

Colloque final du Réseau PRO (CasDAR/ADEME 2011-2014), 5 décembre 2014, Paris

Accumulation dans les sols et phytodisponibilité des éléments traces en contexte d'apports répétés de PRO

Bravin Matthieu N.¹, Oustrière Nadège¹, Edde Ambre¹, Poigny-Toplan Stéphanie¹, Michaud Aurélie², Ponce Bernardita²

(1) CIRAD, UPR Recyclage et risque, F-97408 Saint-Denis, Réunion

(2) INRA, UMR EGC INRA – AgroParisTech, 78850 Thiverval-Grignon

Contacts : matthieu.bravin@cirad.fr, amichaud@grignon.inra.fr

Contexte, enjeux et objectifs

Les recherches menées ces dernières décennies sur la dynamique des éléments traces dans les sols recevant des apports répétés de produits résiduaire organiques (PRO) ont permis la mise en place de réglementations qui limitent à court-terme (< 5 ans) l'accumulation dans les sols et le transfert des éléments traces vers les organismes vivants (biodisponibilité) dans la très large majorité des contextes agronomiques français. Sur le moyen (5-10 ans) et le long-terme (> 10 ans), les évidences expérimentales de terrain sont plus rares mais suggèrent une accumulation progressive des éléments traces dans les sols dont la biodisponibilité reste difficile à estimer.

Pour passer de ce constat qualitatif et a posteriori à une véritable évaluation quantitative et prospective du risque « éléments traces », un outil de modélisation prédictive simple basé sur le bilan entrée/sortie d'éléments traces à la parcelle a été développé et validé à l'aide d'essais appartenant au Réseau PRO menés sur une dizaine d'années chacun, représentatifs de pratiques agricoles contrastées et ayant fait l'objet d'un suivi « éléments traces » conséquent. Un travail complémentaire visant à évaluer au laboratoire la biodisponibilité des éléments traces pour les plantes (phytodisponibilité) a été mené de sur des échantillons récoltés sur un essai mené sur le long-terme.

Matériels et méthodes / démarche

Trois essais du Réseau PRO ont été sélectionnés. Le premier essai a concerné l'épandage de boues de station d'épuration (Step ; 15-20 t MB/ha/an) sur du maïs grain cultivé pendant 15 ans dans le Haut-Rhin (climat semi-continentale). Le deuxième essai a concerné l'épandage de composts (30-60 t MB/ha/an) d'effluents d'élevage (porcs et volailles) sur des cultures maraichères pendant 7 ans à la Réunion (climat tropical, 1200 mm/an). Le troisième essai a concerné l'épandage de lisiers (240-420 m³/ha/an) et de composts (21-36 t/ha/an) d'effluents d'élevage (bovins) sur prairie pendant 8 ans à la Réunion (climat tropical, 4500 mm/an). Le cuivre (Cu), le nickel (Ni) et le zinc (Zn) ont plus particulièrement été suivis dans les PRO, les plantes, les produits phytosanitaires et le sol. L'accumulation de Cu, Ni et Zn dans le sol a été modélisée à l'aide d'un bilan de masse annualisé tenant compte des flux d'entrées d'éléments traces par apport de PRO, d'engrais minéraux et dépôts atmosphériques et des flux de sorties d'éléments traces par lixiviation et prélèvement par les parties récoltées des plantes cultivées.

De façon complémentaire, des échantillons de sol ont été prélevés en 2013 sur un essai d'épandage de PRO (origines urbaine et d'élevage) réalisé pendant 16 ans sur une rotation blé-maïs en région parisienne. Ces échantillons de sol ont été mis en culture à l'aide du dispositif RHIZOtest permettant d'évaluer la phytodisponibilité d'une large gamme d'éléments traces en conditions contrôlées de laboratoire.

Résultats / acquis / livrables

Les trois éléments traces étudiés pour la validation du modèle d'accumulation dans les sols ont chacun présentés une dynamique distincte et, ce, de manière similaire pour les trois essais étudiés. Aucune accumulation de Ni n'a été observée, ce qui a été principalement attribué au faible apport de Ni par les PRO relativement au stock initialement et naturellement présent dans les sols. Une accumulation de Cu et de Zn a été observée lors de l'apport de PRO au sol, contrairement aux modalités de fertilisation minérale pour lesquelles aucune accumulation n'a été observée. Le modèle a correctement représenté les variations temporelles de concentrations totales en Ni et Zn dans le sol pour l'ensemble des modalités de fertilisation testées dans les trois essais. Le modèle a en revanche sous-estimé l'accumulation de Cu observée dans les sols recevant certains apports de PRO des essais sur cultures maraîchères et prairie. Cette sous-estimation a été attribuée à de possibles transferts de Cu dans le sol sous forme particulière (lessivage) qui restent difficiles à prendre en compte dans le modèle.

Les mesures de phytodisponibilité des éléments traces à l'aide du RHIZOtest ont mis en évidence des différences significatives entre les différentes modalités de l'essai blé-maïs. L'apport de PRO au sol a par exemple généré une diminution de la phytodisponibilité de Ni et du cadmium notamment et à l'inverse une augmentation de la phytodisponibilité de l'arsenic.

Conclusions et perspectives

Ces premiers travaux menés sur un ensemble d'essais de longue durée appartenant au Réseau PRO ont permis (i) de valider l'utilisation d'un modèle pour la prédiction de l'accumulation à long-terme des éléments traces dans les sols agricole et (ii) de tester un test biologique de laboratoire permettant d'évaluer la phytodisponibilité de ces éléments traces en contexte d'apports répétés de PRO. Appliqué aux échantillons de sol d'essais du Réseau et du SOERE PRO, le couplage de cette démarche de modélisation et de la réponse de tests biologiques de laboratoire tels que le RHIZOtest ouvre des perspectives pour le développement d'une méthodologie d'évaluation du risque « éléments traces » sur le long-terme.