyenne **16.4**, **30.0**, **32.2** et **75.9** kg P ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> pour **OMR**, **FUM**, **BIOD**, et **DVB**, respectivement. Le P exporté par les récoltes dans le sous-essai +Nopt est en moyenne de 25.3 (±0.7) kg P ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> pour les 4 amendements et de **22.6** (±0.8) kg P ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> pour **TEM**. En 2011, toujours dans le sous-essai +Nopt, le bilan cumulé de P, i.e. différence

cumulée entre le P apporté et exporté, est respectivement de -315, -86, 109, 270 et 1015 kg P ha<sup>-1</sup> pour **TEM**, **OMR**, **FUM**, **BIOD** et **DVB**. La variation du stock de P total dans la couche labourée rend compte de près de 90% du bilan de P. Seul le compartiment de P-inorganique varie. La valeur initiale de C<sub>p</sub><sup>1</sup> est 1.02 (0.24) mg P L<sup>-1</sup>. L'abaissement de C<sub>p</sub> avec les bilans négatifs de P dans **TEM** est de 1.07×10<sup>-3</sup> (mg P L<sup>-1</sup>)(kg P ha<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup> (fig). La variation de C<sub>p</sub> avec le bilan, i.e. pente, diffère suivant les amendements avec une pente plus élevée pour **FUM** et **OMR**, plus faible pour **DVB** et nulle pour **BIOD**.

Les différences de pente résultent des effets combinés d'une part, de la disponibilité du P apporté par les composts urbains et fumier et, d'autre part, des modifications de la répartition des ions phosphate entre le sol et la solution avec des quantités plus élevées susceptibles de réapprovisionner la solution sur des périodes longues dans les sols amendés que dans le sol TEM. Des changements de plusieurs propriétés physico-chimiques du sol (pH, teneur en MO, CEC et cations échangeables) expliquent ces modifications de transfert des ions phosphate à l'interface solide-solution.



<sup>1</sup> Pour le P-Olsen, la valeur initiale est 40 (±6) mg P kg<sup>-1</sup> sol (89 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg<sup>-1</sup>) et rend compte de 8.9% du bilan pour TEM

# Étude de la dynamique hydrique et du transport de solutés en sol nu après apport de Produits Résiduaux Organiques. Application à la lixiviation des nitrates

**Isch A<sup>1,2</sup>, Montenach D<sup>2</sup>, Hammel F<sup>2</sup>, Garnier P<sup>3</sup>, Lafolie F<sup>4</sup>, Coquet Y<sup>5</sup>, Ackerer P<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg, UMR7517, F-67000 Strasbourg

<sup>2</sup> INRA, UE0871 SEAV, F-68000 Colmar, France

<sup>3</sup> INRA, UMR1402 ECOSYS, F-78850 Thiverval-Grignon, France

<sup>4</sup> INRA, UMR1114 EMMAH, F-84140 Avignon, France

<sup>5</sup> Institut des Sciences de la Terre d'Orléans, UMR 7327, F-45071 Orléans

**Mots clés :** produits résiduaux organiques, propriétés hydrodynamiques, transport de solutés, matière organique, lixiviation des nitrates

Favorisant notamment l'élimination des déchets organiques produits par les villes, les zones périurbaines et l'élevage, le recyclage des Produits Résiduaux Organiques (PRO) en agriculture est appelé à se développer largement dans les prochaines décennies. Un dispositif du Service d'Expérimentation Agronomique et Viticole de l'INRA de Colmar (SEAV - UE0871) comprenant trois parcelles (90 m<sup>2</sup>) et six cases lysimétriques (4 m<sup>2</sup>) en sol nu a ainsi permis d'étudier l'influence de l'apport de PRO sur (i) les modifications des propriétés physico-chimiques et hydrodynamiques du sol ; (ii) le transport des ions bromures, solutés conservatifs ; (iii) la dynamique de minéralisation du carbone et de l'azote organique dans le sol. Finalement, la mise en place de matériel de suivi de l'état hydrique du sol a permis la caractérisation des paramètres hydrodynamiques propres aux horizons de chaque parcelle et case lysimétrique et l'obtention de simulations généralement fidèles des dynamiques instrumentales observées au cours du temps. Ces paramètres ont également assuré une description fidèle du transport des ions bromures, dont le suivi expérimental a été effectué durant deux ans suite à la réalisation de campagnes d'échantillonnage de terre et d'eau de drainage. Enfin, la modélisation de la décomposition de la matière organique dans le sol met en avant une influence positive des PRO au travers des arrières-effets constatés après six apports et une minéralisation de l'azote logiquement plus marquée sur les parcelles amendées. Ainsi, la BOUE, PRO à fort potentiel de minéralisation, assure une disponibilité d'azote bien plus conséquente que celle induite par l'apport de DVB l'année suivant l'épandage mais présente par conséquent également plus de risque de pollution des eaux souterraines suite à la lixiviation des excédents d'apport.

Ayant permis une caractérisation de l'hydrodynamique et du transport de solutés d'un domaine représentatif de la majeure partie des sols limoneux d'Alsace, ces résultats devraient logiquement aider à l'adaptation des scénarios agronomiques sur le long terme pour, *in fine*, mieux répondre aux problématiques liées aux nouvelles exigences de protection de l'environnement (Directive Nitrate 91/676/CEE).

## Indices multicritères pour évaluer la qualité du sol et de la récolte suite à des apports répétés de PRO : application sur le site de QualiAgro

**Obriot F<sup>1,2</sup>, Stauffer M<sup>1,2</sup>, Cheviron N<sup>1</sup>, Peres Guénola<sup>4</sup>, Eden M<sup>5</sup>, Goubard-Delaunay Y<sup>2</sup>, Revallier A<sup>3</sup>, Vieublé-Gonod L<sup>2</sup>, Houot S<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> INRA, UMR1402 ECOSYS, F-78850 Thiverval-Grignon, France

<sup>2</sup> AgroParisTech, UMR1402 ECOSYS, F-78850 Thiverval-Grignon, France

<sup>3</sup> Veolia Recherche & Innovation, Département Environnement et Santé, F-78520 Limay, France

<sup>4</sup> INRA/Agrocampus, UMR1069 SAS, F-35000 Rennes, France

<sup>5</sup> Technical University of Munich, Dept. of Geomorphology and Soil Science, Germany

**Mots clefs :** Indices de qualité, produits résiduels organiques, agrégation des données, méthode statistique

Les apports répétés de PRO (Produits Résiduels Organiques) ont des effets positifs (ex : stimulation de la croissance microbienne et de ces activités...) et négatifs (ex : contaminations minérale, organique ou via des pathogènes...) sur la qualité des sols et des récoltes. Nous avons développé 7 indices (fertilité, biodiversité, activités biologiques, état sanitaire total et accessible, qualité de l'eau/structure du sol et qualité de la récolte) afin d'évaluer la qualité des sols et de la récolte en se focalisant sur 3 principaux services écosystémiques : approvisionnement, support de biodiversité et régulation des contaminants. Nous utilisons les données collectées sur l'expérimentation de longue durée de Qualiagro. Quatre étapes (inventaire/sélection du minimum data set par une méthode statistique revisitée<sup>1</sup>/interprétation des indicateurs retenus/calcul des indices) sont nécessaires pour aboutir à une représentation en radar qui permet de mettre en commun et distinguer l'efficacité des PRO face aux indices créés. Les résultats montrent que les PRO augmentent la fertilité, la biodiversité et les activités biologiques, ainsi que les propriétés physiques du sol à long terme avec une intensité variable dépendante de leurs caractéristiques. Le FUM semble le plus efficace pour améliorer les propriétés biologiques des sols alors que le DVB est particulièrement efficace pour augmenter la fertilité du sol. Les apports de PRO maintiennent des rendements similaires aux engrais minéraux, mais la qualité des grains est légèrement diminuée. Les PRO affectent négativement l'état sanitaire des sols en ce qui concerne les concentrations totales en contaminants métalliques, mais diminuent les fractions disponibles et par conséquent les risques de transferts vers les plantes et les eaux souterraines. Le compost de biodéchet (BIO) apparaît le plus efficace parmi les autres traitements testés (Témoin fertilisé, DVB, OMR et FUM). L'originalité de cette étude tient dans la multiplicité des indices au lieu d'un unique afin de mettre en évidence les potentialités différentes des PRO selon les fonctions ciblées et même les services écosystémiques.

<sup>1</sup> Andrews, S.S., Karlen, D.L., Mitchell, J.P., 2002. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. *Agric. Ecosyst. Environ.* 90, 25–45. doi:10.1016/S0167-8809(01)00174-8

# Méthodes statistiques pour analyser un essai longue durée et mettre en évidence l'effet agronomique de l'apport répété de PRO : application à deux sites du SOERE PRO et comparaison des résultats

**Germain M<sup>1</sup>, Bell A<sup>1</sup>, Mercier V<sup>1</sup>, Montenach D<sup>2</sup>, Schaub A<sup>3</sup>, Valentin N<sup>3</sup>, Houot S<sup>1</sup>, Lollier M<sup>4</sup>, Michaud A<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> UMR INRA-AgroParisTech EcoSys, Thiverval-Grignon ; <sup>2</sup> INRA SEAV Colmar

<sup>3</sup> Syndicat Mixte recyclage agricole du Haut-Rhin

<sup>4</sup> LVBE, Université de Haute Alsace

**Mots clés :** Produits résiduels organiques, statistiques, longue durée, sol

L'effet des épandages de Produits Résiduels Organiques (PRO) au champ dépend des caractéristiques des PRO épandus (composition, origine et caractéristiques des matières premières, caractéristiques analytiques des PRO) et du contexte d'apport des PRO (doses et périodes d'apports, contexte agropédoclimatique considéré), c'est pourquoi il est nécessaire d'étudier les effets de leurs apports au champ dans différentes situations. Les sites de longue durée du SOERE PRO visent justement à étudier précisément ces effets pour différents PRO et différents contextes agricoles d'apports, via l'acquisition de jeux de données complets sur les compartiments de l'agrosystème.

La présente étude a pour but de (i) présenter une démarche statistique visant à analyser les jeux de données acquis sur des sites du SOERE PRO, pour évaluer l'effet d'apports répétés de PRO différents sur l'évolution temporelle de propriétés agronomiques du sol, avec l'application aux éléments NPK, et, (ii) tester cette démarche statistique sur les résultats acquis sur 2 sites du SOERE PRO (Colmar et QualiAgro) pour mettre en évidence l'effet concordant de l'apport répété de trois PRO communs aux deux sites sur l'évolution des teneurs en NPK du sol : un compost de biodéchets (BIO), un compost de déchets verts et boue (DVB) et un fumier de bovin (FUM), en considérant les données des compartiments PRO, sol et plantes.

La démarche statistique présentée consiste en trois étapes :

- (i) la caractérisation des PRO en termes de propriétés agronomiques (teneurs et flux en éléments majeurs, stabilité de la matière organique) via une Analyse en Composantes Principales (ACP) qui est une méthode factorielle permettant de montrer les différences et les similarités entre PRO,
- (ii) l'analyse de l'évolution temporelle des stocks en éléments majeurs du sol (N total, P Olsen, K échangeable) par une ANOVA considérant la nature agronomique (variance des résidus différente fonction du PRO / de l'année) et temporelle des données (non indépendance des résidus),
- (iii) la mise en relation entre les bilans (entrées via les PRO et la fertilisation minérale – exportations par les plantes), les caractéristiques des PRO et l'évolution des stocks en éléments du sol à l'aide d'une ACP permettant aussi d'analyser les corrélations linéaires entre différentes variables, ou bien à l'aide d'une méthode alternative appelée « forêts aléatoires ».

L'application de cette démarche sur les sites de Colmar et QualiAgro a permis de montrer (i) la richesse du fumier (FUM) en K total et la richesse du compost de boues (DVB) en P total, (ii) un effet significatif et similaire entre sites des mêmes PRO sur le maintien ou l'augmentation des stocks du sol en N total (BIO, DVB), P Olsen (DVB) et K échangeable (FUM), (iii) le lien entre les flux d'apports par les PRO en P total et K total et les évolutions des stocks de P et K dans le sol, ainsi que le lien entre la stabilité de la matière organique des PRO et l'évolution des stocks en N total du sol, les PRO présentant une stabilité de la matière organique plus élevée (BIO, DVB) amenant à une augmentation supérieure des stocks d'azote du sol. Néanmoins, l'intensité des effets observés sur chaque site était différente du fait du raisonnement différent des apports de PRO (4 T C/ha/épandage sur QualiAgro, 170 kg N/ha/épandage sur Colmar). Du fait de ces différences de conduite entre sites, l'analyse statistique des jeux de données n'a pas pu être réalisée en réseau pour étudier l'influence du contexte pédoclimatique sur l'effet des PRO au champ. Pour cela, il faudrait mettre en place un réseau d'essais coordonnés en termes de protocole, conduite et suivis.

## Optimisation de l'utilisation des Produits Résiduaux Organiques par l'agriculture à l'échelon territorial : le cas de la Plaine de Versailles

Noirot-Cosson PE<sup>1</sup>, Lubbers M<sup>2</sup>, Bamière L<sup>3</sup>, Vaudour E<sup>1</sup>, Gilliot JM<sup>1</sup>, Gabrielle B<sup>1</sup>, Aubry C<sup>4</sup>, Houot S<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INRA, AgroParisTech, UMR 1402 ECOSYS, F-78850 Thiverval-Grignon

<sup>2</sup>Group Plant Production Systems, Wageningen University and Research Centre, Wageningen, the Netherlands

<sup>3</sup>INRA, AgroParisTech, UMR 210 Economie Publique, F-78850 Thiverval-Grignon, France

<sup>4</sup>INRA, AgroParisTech, UMR Systèmes Agraires et Développement: Activités, Produits, Territoires, SADAPT

**Mots clés :** Produits Résiduaux Organiques, optimisation répartition territoriale, stockage carbone sol, cycle N

L'utilisation des PRO par l'agriculture présente de nombreux intérêts et parmi eux, l'augmentation de la matière organique des sols et l'utilisation d'une source d'engrais renouvelable. Cette étude prospective vise: i) à évaluer, à l'échelon du territoire de la Plaine de Versailles (221 km<sup>2</sup>, dont 75 km<sup>2</sup> de grandes cultures), l'impact de l'application de PRO sur les cycles C et N ; ii), à apprécier le potentiel de l'organisation territoriale de répartition des PRO disponibles. Des scénarios d'amendements organiques contraints sur les quantités de N et P apportées (en prévention des pollutions et en respect des directives européennes) ont été simulés grâce au modèle de culture CERES-EGC couplé au modèle NCSOIL et leurs impacts ont été prédits. Un programme d'optimisation GAMS a permis de calculer les potentiels maximum de stockage de carbone dans le sol et d'économies en engrais azotés à l'échelle du territoire via une répartition optimisée des PRO disponibles entre les ilots culturaux. Une distribution territoriale optimale pourrait permettre en moyenne, soit de stocker 0.47 t C.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup>, soit d'économiser 53 kg N.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup>. Pour cela, il faut soit concentrer l'application des PRO amendants sur les sols les plus riches en calcaire et en argile, soit privilégier l'apport de PRO fertilisants sur le maïs et de PRO amendants sur le colza. L'optimisation de la distribution doit par ailleurs intégrer de nombreux autres critères environnementaux, sociaux et économiques et nécessite des compromis.

## Premiers résultats du monitoring des émissions de N<sub>2</sub>O sur le site EFELE

**Flécharde C<sup>1</sup>, de Oliveira AB<sup>1</sup>, Morvan T<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>INRA, UMR 1069 Sol Agro et hydrosystème Spatialisation, Rennes

Un dispositif constitué de 6 chambres automatiques assure le monitoring des émissions de N<sub>2</sub>O et de CO<sub>2</sub>, sur EFELE, depuis février 2013. Les chambres ont été installées sur 2 parcelles expérimentales, à raison de 3 répétitions par parcelle, afin de quantifier les émissions gazeuses résultant de la fertilisation avec du lisier de porc (LP), en comparaison avec la fertilisation minérale azotée (AN).

Un travail méthodologique a été réalisé au printemps 2014, pour caractériser la variabilité spatiale des flux de N<sub>2</sub>O à l'échelle de la parcelle expérimentale, et évaluer la représentativité des mesures réalisées avec les 3 chambres automatiques. Pour faire cette évaluation, 8 chambres statiques ont été disposées sur chaque parcelle expérimentale, permettant de faire ponctuellement 8 mesures supplémentaires par parcelle. Les mesures dans les chambres statiques ont été échelonnées entre mai et juin, durant la période d'émission active suivant les apports de fertilisants. Ce travail conduit à admettre une représentativité correcte des émissions de N<sub>2</sub>O par les 3 chambres automatiques.

Le monitoring des émissions de N<sub>2</sub>O montre des niveaux d'émission élevés pour les deux premières années de mesure (2013 et 2014). Des pics d'émission supérieurs à 10 g N-N<sub>2</sub>O/ha.h ont été mesurés après les apports d'engrais minéral. Les dynamiques d'émission ont été différentes entre les 2 traitements étudiés, avec des pics d'émission plus faibles après apport de lisier, et se produisant plus tard.

On met en évidence un effet important du labour en 2014, ayant eu pour effet 'd'inverser' les flux entre les traitements AN et LP, avec une interruption des émissions sur le traitement AN, après le labour, alors que les émissions ont été stimulées pour le traitement organique LP.

Le monitoring montre enfin que des émissions significatives se produisent en dehors des périodes d'apport de fertilisants (juin 2013, janvier et mars 2014), même dans des contextes pour lesquels on peut supposer que les teneurs en nitrate de l'horizon de surface étaient très faibles (mars 2014).

## Test du modèle Volt'Air pour simuler la volatilisation d'ammoniac après épandage de fumier et composts

**Voylovkov P<sup>1</sup>, Flura D<sup>1</sup>, Decuq C<sup>1</sup>, Durand B<sup>1</sup>, Labat C<sup>1</sup>, Houot S<sup>1</sup>, Genermont S<sup>1</sup>**

**Mots clés :** Modélisation mécaniste, volatilisation d'ammoniac, composts, fumier, azote, qualité de l'air

La compréhension et la prédiction en vue de la réduction des émissions d'ammoniac après épandage de Produits Résiduaux Organiques (PRO) est un enjeu en termes de valeur fertilisante azotée et de pollution atmosphérique. Le modèle mécaniste Volt'Air a été récemment amélioré afin de mieux simuler les effets de teneurs en matière sèche élevée de certains produits : la fraction fibreuse ne s'infiltrer pas et reste à la surface du sol après l'apport, et conduit potentiellement à des émissions plus élevées. Son application à des produits solides, fumier bovin et composts d'origine urbaine, a été testée par confrontation des simulations aux données expérimentales acquises sur le dispositif Qualiagro en tunnels de ventilation et une analyse de sensibilité. Les paramètres des transferts d'eau ont été spécifiquement mesurés pour ces PRO. Les résultats montrent qu'il reste à améliorer la prise en compte de l'effet de la forte teneur en matière organique sur les équilibres physico-chimiques.

## Analyse des composés pharmaceutiques dans les PRO et les sols du SOERE PRO

**Ferhi S<sup>1</sup>, Gielnik A<sup>1</sup>, Bernet N<sup>1</sup>, Deschamps M<sup>1</sup>, Houot S<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>INRA-AgroParisTech UMR 1402 ECOSYS, 78850 Thiverval-Grignon

**Mots clés :** composés pharmaceutiques, antibiotiques, produits résiduels organiques, sol amendé, lixiviats

Les médicaments utilisés en médecine humaine et vétérinaire sont pour partie excrétés sous forme de molécule mère ou de métabolites et se retrouvent dans les stations d'épuration et les effluents d'élevage. Ils peuvent également être présents dans les déchets ménagers.

L'épandage de produits résiduels organiques (PRO) issus du traitement de déchets urbains ou effluents d'élevage permet la restitution au sol de matière organique et d'éléments fertilisants. Cependant, il faut veiller à l'innocuité de la pratique et donc, en particulier pour le travail présenté ici, vérifier l'absence d'impacts négatifs liés à l'introduction de produits pharmaceutiques dans les sols. Afin d'évaluer le devenir de ces composés et les risques liés à leur présence dans l'environnement, il est nécessaire de développer des méthodes analytiques permettant leur quantification dans les PROs, les sols et les matrices aqueuses.

Les analyses de composés pharmaceutiques ont été réalisées sur des produits résiduels épandus au champ sur les sites de QualiAgro et de Colmar (Boue, compost de déchet vert-boue, compost de biodéchets, compost d'ordures ménagères résiduelles, fumier bovin, fumier composté), des sols les ayant reçus et des percolats de sols collectés *in situ*.

Quatorze composés pharmaceutiques ont été recherchés dans les matrices solides et 16 dans les matrices aqueuses. Les molécules recherchées sont majoritairement retrouvées dans la boue et le compost de déchet vert-boue, les plus concentrées étant les fluoroquinolones (antibiotiques) et le triclosan (bactéricide), de quelques centaines de µg/kg MS à quelques mg/kg MS. Les autres composés sont plus ou moins détectés ou quantifiés à des concentrations globalement plus faibles. Les concentrations dans les composts (de boue ou de fumier) sont nettement inférieures à celles des PROs non compostés. Les composés quantifiés dans les sols amendés par les PROs sont principalement les fluoroquinolones et la carbamazépine, composés persistants, dont les teneurs sont très faibles, généralement inférieures à la dizaine de µg/kg MS. Une très légère augmentation de leurs teneurs est observée après épandage. La fréquence de détection des composés pharmaceutiques dans les percolats est au plus de 11% et celle de quantification est de moins de 1%. Les molécules les plus fréquemment détectées ou quantifiées à des teneurs inférieures à 0,3 µg/L dans les percolats de sols sont la carbamazépine et l'ibuprofène, sans différence entre les traitements organiques au champ.

## Modélisation de la dynamique des HAP dans des sols agricoles recevant des apports de produits résiduaux organiques

**Brimo K<sup>1,2</sup>, Ouvrard S<sup>2</sup>, Houot S<sup>1</sup>, Garnier P<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> UMR INRA / AgroparisTech Environnement et Grandes Cultures, 78850 Thiverval - Grignon

<sup>2</sup> UMR 1120, UL-INRA/ Laboratoire Sols et Environnement, 54518 Vandoeuvre Lès - Nancy

Mon sujet de thèse vise à simuler la dynamique des Hydrocarbures aromatiques polycycliques HAPs dans une parcelle agricole afin de mieux évaluer les impacts d'un apport répété de produits résiduaux organiques compostés à long terme sur la qualité du sol.

Un nouveau modèle décrivant la dynamique des HAPs est proposé. Il inclut les processus d'adsorption des HAPs sur la matrice sol, de biodégradation en fonction de l'environnement organique et microbien. Il tient compte de la qualité des matières organiques compostées sur le relargage des HAPs. Le module HAP est développé sous MatLab et associé à une procédure d'optimisation de paramètres par approche Bayésienne (DREAM).

Le modèle a été paramétré sur la base d'expériences d'incubation au laboratoire de trois HAP marqués au <sup>14</sup>C. Trois jeux de paramètres ont été identifiés pour le phénanthrène (3 cycles), le fluoranthène (4 cycles) et le benzo(a)pyrene (5 cycles) respectivement. La dynamique des HAPs a été suivie pour 4 qualités de matières organiques différentes afin d'être le plus générique possible. Nous présentons ici : le modèle et sa calibration avec les données de laboratoire.

Les perspectives de ce travail sont de simuler la dynamique des HAPs au champ sur le site de Qualiagro. Il s'agira de comparer les résultats du modèle avec les données expérimentales et d'analyser l'intervalle de confiance sur les sorties. Des scénarios de gestion de produits organiques résiduaux variés pourront également être réalisés par le modèle.

## Evaluation et réduction des risques de contamination par des polluants organiques dans le contexte de l'usage de produits résiduaux organiques sur sols agricoles

**Aemig Q<sup>1</sup>, Jimenez J<sup>1</sup>, Patureau D<sup>1</sup>, Michel J<sup>2</sup>, Molina P<sup>2</sup>, Deschamps M<sup>3</sup>, Fehri S<sup>3</sup>, Houot S<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> INRA, UR0050 Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, Avenue des Etangs, 11 100 Narbonne

<sup>2</sup> INERIS, Unité comportement des contaminants dans les sols et les matériaux, Domaine du Petit Arbois, Rue Louis Philibert, 13545 Aix-en-Provence

<sup>3</sup> INRA AgroParisTech, UMR 1402 Ecologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes, Route de la Ferme, 78 850 Thiverval-Grignon

**Mots clés :** Digestion anaérobie, compostage, produits résiduaux organiques, boues d'épuration, micropolluants organiques, sols, eau

70 % des boues produites en France sont valorisées en agriculture. Les traitements utilisés en amont de l'épandage pour traiter et stabiliser les boues doivent permettre de diminuer les risques liés à la présence de micropolluants organiques dans les boues, i.e., limiter la contamination des sols et des eaux et les transferts vers les plantes.

Les expériences menées sur des systèmes de traitement des boues en laboratoire mais aussi sur filière industrielle montrent que (1) les traitements biologiques de digestion anaérobie et compostage sont capables de stabiliser la matière organique tout en réduisant les teneurs en micropolluants organiques et modifiant leur répartition dans les compartiments matière (présence dans des compartiments de très faible accessibilité chimique), (2) la composition des boues impacte la localisation des micropolluants organiques et son évolution pilote le devenir des micropolluants et (3) que le traitement appliqué impacte le relargage des micropolluants organiques dans l'eau du sol (tests de lixiviation).

## Les émissions de composés organiques volatiles (COVs) dans les paysages agricoles. Identification des sources et incidences climatiques

**Potard K<sup>1,2</sup>, Monard C<sup>1</sup>, Le Moigne A, Le Bris N<sup>1</sup>, Caudal JP<sup>1</sup>, Le Garrec JL<sup>2</sup>, Binet F<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> UMR 6553 ECOBIO, CNRS - Université de Rennes 1

<sup>2</sup> UMR 6251 Institut de Physique de Rennes, CNRS - Université de Rennes 1

**Mots clés :** COVs, Cycle du carbone, Gaz à Effet de Serres, Micro-organismes, Pratiques agricoles

La biodégradation des Matières Organiques des Sols (MOS) par les microorganismes aboutit à l'émission de gaz carbonés du sol vers l'atmosphère dont le CO<sub>2</sub>, le CH<sub>4</sub>, mais aussi à l'émission de Composés Organiques Volatiles (COVs) qui est peu documentée. Or ces derniers, une fois dans l'atmosphère, participent à la formation de Gaz à Effet de Serres. Ce projet de thèse a pour objectif de comprendre les relations qui existent entre les communautés de microorganismes, les MOS et les émissions des COVs à l'échelle du paysage agricole. Les questions de travail que nous posons sont : (i) Quels sont les COVs émis par les sols ? (ii) Quels sont les déterminants environnementaux dans le processus d'émission ? (iii) Dans quelles proportions les usages des sols modifient les émissions des COVs ? Pour répondre à ces interrogations le projet s'appuie sur des mesures *in-situ* réalisées dans deux observatoires : le dispositif expérimental de cultures intensives "EFELE" (SOERE-PRO, Allenvi) et des prairies de la Zone-Atelier Armorique (ZAA). L'identification des COVs émis est réalisée par chromatographie en phase gazeuse couplée à de la spectrométrie de masse à transfert de proton. En parallèle, la biodiversité microbienne des sols est analysée à l'aide d'outils de génomique environnementale. Les premiers résultats suggèrent que : (i) Les Prairies et les Cultures émettent des spectres de COVs différents. (ii) Les paramètres atmosphériques (Pression) sont prédominants devant les paramètres édaphiques (Teneurs en N et en C...) quant à la régulation du phénomène d'émissions. Ces résultats seront complétés par des données sur la diversité des microorganismes actifs dans les sols et sur la caractérisation moléculaire du pool de matière organique en présence.

**Contacts :** kevin.potard@univ-rennes1.fr  
francoise.binet@univ-rennes1.fr  
jean-luc.le-garrec@univ-rennes1.fr  
cecile.monard@univ-rennes1.fr